

# **PRODUCCIÓN DE PIMIENTO DE INVERNADERO BAJO TÉCNICAS DE CULTIVO ECOLÓGICO, INTEGRADO Y CONVENCIONAL**

J. CÁNOVAS CUENCA  
J. NAVARRO SÁNCHEZ

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA)  
C/ Mayor, s/n. 30.150 La Alberca (Murcia). E-Mail: joanquin.navarro@carm.es

P. VARÓ VICEDO  
M.C. GÓMEZ HERNÁNDEZ

Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco  
Av/ Gerardo Molina, s/n 30.700 Torre Pacheco (Murcia)

## **RESUMEN**

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*, L.) de invernadero en el Campo de Cartagena tiene una estructura eminentemente familiar, con gran número de pequeños productores y elevados requerimientos de mano de obra, lo que le confiere un importante carácter social. Con el objetivo de conocer el comportamiento productivo de tres técnicas de cultivo (ecológico, integrado y convencional), se diseñó un experimento en el año 2005, bajo un invernadero de 640 m<sup>2</sup> en el que se ensayó una plantación de pimiento híbrido tipo Lamuyo, cultivar Almuden, utilizando ocho lisímetros y aplicando unas mismas dosis de riego y labores culturales. Se ensayaron distintos aportes de abonado mineral, que se han denominado T-E (tratamiento ecológico), T-I (tratamiento integrado) y T-C (tratamiento convencional). Los resultados obtenidos en el rendimiento confirman que la producción total acumulada en el cultivo integrado (T-I), donde llega a los 11,37 kg/m<sup>2</sup> y 62,05 frutos/m<sup>2</sup>, es significativamente superior a los otros dos tratamientos estudiados. Entre T-E y T-C no se observan diferencias significativas, obteniéndose 8,80 kg/m<sup>2</sup> y 52,21 frutos/m<sup>2</sup> en T-E y 9,29 kg/m<sup>2</sup> y 48,64 frutos/m<sup>2</sup> en T-C. Este hecho se explica porque la aplicación abundante de fertilizantes nitrogenados favorece el crecimiento vegetativo y viene acompañada de una menor producción con frutos de buen calibre, mientras que la mineralización lenta del aporte único de estiércol en T-E proporciona un buen número de frutos pero de menor calibre. El T-I es el que obtuvo mejores resultados en rendimiento, número de frutos y mayores calibres, concluyendo que una única aplicación de estiércol, ayudada con aportes moderados de abono mineral, optimiza la producción de este cultivo.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L., fam. Solanaceae) tiene gran importancia en la Región de Murcia, donde su superficie total se aproxima a las 1.800 ha, dando lugar a una producción comercializable de unas 155.000 t. El número de productores de pimiento es de 1.455, cultivando una superficie media de 1,24 ha, lo que indica que la estructura de producción de las explotaciones es familiar, por lo que es un cultivo eminentemente social (AMOPA, 2003).

La contaminación por nitratos es un efecto atribuido a la actividad agraria que es objeto de acciones preventivas y correctoras emanadas de la política medioambiental de la Unión Europea: la Directiva 91/676/CEE, del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en agricultura. Desde la perspectiva de protección medioambiental, las dosis de abonado han de ser suficientes para que los cultivos produzcan, al menos normalmente, y que su efecto sobre los recursos naturales, especialmente el agua, sea mínimo para que la actividad se considere sostenible (Winsor y Adams, 1987).

Considerando estas cuestiones se planteó en 2004 la realización del Proyecto de Investigación «Contaminación por fertilizantes y fitosanitarios en un cultivo de pimiento de invernadero para tres métodos de producción. Influencia sobre el rendimiento, la calidad de los frutos y su conservación», que ha sido financiado por el INIA (Proyecto RTA04-035). Los ensayos aportan información básica para conocer la repercusión (en la producción de los frutos) que tienen las técnicas de cultivo de T-E, T-I y T-C (cultivo ecológico, integrado y convencional), y ver el efecto de la aplicación de distintas dosis de fertilizantes de uso común.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La infraestructura fundamental del ensayo es un conjunto de ocho lisímetros de drenaje de 7,80 x 6,65 m<sup>2</sup> cada uno, cuya profundidad varía entre 0,7 m en la parte del lateral del invernadero y 0,8 m junto a la zanja central. Se ubicaron bajo invernadero tipo capilla sin calefacción de dimensiones 32 x 20 m<sup>2</sup> y riego por goteo. El invernadero estaba recubierto de PE de 800 galgas de espesor, situado en la finca del CIFEA de Torre-Pacheco, en el Campo de Cartagena.

El diseño experimental consistió en ensayar tres técnicas distintas de cultivo para comparar su efecto en la producción de pimientos, manteniendo iguales las labores culturales en todos los lisímetros, realizando los siguientes tratamientos experimentales, distribuidos en bloques al azar:

- a) **Tratamiento ecológico (T-E)**; la fertilización de estas parcelas se realizó antes de la plantación con la aplicación de estiércol de oveja bien fermentado, a razón 4 kg/m<sup>2</sup>. Se practicó exclusivamente lucha biológica para el control fitosanitario del cultivo.
- b) **Tratamiento integrado (T-I)**; el mismo estercolado que el T-E y aportes de abonos minerales empleando unas dosis inferiores a las máximas establecidas en las Normas Técnicas recomendadas en la Región de Murcia para la Producción Integrada. Se realizó lucha biológica combinada con lucha química para el control fitosanitario del cultivo.

- c) **Tratamiento convencional (T-C)**; el mismo estercolado que el T-E y aportes de abonado mineral a dosis que eran del doble de las aplicadas en T-I, dando como resultado aportes que son muy parecidos a los que tradicionalmente usan los agricultores de la zona. Se realizó exclusivamente lucha química para el control fitosanitario del cultivo.

El 14 de diciembre de 2005 se trasplantaron los pimientos híbridos tipo Lamuyo, cultivar Almuden, a un marco de  $1 \times 0,4 \text{ m}^2$ , concluyendo el ensayo el 21 de agosto de 2006 con el levantamiento del cultivo. Previamente se había realizado solarización del terreno. La programación del riego se realizó calculando una dosis semanal, mediante la fórmula recomendada por la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977). La frecuencia del riego se determinó mediante el uso de tensiómetros situados en cada lisímetro a tres profundidades: 20, 40 y 60 cm. Resultó de la programación del riego una media de un aporte cada 3,2 días y  $220 \text{ m}^3/\text{ha}$  a la semana, con unas necesidades hídricas totales del cultivo de  $7.370 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

El control del abonado se realizó pesando las dosis previamente establecidas y aplicándolas por medio de abonadora individual para cada parcela elemental del ensayo. Los abonos empleados fueron: ácido fosfórico, nitrato cálcico, nitrato potásico y sulfato de magnesio, a las dosis consideradas normales en la Comarca. Se realizó todo el abonado a través de la red de goteo, mediante abonadoras individuales para cada parcela elemental y con una frecuencia semanal para cada tipo de abono (N, P, K). En la tabla 1 se representa el abonado mineral que se ha aplicado para cada uno de los tratamientos, expresado en  $\text{g}/\text{m}^2$ , al que hay que añadir  $4 \text{ kg}/\text{m}^2$  de estiércol fermentado.

## RESULTADOS

Se realizaron un total de siete recolecciones comprendidas entre los meses de mayo y agosto de 2006, cuando los frutos alcanzaban la madurez, recolectando los frutos a mano cuando estaban con la dureza y tonalidad característica de la variedad y colocándolos en cajas de plástico de 15 kg.

La tabla 2 indica que la producción comerciable, sin distinguir categorías, es muy superior en el T-I con  $11,37 \text{ kg}/\text{m}^2$  frente a la producción de T-E y T-C, que durante todo el ciclo se han comportado de una forma similar, dando un rendimiento de  $8,80 \text{ kg}/\text{m}^2$  y  $9,29 \text{ kg}/\text{m}^2$ , respectivamente. Las diferencias productivas del T-I son altamente significativas con respecto a los otros dos tratamientos que no difieren entre sí.

Uno de los componentes del rendimiento más importantes, que también es objeto de estudio, es el número de pimientos por metro cuadrado. El número de pimientos comercializable total acumulado, sin distinguir categorías, es mayor en el T-I ( $62,05$  pimientos/ $\text{m}^2$ ), que difiere del T-C ( $48,64$  pimientos/ $\text{m}^2$ ), pero no del T-E ( $52,21$  pimientos/ $\text{m}^2$ ).

Porcentualmente el *Cultivo Convencional* es el que produce más frutos de Categoría Extra y I, y menos de las Categorías II, III e Industria. El *Cultivo Ecológico* es el tratamiento que produce menor porcentaje de destrío y de pimientos de Categoría Extra y I, y un mayor porcentaje de frutos de Categoría II, III e Industria, aunque la mayor producción total comercializable la tiene el *Cultivo Integrado* (tabla 3).

Podemos concluir que el ensayo de tres técnicas de cultivo, que hemos llamado tratamiento ecológico, integrado y convencional, en pimiento híbrido tipo Lamuyo, ha tenido diferencias significativas en cuanto a la cantidad y calibre de la cosecha.

Respecto al rendimiento comercial del cultivo, la producción total es muy superior en T-I ( $11,37 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) que en T-C ( $9,29 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) y T-E ( $8,80 \text{ kg}/\text{m}^2$ ); coincidiendo esta

tendencia también para los frutos de Categoría Extra y I, donde la producción total en T-I ha sido de 8,79 kg/m<sup>2</sup>. De esto se puede inferir que al ser el aporte de fertilizantes (orgánicos e inorgánicos) más paulatino que la aportación única e inicial de estiércol en el ecológico y a dosis inferiores que en el convencional, se consigue un mejor aprovechamiento, minimizando las pérdidas y obteniendo unos mejores resultados en la producción, tanto en la cantidad como en el calibre.

## CONCLUSIONES

Podemos afirmar que la diferencia de una menor producción en los tratamientos ecológico y convencional, frente al tratamiento integrado, se debe principalmente a las diferencias en el abonado mineral y más concretamente en el abonado mineral nitrogenado. En el caso del T-E se explica también la menor producción por la incidencia de plagas y enfermedades sobre el cultivo, mientras en T-C y T-I el control de estas mismas patologías sí fue eficaz. A esto también se podría sumar el hecho de que en los tratamientos en los que no se repone el N extraído del suelo durante el cultivo, provoca, a largo plazo, una disminución de las reservas de N de la planta, reduciendo la fotosíntesis y por tanto la producción. Sin embargo, se ha demostrado que concentraciones de N elevadas permiten un mayor crecimiento y cuajado de los frutos cuando los ciclos de cultivo de pimiento son más largos (Xu y col., 2001).

Al principio el peso fresco unitario es mayor en T-E, y menor en T-C, hasta los 196 días después del trasplante, donde empieza a notarse la merma productiva con respecto a los otros dos tratamientos. De la misma manera el número de frutos producidos por m<sup>2</sup>, tanto totales como de Categoría Extra y I, también es mayor en T-I frente al resto de los otros tratamientos a partir de la 3ª recolección.

La aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados, que favorece el crecimiento vegetativo y viene acompañada de una menor producción, es considerada como sobre-fertilización (Weinbaum y col., 1992) y fue la causante de la disminución del rendimiento en las plantas con tratamiento T-C. Resultados similares han sido descritos por otros autores (Aliyu, 2000; Baghour y col., 2000). Según Marschner (1995), el efecto que produce una excesiva fertilización nitrogenada sobre los niveles de fitohormonas en planta, y por tanto sobre el desarrollo de la misma, puede ser la causa de la reducción de la producción.

Un aporte óptimo de N es esencial para el desarrollo de las plantas y para la productividad y longevidad de los cultivos hortícolas (Aloni y col., 1991; Huett, 1996), lo que explica los mejores resultados del tratamiento integrado. Todo ello indica que un estercorado acompañado de aportes moderados de N constituiría una fertilización óptima que aseguraría la producción y longevidad del cultivo de pimiento.

## AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria dentro del Programa Nacional de Recursos y Tecnologías Agrarias en Cooperación con la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Los ensayos se realizaron en las instalaciones del Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco (Murcia).

**Tabla 1.** Abonado mineral aplicado para cada tratamiento

Año		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	Fe	Zn/Mn
		g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
2005	T-E	0	0	0	0	0	0	0	0
	T-I	14,4	9,0	27,0	11,3	5,2	10,1	0	0
	T-C	28,7	18,0	54,0	22,6	10,4	20,3	0	0

**Tabla 2.** Producción acumulada comercializable total (kg/m<sup>2</sup>)

	140 DDT		167 DDT		182 DDT		196 DDT		209 DDT		223 DDT		237 DDT	
	M	ES	M	ES	M	ES	M	ES	M	ES	M	ES	M	ES
T-E	3,61	0,37	4,61	0,43	5,21 a	0,42	5,60 a	0,52	6,54 a	0,56	7,84 a	0,50	8,80 a	0,53
T-I	3,76	0,30	5,51	0,35	7,08 b	0,35	8,11 b	0,43	8,79 b	0,46	10,33 b	0,43	11,37 b	0,43
T-C	3,42	0,30	4,71	0,35	5,51 a	0,35	6,28 a	0,43	6,86 a	0,46	8,18 a	0,43	9,29 a	0,43
N.S.	n.s.		n.s.		*** (Tukey)		*** (Tukey)		*** (Tukey)		*** (Tukey)		*** (Tukey)	

N.S., nivel de significación; n.s., no significativo; \*\*\*, altamente significativo; M, media; ES, Error estándar; T-E, parcela ecológica; T-I, parcela integral; T-C, parcela convencional.

**Tabla 3.** Reparto porcentual de la producción total en los tres tratamientos

Trat.	Extra y I (%)	II y III (%)	Industria (%)	Destrío (%)	Total (g/m <sup>2</sup> )
T-E	67,87 a	21,12 a	9,19 a	1,82 a	8.959,49 a
T-I	74,67 c	15,47 a	6,51 a	3,36 b	11.769,94 b
T-C	78,84 b	13,62 b	4,46 b	3,08 ab	9.587,62 a

N.S., nivel de significación; n.s., no significativo; \*\*\*, altamente significativo; M, media; ES, Error estándar; T-E, parcela ecológica; T-I, parcela integral; T-C, parcela convencional.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMOPA, 2003. Estudio general de la estructura y balance agronómico y económico de las explotaciones agrícolas de la Región de Murcia.
- ALIYU, L. 2000. Effect of organic and mineral fertilizers on growth, yield and composition of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Biol. Agric. Hortic.* 18, 29-36.
- ALONI, B.; PASHKAR, T.; KARNI, L. y DAIE, J. 1991. Nitrogen supply influences carbohydrate partitioning of pepper seedlings and transplant development. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 116, 995-999.
- BAGHOUR, M.; RUIZ, J.M. y ROMERO, L. 2000. Metabolism and efficiency in nitrogen utilization during senescence in pepper plants: Response to nitrogenous fertilization. *J. Plant Nutr.* 23, 91-101.
- DOORENBOS y PRUITT, 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje nº 24. Roma.
- HUETT, D.O. 1996. Prospects for manipulating the vegetative reproductive balance in horticultural crops through nitrogen nutrition: A review. *Aust. J. Agr. Res.* 47, 47-66.
- MARSCHNER, H. 1995. En: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. New York. 6-78.
- WEINBAUM, S.A.; JOHNSON, R.S. y DEJONG, T.M. 1992. Causes and consequences of over-fertilisation in orchards. *Hort. Technology.* 2, 112-120.
- WINSOR, G. y ADAMS, P. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Volume Glasshouse Crops. Ministry of Agriculture and Food. United Kingdom.
- XU, G.H.; WOLF, S. y KAFKAFI, U. 2001. Effect of varying nitrogen form and concentration during growing season on sweet pepper flowering and fruit yield. *J. Plant Nutr.* 24, 1099-1116.