

EFFECTO DE LA PODA A DOS Y CUATRO RAMAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO EN INVERNÁCULO NO CALEFACCIONADO

A. ONIS¹; A. LÓPEZ CAMELO² y P. GÓMEZ²

Recibido: 19/04/00

Aceptado: 26/02/01

RESUMEN

El cultivo protegido de pimiento en el sudeste de la provincia de Buenos Aires se realiza bajo distintos sistemas de conducción, pero se carece de información sobre el efecto que ésta tiene en la producción. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la incidencia de dos tipos de poda de formación sobre el rendimiento, peso y número de frutos, la precocidad en la producción y la floración. El ensayo se llevó a cabo en un invernáculo no calefaccionado por un período de diez meses. Los tratamientos fueron poda a dos y cuatro ramas, con una densidad de 3,5 plantas/m². Los resultados obtenidos señalaron que con la poda a cuatro ramas se obtuvo mayor rendimiento, número de frutos y número de flores caídas. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con respecto al peso de los frutos. La poda a cuatro ramas incrementó significativamente los rendimientos pero la mayor precocidad y estabilidad en la producción se obtuvo en la conducción a dos ramas.

Palabras claves. *Capsicum annuum* L., pimiento, poda, fructificación, floración.

EFFECT OF PRUNING TO TWO AND FOUR BRANCHES ON BELL PEPPERS PRODUCTION IN A NON HEATED GREENHOUSE

SUMMARY

In the SE of the Buenos Aires Province bell pepper plants cultivated in not-heated greenhouses are pruned in different ways. However, the pruning effects on yield and earliness are still unknown. The goal of this study was to investigate the incidence of two kinds of pruning on the pattern of flowering, number and weight of the fruits and early and total yield. At a density of 3.5 plants/m² plants were pruned and trained to two or four branches. Results indicated that the highest yield, fruit number and flower abscission was obtained when the plants were trained to four shoots. Differences in fruit weight between treatments were not significant. Plants pruned to four shoots increased the total yield significantly. Stability in the production and the highest early yield were obtained when the plants were trained to two shoots.

Key words. *Capsicum annuum* L., bell pepper, pruning, fructification, flowering

INTRODUCCIÓN

El sudeste de la provincia de Buenos Aires presenta características favorables para el cultivo del pimiento bajo cubierta plástica, orientándose hacia la producción tardía (enero-junio). Bajo condiciones de invernáculo, la ramificación de tipo dicotómica de esta especie determina que la planta tome una forma arbustiva produciendo una masa de follaje muy densa que no permite una adecuada aireación, dificultando la cosecha y tornándola más

susceptible al ataque de enfermedades. El tutorado, conjuntamente con la poda, se realiza con el objetivo de contribuir a sostener los frutos apuntalando sus ramas quebradizas, así como para lograr mayor uniformidad y tamaño de frutos, mejorar la penetración de productos fitoterapéuticos y la ventilación del cultivo, además de facilitar la cosecha.

La poda es una práctica común en países europeos como Holanda y España (Mitidieri *et al.*,

¹Cátedra de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP.

²EEA INTA Balcarce. Unidad Integrada. Balcarce. CC 276 (7620).

1994), pero en la Argentina su aplicación depende de la zona de cultivo, variando desde la no-poda (conducción libre) hasta la conducción a dos, tres, cuatro o más ramas. Se ha observado que en podas de dos a cuatro ramas, incrementos en el número de tallos se corresponden con aumentos en el área foliar, en el número de frutos comercializables, y en el rendimiento por planta y por unidad de superficie (Guo *et al.*, 1991; Rotondo *et al.*, 1998; Cebula, 1995; Dobrzanska y Michalik, 1985; Starykh y Mudrakova, 1986). Sin embargo, no ha sido estudiado cual es el mejor método para nuestras condiciones. El presente trabajo tiene por objetivo comparar la poda a dos y cuatro ramas con respecto al rendimiento, peso y número de los frutos así como la precocidad en la producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de pimiento (*Capsicum annuum L.*), fueron sembradas el 15/08/96 en bandejas plásticas tipo *speedlings* sobre una mezcla enriquecida de tierra y turba. Los plantines obtenidos fueron transplantados el 10/10/96, dentro de un invernáculo no calefaccionado en el campo experimental de la EEA Balcarce. Se utilizaron dos hileras de 15 plantas cada una, separadas 60 cm entre sí y 40 cm entre plantas, las que fueron regadas manualmente, y fertilizadas al transplante con fosfato diamónico (200 kg/ha), y mensualmente con urea a una dosis de 50 kg/ha. El control de malezas se realizó mediante carpidas periódicas y el manejo general del cultivo fue similar al utilizado en el área.

Cada planta fue numerada e identificada de manera aleatoria; a la mitad de la población le correspondió la poda a dos ramas y a la restante a cuatro. La poda se realizó teniendo en cuenta el tipo de ramificación dicotómica de esta especie, con flores solitarias en la axila de las ramificaciones. En el tratamiento de poda a dos ramas se aguardó la diferenciación inicial, para luego proceder al primer corte en la segunda y, sucesivamente, mediante el corte de las ramas diferenciadas (respetando la flor axilar), que se ubicaron en la zona interna del follaje (Figura 1). Se siguió el mismo procedimiento para la poda a cuatro ramas pero a partir de la tercera diferenciación. Cada planta fue tutorada mediante hilos plásticos, atados en su extremo inferior a un gancho a nivel de la superficie del suelo, y en su extremo superior a un alambre tensado en el techo.

En ambos tratamientos se eliminó la primera flor (primer cruz o ramificación). Las flores posteriores se identificaron mediante una etiqueta en donde se registró la fecha de antesis, de máximo desarrollo e inicio de la coloración (pintón), y de cosecha (estado rojo total) de los frutos. Asimismo se llevó registro de las flores caídas y frutos abortados. El peso individual de los frutos (g) fue registrado en cada una de las cosechas sucesivas.

La toma de datos (3 veces por semana) comenzó el 10/12 con la primer antesis, y se extendió hasta el 18/06. En esta última fecha, se cosecharon todos los frutos (verdes, rojo total, y con diferentes porcentajes de maduración), aunque sólo se analizaron los fisiológicamente maduros y/o comercializables. Las variables analizadas fueron: número de días entre antesis y pasaje al estado pintón (DAP), entre antesis y cosecha (DAC) y entre pintón y cosecha (DPC); rendimiento por unidad de superficie; producción de flores por tratamiento; peso y número de frutos co-

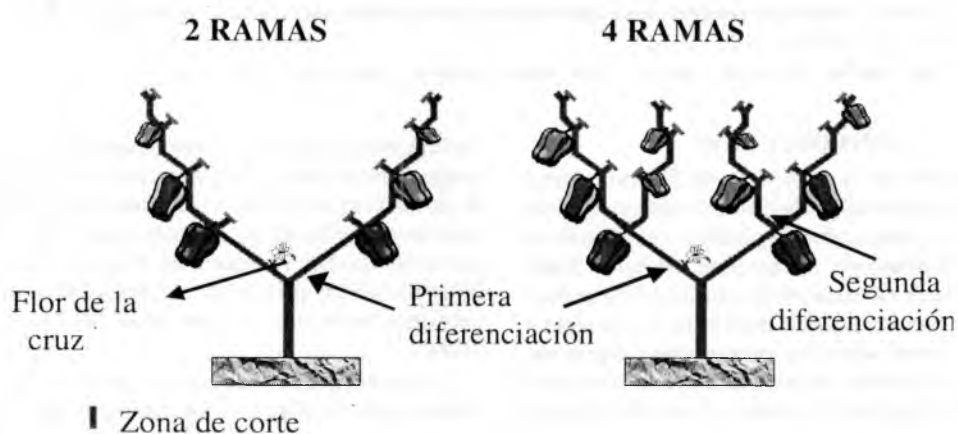


Figura 1. Esquema de poda a dos y cuatro ramas en pimiento bajo invernáculo.

mercializables y la relación número de flores totales/fruto comercializable. El diseño experimental utilizado fue de tratamientos completamente aleatorizados. Las variables se analizaron mediante el análisis de varianza de un factor con dos tratamientos ($\alpha=0,05$). Mediante análisis de regresión se estudió la evolución del peso del fruto individual a cosecha en función del tiempo. El período de toma de datos fue organizado en intervalos decádicos (diez días) y graficado para una mejor interpretación de la información obtenida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La poda más severa (dos ramas) redujo significativamente el rendimiento comercial por unidad de superficie (Cuadro N° 1), coincidentemente con lo hallado por Buczkowska y Kossowski (1987), lo que indicaría un subaprovechamiento de los recursos ambientales disponibles. El incremento en el rendimiento por planta en la poda a cuatro ramas estaría asociado a un aumento en el área foliar total (Guo *et al.*, 1991; Rotondo *et al.*, 1998; Cebula, 1995; Dobrzanska y Michalik, 1985; Starykh y Mudrakova, 1986).

El número de flores caídas fue estadísticamente mayor en la poda a cuatro ramas y en ambos tratamientos fue superior al principio de la temporada (Figura 2a), probablemente atribuible a una mayor competencia entre la parte vegetativa y reproductiva asociada a un efecto de juvenilidad de las plantas. Luego se observó una clara tendencia decreciente

en ambos tratamientos a medida que el cultivo se acercó al final de su ciclo. La temperatura es el principal factor ambiental responsable de este comportamiento, ejerciendo su efecto tanto en la cantidad de flores formadas como en el número de frutos cuajados (López Camelo, 1991; Pérez, 1992). En el presente experimento, bajo condiciones de producción tardía en invernáculo, las floraciones tempranas se produjeron con temperaturas elevadas y el desarrollo de los frutos resultantes requirió menos días para alcanzar la madurez. Cuando estos frutos fueron removidos de la planta, la floración (que se encontraba inhibida por la competencia con los mismos) se reinició. A medida que avanzó la estación del cultivo, las floraciones se produjeron con temperaturas en descenso, con el consiguiente aumento en el número de días necesarios para que los frutos alcanzaran la madurez y fueran removidos de la planta (Romano, 1996).

En términos absolutos, el número de flores caídas fue significativamente mayor en la poda a cuatro ramas, pero el porcentaje de las mismas sobre el total de flores producidas fue similar para los dos tratamientos (Cuadro N° 1 y Figura 2b), lo que indicaría que existe un balance entre cantidad de follaje (canopia), número de frutos desarrollándose (cuajados) y número de nuevos frutos. En términos relativos, sólo el 10% de las flores cuajó en ambos sistemas de conducción en el primer pico de floración (30-40 días a partir de la primer antesis) (Figura 2b), para luego presentar un marcado descenso

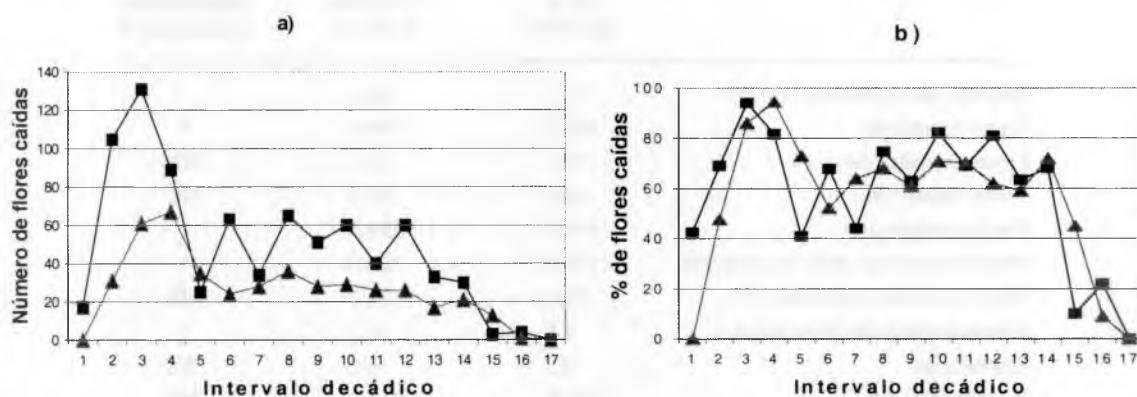


Figura 2. Número (a) y porcentaje (b) de flores caídas en función del tiempo desde la primer antesis (10/12 y 16/12) en plantas de pimiento conducidas a dos (▲) y cuatro (■) ramas respectivamente.

alrededor de los 50-60 días, seguido por un comportamiento más constante (pero con una tendencia ascendente) hasta los 120-140 días. A partir de entonces se obtuvo un importante descenso en la producción de flores, en ambos tratamientos, asociada a las bajas temperaturas dentro del invernáculo. Este patrón de fructificación, caracterizado por una distribución en dos grandes tandas, podría deberse a la permanencia de los frutos en la planta provocando una importante caída de flores y/o reducción de la fijación de nuevos destinos. La floración y fijación de nuevos frutos se reanudó una vez que aquellos que se encontraban en desarrollo alcanzaron la madurez y fueron removidos de la planta. La presencia de ciclos de fijación de frutos y abscisión de flores coincide con lo reportado por Wien (1997).

El número total de flores producidas en la poda a cuatro ramas fue casi el doble y significativamente superior que a dos ramas (Cuadro N° 1). Debido al patrón de ramificación (dicotómico) y de floración (axilar), al incrementarse el número de ramas aumentó el número de nudos potencialmente capaces de albergar una flor. Sin embargo, el número de flores que cuaja es función de la masa foliar y no del número absoluto de flores. La abscisión y/o cuajado de las flores están regulados por el nivel de asimilatos en la planta, que está asociado a la competencia intraplanta (entre los órganos vegetativos y reproductivos). En la poda a cuatro ramas el nivel de

asimilatos disponibles para el cuajado de los frutos resultaría proporcional al de dos ramas; pues si bien el área foliar sería mayor, también lo sería el sombreo y respiración a nivel de las hojas.

El mayor número de flores cuajadas en la poda a cuatro ramas se correspondió, como era de esperar, con un mayor número de frutos comercializables (Cuadro N° 1) aunque varios frutos no superaron el mínimo requerido para ser considerados como tales (particularmente al final del cultivo), o fueron abortados por la planta. El número de frutos comercializables por tratamiento y el promedio de los mismos por planta, fue significativamente superior en la poda a cuatro ramas. El menor número de frutos en la poda más severa (dos ramas) podría estar asociado a una menor producción de materia seca total debido a una disminución en el área foliar (Buczowska y Kossowski, 1987; Guo *et al.*, 1991). El porcentaje de frutos que no alcanzaron a calificar como comercializables fue similar en ambos tratamientos. La relación flores producidas/fruto comercializable, no difirió significativamente entre los tratamientos (Cuadro N° 1). La competencia entre flores y frutos mantuvo en ambos casos la misma proporción, debido a que la planta establecería un balance entre la cantidad de flores producidas y los frutos que llegan a cosecha que no sería alterado por el sistema de conducción.

En la Figura 3 se presenta el número de frutos

Cuadro N° 1. Producción de flores y frutos en plantas de pimiento cultivadas bajo cubierta y conducidas a dos y cuatro ramas.

	DOS RAMAS	CUATRO RAMAS	Significancia estadística 5%
Rendimiento comercial (tn/ha)	33,2	56,9	*
Flores producidas	683,0	1.199,0	*
Flores cuajadas (%)	35,1	32,4	NS
Flores caídas (%)	64,9	67,6	NS
Frutos/ tratamiento	191,0	299,0	*
Frutos comercializables/tratamiento	127,0	206,0	*
Frutos no comercializables (%)	33,5	31,1	NS
Frutos comercializables/planta	8,5	13,7	*
Flores/fruto	6,5	6,6	NS
Peso de fruto (g)	102,0	111,0	NS

* Significativo; NS: No significativo; $\alpha = 0,05$

comercializables en función del tiempo expresado en intervalos decádicos. A partir del inicio de la cosecha se observó un comportamiento similar en ambos tratamientos de poda, con dos picos de producción, el primero se presentó con antelación en la poda a dos ramas (20 días del inicio de la cosecha), respecto de la poda a cuatro ramas (30 días). El segundo pico de producción se mantuvo por más tiempo en la poda a dos ramas, con menores oscilaciones con respecto al otro sistema. La producción en la poda a dos ramas fue menor pero más estable en el tiempo, con menores variaciones entre picos y valles.

Al relacionar el número de frutos con la caída de flores se evidenció que los períodos en los que se desarrollaron los frutos se correspondieron con períodos de gran caída de flores, especialmente en la primera etapa de producción. La permanencia de los frutos hasta el estado de madurez total inhibió la fijación de flores y demoró el desarrollo de nuevos frutos. En pimiento, el fruto es el destino prioritario de los fotosintatos. Su presencia en la planta sería el factor principal en la partición de la materia seca, y por ello, quien gobierna la tasa de crecimiento del resto de los órganos. Debido a esta marcada competencia intraplanta el establecimiento de estos frutos regularía, a su vez, el cuajado de las flores nuevas (Hall, 1977; Clapham y Marsh, 1987; Romano, 1996).

El peso de los frutos comercializables no presentó diferencias significativas entre tratamientos de poda (Cuadro N° 1): no dependió del número presente,

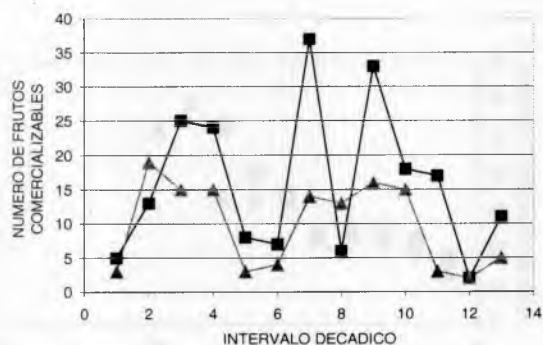


Figura 3. Número de frutos comercializables provenientes de plantas conducidas a dos (▲) y cuatro (■) ramas en función del tiempo desde primera cosecha (31/1).

sino de la cantidad de asimilados disponibles, que es función de la superficie foliar fotosintéticamente activa y de la eficiencia de conversión. Mediante el análisis de regresión del peso en función del tiempo se observó que no existió una tendencia significativa indicando que el peso promedio del fruto se mantuvo a lo largo del período de cosecha en los tratamientos de poda.

Al analizar el número de días entre antesis y el momento de cosecha al estado de madurez rojo total (Figura 4) se observó para ambos tratamientos de poda una clara tendencia ascendente a medida que transcurrió la estación del cultivo. Dado que la fructificación es función de la acumulación de temperatura y la misma descendió a medida que transcurrió la estación del cultivo, el ritmo de acumulación de grados/día también disminuyó, con el consiguiente aumento en el número de días necesarios para alcanzar la madurez (Romano, 1996; López Camelo, 1991). Del análisis de varianza se desprendió que los frutos provenientes de la poda a dos ramas requirieron significativamente menor número promedio de días (67) para madurar comparados con los de cuatro (73), durante todo el experimento.

El incremento en el número de ramas aumentaría el peso seco total y el área foliar total (Guo *et al.*, 1989). Este aumento de área foliar permitiría una mayor intercepción de la radiación incidente. La Tasa de Asimilación Neta (NAR), sería más baja en las plantas guiadas a cuatro ramas, pues al crecer el cultivo y aumentar el Índice de Área Foliar (IAF), el sombreado se haría cada vez más intenso, incrementándose también la respiración (Guo *et al.*,

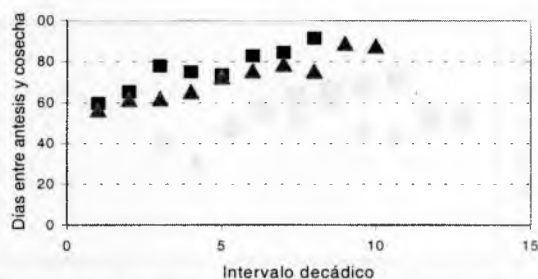


Figura 4. Días entre antesis y cosecha, en función del tiempo desde la primera antesis para el desarrollo de frutos de pimiento en plantas conducidas a dos (▲) y cuatro (■) ramas.

1989). Debido a esto habría una provisión de fotosintatos más lenta para los frutos en la poda a cuatro ramas, lo que demora el proceso de desarrollo de los mismos

Dado que la obtención de un fruto maduro es la sumatoria del proceso de desarrollo del fruto más la maduración, el período entre antesis y cosecha fue dividido en dos subperíodos: a) antesis-pintón (desarrollo de frutos), y b) pintón-cosecha (maduración de frutos). Se observó que en el primero existieron diferencias significativas entre los sistemas de poda, si bien su duración fue aproximadamente constante durante todo el ciclo para cada uno de ellos (Figura 5a). Este subperíodo decreció levemente hacia el final de la estación, probablemente por una menor tasa de crecimiento vegetativo, y debido al comienzo de la senescencia de hojas que se tradujo en una mayor translocación hacia los frutos en desarrollo. En general, el tiempo para el desarrollo de los frutos fue menor en plantas conducidas a dos ramas, particularmente al principio de la etapa productiva.

Al analizar el tiempo necesario para la maduración (Figura 5b) se observó que se fue incrementando en forma notable para ambos tratamientos. El descenso de la temperatura media a medida que transcurrió la estación del cultivo probablemente afectó la síntesis de los pigmentos responsables del color rojo como la capsantina y la capsorubina (Camara y Brangeon, 1981; Huguene *et al.*, 1995; Mínguez Mosquera y Hornero Méndez, 1994). Entre tratamientos no se observaron diferencias al principio de la etapa productiva, pero al final del ciclo parecería que el desarrollo del color fue más

rápido en el de dos ramas, donde probablemente la síntesis de pigmentos sea favorecida por un mejor aprovechamiento (debido a un menor follaje) de la radiación incidente.

CONCLUSIONES

En términos de rendimiento por planta y por unidad de superficie la conducción a cuatro ramas es superior para una misma densidad o marco de plantación. El número total de flores producidas y cuajadas es mayor en la poda a cuatro ramas, si bien el porcentaje de las mismas que cuaja en cada uno de los sistemas es independiente del sistema de conducción.

La poda a cuatro ramas presenta un mayor número de frutos comercializables por tratamiento y un mayor número promedio de frutos por planta, pero este sistema muestra considerables oscilaciones en el nivel de producción. Si bien el número de frutos es menor en la poda a dos ramas, la producción resulta más estable en el tiempo. La relación flores producidas/fruto comercializable es similar para ambos tratamientos, pues la planta establece un equilibrio entre la cantidad de flores producidas y los frutos que llegan a cosecha, que no es alterado por el sistema de conducción.

Bajo las condiciones de este experimento, el peso de los frutos no dependió del número presente en la planta ni fue afectado por el sistema de conducción, ni tendió a variar con el momento de cosecha. El número promedio de días (desde antesis)

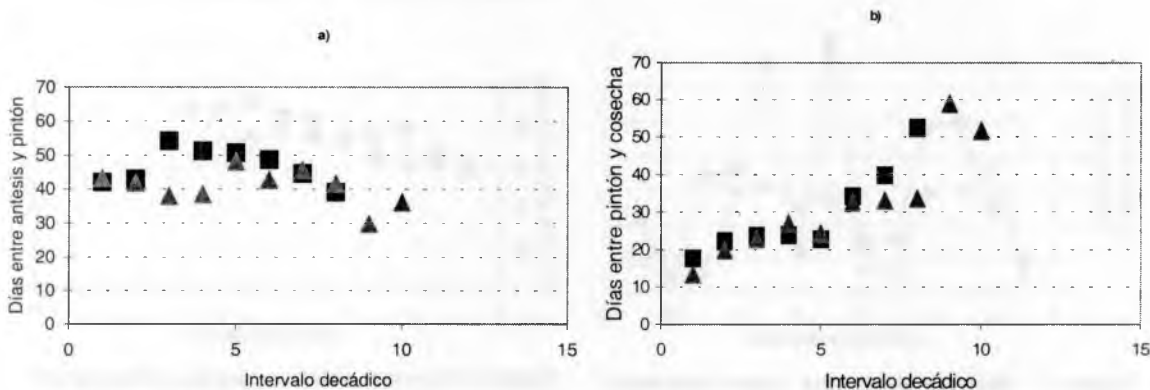


Figura 5. Subperíodos involucrados en la madurez de frutos en plantas conducidas a dos (\blacktriangle) y cuatro (\blacksquare) ramas; a) desarrollo, b) maduración.

necesarios para alcanzar la cosecha (rojo total) es menor para la poda a dos ramas durante todo el período de cosecha, pero aumenta para los dos sistemas de poda con la estación del cultivo. El tiempo necesario para que los frutos alcancen la madurez fisiológica es relativamente constante durante todo el ciclo productivo, pero el tiempo para

el desarrollo del color aumenta a medida que la temperatura disminuye. La precocidad en la producción resulta mayor con la poda a dos ramas, fundamentalmente por el tiempo de llenado de los frutos. Este subperíodo (desarrollo de frutos) que se extiende más en la poda a cuatro ramas, explica las demoras para alcanzar la cosecha bajo este sistema de conducción.

BIBLIOGRAFÍA

- BUCZKOWSKA, H. and M. KOSSOWSKI.** 1987. Effect of training method on the yield of some capsicum (*Capsicum annuum* L.) cultivars in plastic tunnels. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kollataja Krakowie, Ogronictwo*, 16: 5-22.
- CAMARA, B. and J. BRANGEON.** 1981. Carotenoid metabolism during chloroplast to chromoplast transformation in *Capsicum annuum* fruits. *Planta*, 151: 359-364.
- CEBULA, S.** 1995. Formation of the above-ground plant parts and the growth, cropping and quality of sweet peppers in greenhouse production. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kollataja Krakowie, Ogronictwo*, 22: 27-37.
- CLAPHAM, W. M. and H. V. MARSH.** 1987. Relationships of vegetative growth and pepper yield. *Canadian Journal of Plant Science*, 67: 521-530.
- DOBZANSKA, J. and H. MICHALIK.** 1985. Effect of pruning and spacing on the yield and quality of capsicum grown in plastic tunnels. *Biuletyn Warzywniczy*, 28: 49-65.
- GUO, F.; T. KATO and Y. FUJIME.** 1989. Effects of shoots number on yield of sweet pepper. *Technical Bulletin of the Faculty of Agriculture Kagawa University*, 41: 119-130.
- GUO, F.; T. KATO and Y. FUJIME.** 1991. Effects of the number of training shoots, raising period of seedlings and planting density on growth, fruiting and yield of sweet peppers. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 59: 763-770.
- HALL, A. J.** 1977. Assimilate source-sink relationships in *Capsicum annuum* L. I. The dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. *Australian Journal of Plant Physiology*, 4: 623-636.
- HUGUENEY, P.; A. BADILLO; H. CHEN; A. KLEIN; J. HIRSCHBERG; B. CAMARA and M. KUNTZ.** 1995. Metabolism of cyclic carotenoids: a model for the alteration of this biosynthetic pathway in *Capsicum annuum* chromoplasts. *The Plant Journal*, 8: 417-424.
- LÓPEZ CAMELO, A. F.** 1991. Estudio de los procesos de floración, fructificación y maduración de frutos de pimiento bajo condiciones de invernáculo. Informe interno INTA EEA Balcarce, 9 p.
- MINGUEZ MOSQUERA, M. and D. HORNERO MÉNDEZ.** 1994. Changes in carotenoid esterification during the fruit ripening of *Capsicum annuum* cv. Bola. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 640-644.
- MITIDIERI, M. S.; G. MENDOZA y H. MARTÍ.** 1994. Efecto de la poda de formación sobre la producción de pimiento en invernáculo. *Informe técnico INTA EEA San Pedro*. 24 p.
- PÉREZ, F. I.** 1992. La abscisión de flores en el pimiento. Monografía final. Curso de fisiología de las especies hortícolas. Curso de post-grado FCA UNMdP. 8 p.
- ROMANO, G.** 1996. Efecto de la aplicación localizada de ethephon sobre la maduración del pimiento. *Trabajo de Graduación*. Facultad de Ciencias Agrarias. UNMdP. 152 p.
- ROTONDO, R.; M. C. MONDINO; J. A. FERRATTO; R. GRASSO y A. LONGO.** 1998. Efecto de la poda de conducción y raleo de frutos sobre la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), bajo invernadero. *XXI Congreso Argentino de Horticultura*. San Pedro, Buenos Aires, Argentina. p. 151.
- STARYKH, G. A. and G. E. MUDRAKOVA.** 1986. Effect of training capsicum plants on the productivity and quality of produce in heated houses. *Povyshenie Produktivnosti Ovoshchnykh Kul tur v Nechernozemnoi Zone RSFSR*. Moscow, USSR. p. 3-7. *
- WIEN, H. C.** 1997. Peppers. *In: The Physiology of Vegetable Crops*. Wien, H. C., Ed. CAB International. New York. USA. p. 259-293.