

## ***Agronomic effects of three cultivation techniques (conventional, integrated and organic) on yield of sweet pepper under greenhouse cultivation.***

**J. Navarro Sánchez<sup>(1)</sup>, F. M. del Amor Saavedra<sup>(2)</sup>, J. Cánovas Cuenca<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, Plaza Juan XXIII s/n, 30008. Murcia. España. E-mail: joanquin.navarro@carm.es

<sup>(2)</sup> Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, C/ Mayor, s/n, 30150. La Alberca (Murcia). España.

### **Resumen**

El cultivo del pimiento en el Campo de Cartagena tiene una estructura eminentemente familiar, con gran número de pequeños productores y elevados requerimientos de mano de obra. 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", var. '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 confirmaron que la producción total acumulada en el cultivo integrado (T-I), donde llegó a los 11,37 kg/m<sup>2</sup> y 62,05 frutos/m<sup>2</sup>, fue significativamente superior a los otros dos tratamientos estudiados. Entre T-E y T-C no se observó 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. El T-I fue el que obtuvo mejores resultados en rendimiento, número de frutos y mayores calibres. Se concluye que una única aplicación de estiércol, ayudada con aportes moderados de abono mineral optimiza la producción de este cultivo.

**Palabras clave:** *Capsicum annum* L.; agricultura ecológica; optimización de nutrientes, estrategias de fertilización.

### **Abstract**

Cultivation of sweet pepper in Campo de Cartagena has a family structure, with many small producers and high labor requirements. In order to investigate yield response of three cultivation techniques (organic, integrated and conventional), an experiment was designed in 2005 in a greenhouse of 640 m<sup>2</sup> in which sweet pepper "Lamuyo" type var. 'Almuden' was studied. The same irrigation dosage was applied in each cultural practice, which was monitored in eight lysimeters. Different contributions of mineral fertilizer, which have been called TE (organic treatment), TI (integrated treatment) and TC (conventional treatment), were tested. The results confirm that the total accumulated yield in the integrated treatment (TI), (11.37 kg/m<sup>2</sup> and 62.05 fruits/m<sup>2</sup>) was significantly higher than the other two treatments studied. No significant differences between TE and TC were observed (TE: 8.80 kg/m<sup>2</sup> and 52.21 fruits/m<sup>2</sup>; TC: 9.29 kg/m<sup>2</sup> and 48.64 fruits/m<sup>2</sup>). TI treatment was the best cultivation technique as produced higher yield, number of fruits and larger sizes. We conclude that a single application of manure with a moderate supply of mineral fertilizer can optimize the yield of this crop.

**Keywords:** *Capsicum annum* L.; Organic production; nutrient optimization; fertilization strategies.

### **1. Introducción**

El cultivo del pimiento (*Capsicum annum* L., fam. Solanaceae) tiene gran importancia en la Región de Murcia, donde su superficie total se aproxima a las 1800 ha, dando lugar a una producción comercializable de unas 155000 t. El número de productores de pimiento es de 1455, 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 [1].

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 [9].

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 I.N.I.A. (Proyecto RTA04-035). Los ensayos debían aportar 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 evaluar el efecto de la aplicación de distintas dosis de fertilizantes nitrogenados de uso común.

## 2. Materiales 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>, orientación Noroeste-Sureste, con ventilación cenital, humidificación y riego por goteo. El invernadero estaba recubierto de PE de 800 galgas de espesor, situado en la finca del C.I.F.E.A. de Torre-Pacheco, en el Campo de Cartagena.

### 2.1. Diseño experimental.

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", var. 'Almuden' a un marco de 1 x 0,4 m<sup>2</sup>, 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 [5]. 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 m<sup>3</sup>/ha a la semana, con unas necesidades hídricas totales del cultivo de 7370 m<sup>3</sup>/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. 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 g/m<sup>2</sup>, al que hay que añadir 4 kg/m<sup>2</sup> de estiércol fermentado.

## 3. Resultados y Discusión

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 las categorías de pimiento establecidas.

La producción comerciable, sin distinguir categorías, fue muy superior en el T-I con 11,37 kg/m<sup>2</sup> 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 kg/m<sup>2</sup> y 9,29 kg/m<sup>2</sup> respectivamente. Las

diferencias productivas del T-I son altamente significativas con respecto a los otros dos tratamientos que no difieren entre sí.

Una de las 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/m<sup>2</sup>), que difiere del T-C (48,64 pimientos/m<sup>2</sup>), pero no del T-E (52,21 pimientos/m<sup>2</sup>).

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 5).

Podemos concluir que el ensayo de tres técnicas de cultivo, en pimiento híbrido tipo Lamuyo, se ha traducido por 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 kg/m<sup>2</sup>) que en T-C (9,29 kg/m<sup>2</sup>) y T-E (8,80 kg/m<sup>2</sup>); 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 tratamiento 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.

#### 4. Conclusiones

Podemos afirmar que una menor producción en los tratamientos ecológico y convencional, frente al tratamiento integrado, se debió 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 reponía 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 [10].

Al principio el peso fresco unitario fue mayor en T-E, y menor en T-C, hasta los 196 días después del trasplante, donde empieza a notarse la merma productiva de T-E 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 fue mayor en T-I frente al resto de los otros tratamientos a partir de la 3<sup>a</sup> recolección.

La aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados, que favorece el crecimiento vegetativo y viene acompañada de una menor producción, es considerada como sobre-fertilización [8] y fue la causante de la disminución del rendimiento en las plantas con tratamiento T-C. Resultados similares han sido descritos por otros autores [2 y 4]. Según Marschner (1995) [7], 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 [3 y 6], lo que explica los mejores resultados del tratamiento integrado. Todo ello indica que un estercolado acompañado de aportes moderados de N, constituiría una fertilización óptima que aseguraría la producción y longevidad del cultivo de pimiento.

#### 5. 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. Se agradece la cesión del invernadero para los ensayos al C.I.F.E.A. de Torre-Pacheco.

#### 6. Referencias bibliográficas

- [1] AMOPA. 2010. Estudio general de la estructura y balance agronómico y económico de las explotaciones agrícolas de la Región de Murcia.
- [2] Aliyu L. 2000. Effect of organic and mineral fertilizers on growth, yield and composition of pepper (*Capsicum annum* L.). *Biol. Agric. Hortic.* 18, 29-36

[3] Aloni B., Pashkar T., Karni L., Daie J. 1991. Nitrogen supply influences carbohydrate partitioning of pepper seedlings and transplant development. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 116, 995-999

[4] Baghour M., Ruiz J.M., Romero L., 2000. Metabolism and efficiency in nitrogen utilization during senescence in pepper plants: Response to nitrogenous fertilization. *J. Plant Nutr.* 23, 91-101

[5] Doorenbos, Pruitt. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje nº 24. Roma.

[6] 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

[7] Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. New York. 6-78

[8] Weinbaum S.A., Johnson R.S., Dejong T.M., 1992. Causes and consequences of overfertilisation in orchards. *Hort. Technology.* 2, 112-120

[9] Winsor G., Adams P. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Volume Glasshouse Crops. Ministry of Agriculture and Food. United Kingdom.

[10] Xu G.H., Wolf S., 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

## Tablas y Figuras

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

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

**Tabla 2.** Categorías de pimiento establecidas en la recolección.

Extra	1ª Categ.	2ª Categ.	3ª Categ.	Industria	Destrio
> 210g	209-150 g	149-110 g	109-85 g	< 85 g	Frutos dañados por plagas, enfermedades o deformaciones

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

TRAT.	EXTRA y I (%)	II y III (%)	INDUSTRIA (%)	DESTRIO (%)	TOTAL (g/m <sup>2</sup> )
T-E	67,87 a	21,12 a	9,19 a	1,82 a	8959,49 a
T-I	74,67 c	15,47 a	6,51 a	3,36 b	11769,94 b
T-C	78,84 b	13,62 b	4,46 b	3,08 ab	9587,62 a

Test de Tukey, T-E: cultivo ecológico; T-I: cultivo integrado; T-C: cultivo convencional.