



ABONADO NITROGENADO Y PRODUCCIÓN EN PIMIENTO DE INVERNADERO EN EL CAMPO DE CARTAGENA

(Campañas 1999-2000-2001)

Juan Cánovas Cuenca
Joaquín Navarro Sánchez

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agroalimentario

Natalio Alcaraz Alonso
M^a Carmen Gómez Hernández
Pedro Angosto Cano

Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco

Edita:

Comunidad Autónoma de la Región de Murcia
Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente
© Copyright / Derechos reservados

Coordina y distribuye:

Dirección General de Investigación y Transferencia Tecnológica.
Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica.
Plaza Juan XXIII, s/n - 30071 Murcia.

Preimpresión:

CompoRapid, S.L.

Impresión:

Pictografía, S.L.

Depósito Legal:

MU-167-2003

Se autoriza la reproducción total o parcial citando la fuente

1. Introducción

El cultivo del pimiento constituye un ejemplo típico de las nuevas orientaciones productivas de la agricultura comercial de la Región de Murcia. Actualmente su ocupación es superior a las 1.500 Has. de superficie, de las cuales más del 85% es bajo invernadero, y supone una producción anual en torno a las 125.000 Tm. al año. En general, la producción de la Región supone alrededor del 15% del total español, con un 6,5% de la superficie (lo que da idea de los elevados rendimientos), estando en el Campo de Cartagena el 83% de la superficie regional. Respecto a su importancia, constituye el 6% de la Producción Final Agraria Regional y en torno al 9% del total del Subsector Agrícola (AMOPA 2000).

A nivel social, este cultivo en el Campo de Cartagena, demanda más de 1,5 millones de jornales al año y participa en la producción final agraria de la Región de Murcia en una cantidad superior a 15.000 millones de pesetas al año, correspondiendo más de 8.000 millones a la exportación, según datos de 1998 (AMOPA 2000).

El elevado rendimiento de este cultivo dentro de las orientaciones productivas presentes en la agricultura murciana está determinado por la incorporación masiva de tecnologías avanzadas: cultivo bajo invernadero, acolchado, riego localizado, calefacción,...., por ello, es uno de los paradigmas de la moderna agricultura tecnificada y artificial, sin embargo, la tendencia actual plantea la sustitución de tecnologías químicas por técnicas físicas o biológicas menos agresivas para el medioambiente.



Cultivo altamente tecnificado: invernadero multicapilla, pantalla térmica y riego por goteo.

La agricultura intensiva mediterránea, para ser competitiva, necesita alcanzar una producción mayor y de mejor calidad, con un ahorro de mano de obra y una limitación en los costes de producción, lo que se traduce en unas adecuadas técnicas culturales: material vegetal, tratamientos fitosanitarios, mecanización y fertilización. En este contexto, muchos agricultores han creído que, a mayores dosis de fertilizantes, conseguirán mejores rendimientos, lo que les ha llevado a una sobredosificación de los mismos, que además de suponerles un gasto innecesario contamina el medio ambiente, tanto en el proceso de fabricación como tras su aplicación. Esta práctica se ha visto favorecida por el bajo costo de los fertilizantes, que en invernaderos de Almería no llegan al 10% de los gastos totales del cultivo (López-Gálvez et al., 1994).

Hay en este sentido numerosos estudios que ponen de manifiesto la mayor concentración de nitratos en las áreas cultivadas y fertilizadas frente a las no fertilizadas, pudiendo afirmarse que la agricultura participa en forma significativa en la contaminación nítrica (Adiscott, 1995).

Por otra parte, la preocupación por la sanidad de los alimentos en la Unión Europea permite prever cómo, en un futuro próximo, el contenido de nitratos va a ser un nuevo parámetro negativo de calidad de las hortalizas. De hecho ya se dan unos valores límites admisibles de nitratos para ciertos productos a base de hortalizas, como las espinacas y las lechugas o los alimentos infantiles (Ansonera et al., 1994) y, a nivel de la Unión Europea, el contenido de nitratos en los alimentos está regulado por dos leyes: la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/2/CE de 20 de Febrero de 1995, referente a los aditivos alimentarios distintos de los colorantes, y el RCEE 194/97 de la Comisión, de 31 de Enero de 1997, que establece los niveles máximos para determinados contaminantes en los alimentos.

Todo ello justifica que el mantenimiento de la productividad del cultivo en condiciones de efecto mínimo sobre el medio ambiente sea un objetivo deseable y necesario desde el punto de vista socio-económico. Para conseguir este objetivo es necesario disponer de la información técnica necesaria que permita optimizar las dosis de abonado nitrogenado en función de su eficiencia y del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas, lo que constituye el objetivo general del proyecto de investigación, financiado conjuntamente por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

2. Planteamiento del ensayo

Este proyecto de investigación comenzó a desarrollarse en el último trimestre del año 1998, contándose con las infraestructuras necesarias para contener las variantes objeto de ensayo, y que consistieron en un invernadero tipo multicapilla con ocho líxímetros de drenaje en su interior, situados en la finca del Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco (Murcia).

Los líxímetros se llenaron de tierra de cultivo procurando ordenar los horizontes conforme a la distribución existente al momento de la excavación, operación esta que se realizó en los últimos meses de 1997, tras lo cual se han llevado a cabo tres cultivos de pimiento grueso desde ese año. Tras estercolar, desinfectar y dar labores de rotovator se instaló la red de riego por goteo.

Respecto al material vegetal empleado, cada año se ponían 133 plantas de pimiento por líxímetro, provenientes de semillero, en cepellón, variedad "Lamuyo", cultivar 'Herminio', tipo B₁ de la clasificación de Pochard (1966), pimiento largo de carne gruesa para su corte preferentemente en verde. Se plantaron en llano, a un marco de 1 x 0,40 m., lo que equiva-



Aspecto de la construcción de los líxímetros de drenaje.



Detalle del sistema de plantación.

le a una densidad de 25.000 plantas/Ha. Se trasplantaban hacia mediados de diciembre, siendo por lo tanto pimiento del ciclo primaveral, que es el más corriente en la zona.

Se diseñó un experimento con 4 dosis de abonado nitrogenado, repetidas en dos bloques al azar, que se repitieron durante tres campañas: 1998-99, 1999-00 y 2000-01. En cada una de las parcelas elementales se cuantificó la recolección para establecer las relaciones entre el nitrato aportado, nitrato lixiviado y la producción de pimientos.

3. Evolución del cultivo

La recolección de pimientos se realizó cada año desde finales de abril o principios de mayo hasta julio. En cada caso se clasificaron en cuatro categorías: extra, primera, segunda y destrío. A su vez, extra, primera y segunda se agruparon como cosecha comercial. Una vez realizada la clasificación se determinaron, para cada categoría, el número de frutos y el peso de los mismos. La recolección se realizaba preferentemente en verde, recolectando los frutos a mano cuando estaban con la dureza y tonalidad características de la variedad, en cajas de plástico de 15 kgs. Los calibres para clasificar el pimiento largo de invernadero se basan en el diámetro y en el peso, siendo este último criterio el empleado en el ensayo, en el cual se han establecido las categorías: frutos con peso mayor de 251 g, entre 250 y 201 g, entre 200 y 81 g. y los frutos menores de 80 g. clasificados como frutos de destrío.

La distribución de los fertilizantes se realizó en función de la técnica de cultivo y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los análisis de suelos. En la actualidad, en casi la totalidad del cultivo de pimiento bajo invernadero, se hace mediante fertirrigación, ya que es el método más eficaz de aplicación de fertilizantes (Cadahia, 1989). La nutrición del pimiento en cultivo intensivo se basa en el conocimiento de las extracciones que la cosecha de pimientos realiza a lo largo de su ciclo, siendo diversos los factores que influyen en los ritmos de absorción de nutrientes por el cultivo: material vegetal, condiciones ambientales, calidad del agua de riego, técnicas de cultivo..., por lo que un calendario de fertirrigación no es lo más indicado. No obstante, es la práctica más común en la zona, por lo que es la que se empleó en el ensayo.

Para el pimiento tipo "Lamuyo F₁" y en cultivos bajo invernadero sin calefacción se dan datos de extracciones de nutrientes a lo largo del ciclo de cultivo que varían de unos autores a otros. Así, expresado en Kg. de nutrientes extraídos por tonelada de fruto fresco producido, para una producción estimada de 10 Kg/m², se extraerían de N entre 2,93 Kg/t (Rincón et al., 1993) y 5,25 Kg/t (Grainfenberg et al., 1985); de P₂O₅ entre 0,52 y 0,76 Kg/t; de K₂O entre 4,60 y 5,12 Kg/t; de CaO entre 1,69 y 4,81 Kg/t y de MgO entre 0,46 y 1,07 Kg/t. En lo que sí coinciden la mayoría de los autores es que las mayores cantidades de nutrientes extraídas por el cultivo se consumen desde la primera recolección (100 días después del transplante) hasta el final del periodo del cultivo, siendo las proporciones medias extraídas en esta etapa del 70% del N, 80% del P₂O₅, 60% del K₂O, 55% del Ca y 65% del Mg (Rincón et al., 1993).

En la tabla nº 1 se reflejan los abonos realmente aportados en los tres años de cultivo, abonado que se ha realizado en función de todo lo anterior y atendiendo a la periodicidad de las extracciones, recomendadas por el Sistema de Información Agrario Murciano (SIAM) de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.

TABLA 1. ABONADO APLICADO AL CULTIVO DE PIMIENTO EN LOS TRES AÑOS DE ENSAYO

	1999 (gr/m ²)	2000 (gr/m ²)	2001 (gr/m ²)
ÁCIDO FOSFÓRICO	20,0	21,0	21,0
NO ₃ Ca T-1	0	0	0
NO ₃ Ca T-2	96,6	96,6	96,6
NO ₃ Ca T-3	193,6	193,6	193,6
NO ₃ Ca T-4	290,2	290,2	290,2
SULFATO POTÁSICO	119,9	188,1	188,0
MICROE. (Mn,Zn,Mg)	–	2,7	12,5
HIERRO (2,4%)	–	2,0	–

Las dosis de riego se determinaron por el método de la FAO (1977), tomando lecturas diarias de la evaporación de cubeta clase A y haciendo una programación diaria del riego, calculando las necesidades totales en l/día. Estos datos se contrastaron con los ofrecidos por el S.I.A.M., que ofrece informes de la ETo semanal (mm), de la Estación de Torreblanca (Torre-Pacheco), Blanney-Criddle, Penman-Monteith y el método de la radiación.



Se aplicaron las técnicas de cultivo más habituales en la Comarca, entre ellas la fumigación con Bromuro de Metilo.

4. Efecto del abonado nitrogenado sobre la contaminación por nitratos

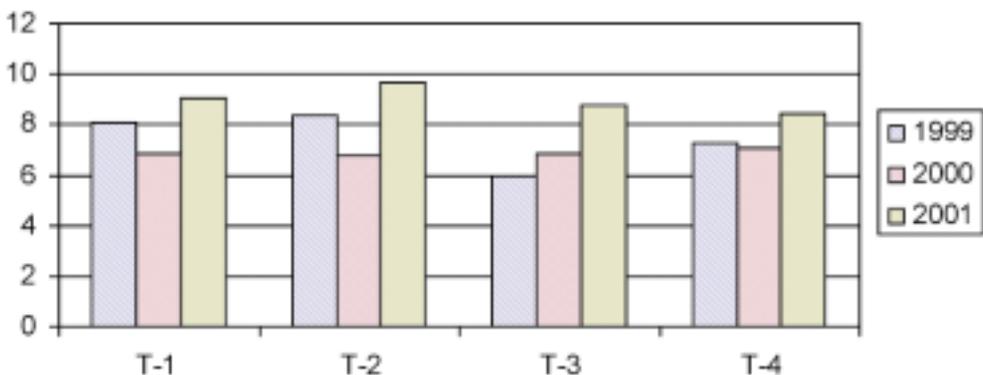
La superficie real dedicada al cultivo de pimiento fue 414,96 m², la producción total media por metro cuadrado de ensayo para el conjunto de las tres campañas fue 7,86 kilogramos; la producción comercial por metro cuadrado de ensayo fue de 7,22 kg. Teniendo en cuenta que se levantaba el cultivo a mediados de julio, la cosecha fue semejante a las habituales en la Comarca, algo inferior en el año 2000 por haber sido afectados por el virus del bronceado. El número de frutos medio fue 30,84 por metro cuadrado para la producción total y 27,55 para la comercial, datos que se reflejan en la tabla nº 2.

TABLA 2. PRODUCCIÓN TOTAL Y COMERCIAL DE CADA TRATAMIENTO, REFERIDA A LA MEDIA DE LOS TRES AÑOS

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN TOTAL		PRODUCCIÓN COMERCIAL	
	Nº Frutos/m ²	kg/m ²	Nº Frutos/m ²	kg/m ²
T-1	31,45a	8,00a	27,70a	7,46a
T-2	32,13a	8,26a	27,70a	7,53a
T-3	28,46a	7,58a	26,50a	6,95a
T-4	31,32a	7,58a	28,30a	6,95a
MEDIA	30,84	7,86	27,55	7,22

Las cifras acompañadas con la misma letra no presentan diferencias significativas.

CUADRO1.- PRODUCCIÓN TOTAL DE PIMIENTO POR TRATAMIENTO Y AÑO (Kg/m²)





Parcela sin abonado mineral nitrogenado. No se apreciaban deficiencias hasta bien avanzado el cultivo.

Como se ve en el cuadro nº 1 no se aprecia efecto significativo de los tratamientos sobre las producciones, incluso el tratamiento sin abonado nitrogenado no ha acusado descenso de producción. Por lo tanto, se puede afirmar que las distintas dosis de abonado nitrogenado no han influido en la producción total de pimientos.

Se ha estudiado también el efecto de los tratamientos sobre la precocidad de las cosechas, considerando precoces las obtenidas antes del 31 de mayo de cada año. El conocimiento de este efecto tiene interés agrícola porque los precios conseguidos por la venta de pimientos suelen ser más elevados cuánto más precoces son las cosechas. La tabla nº 3 resume los datos obtenidos de precocidad de la producción total y comercial para cada tratamiento, referidos a m² de superficie de ensayo, donde se aprecia que la aportación de nitrógeno, en el intervalo de dosis ensayado, no influye en la precocidad de la producción comercial.

TABLA 3. PRECOCIDAD DE LA COSECHA. Media de los años 1999, 2000 Y 2001.

TRATAMIENTO	COSECHA PRECOZ TOTAL		COSECHA PRECOZ COMERCIAL		PRECOCIDAD %	
	Nº Frutos/m ²	Gr./m ²	Nº Frutos/m ²	Gr./m ²	Cosecha Total	Cosecha Comercial
T-1	15,0	4173	14,7	4077	52,4	55,3
T-2	15,7	4126	15,1	3965	50,3	52,9
T-3	14,2	3763	13,8	3663	48,9	52,5
T-4	16,3	4182	15,7	4033	54,7	57,3
MEDIA	15,3	4061	14,8	3934	51,6	54,5

Esta conclusión, corroborada ya con los datos de tres años por el análisis de la varianza y el estudio de la correlación entre las dos series de valores, nos induce a pensar que, a partir de una dosis óptima de nitrógeno, un aumento en el abonado con este nutriente no da lugar a un adelanto o a un retraso en las producciones. De ahí que el ajuste del abonado para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas no es probable que afecte a una cualidad tan importante en la producción de pimientos como es la precocidad.

5. Conclusiones

Estos resultados en cuanto a la cosecha total en función del tratamiento nitrogenado, que coinciden sustancialmente en los tres años del ensayo, sugieren que el suelo tiene una elevada capacidad de suministro y la planta de adaptación a condiciones de deficiencia nitrogenada, lo que permite que el T-1 (tratamiento al que no se aporta nitrógeno mineral) haya tenido una producción similar a la del resto de los tratamientos. Ésto permite inferir que no es necesario llegar a las dosis de abonado habituales en la Comarca para conseguir más y mejores cosechas.

La explicación de cómo puede la planta mantener la producción y calidad de pimientos sin fertilización nitrogenada mineral creemos que está en la elevada capacidad de suministro del suelo (restituida sobre todo por el aporte anual de materia orgánica del estercolado) y la capacidad de adaptación de la planta a condiciones adversas, traslocando la mayor parte del nitrógeno disponible a los frutos en detrimento del resto de los órganos vegetativos.

La parcela en la que no se aportó nitrógeno mineral, no sólo no disminuye significativamente su producción en ninguno de los años del ensayo, en contra de lo que



La parcela sin abonado nitrogenado (2° plano) presenta deficiencias acusadas al final del cultivo, en cambio la producción no varió.

se esperaba, sino que no aprecia diferencias con el resto de parcelas experimentales. Ésto demuestra que la mayoría de las aportaciones de nitrógeno son superiores a las necesidades reales del cultivo, aún teniendo en cuenta la mineralización y producción de este nutriente en el propio hábitat donde se desarrollan las raíces, siendo suficiente para restituir las extracciones el abonado orgánico y el nitrógeno aportado por el agua.

Por lo tanto, los resultados obtenidos indican que las dosis de abonado mineral nitrogenado utilizadas en la Comarca, en su mayoría, superan las cantidades de abono nitrogenado necesarias para obtener una cosecha normal, y que su incremento, además de elevar los costes de cultivo afecta a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (*ver publicación número 11 de esta serie*).

Con 1,5 kilogramos de nitrógeno por tonelada métrica de producción prevista (que equivale a 30 g. de nitrógeno por m² de superficie) se obtuvieron, aunque sin significación estadística, las mayores y mejores producciones (tratamiento 2 del ensayo). Además, en el intervalo de dosis objeto de este estudio, las variaciones en el abonado nitrogenado no tuvieron efecto alguno sobre la precocidad de la cosecha, ni siquiera el tratamiento en el que no se echó abonado mineral nitrogenado durante tres años.



Mayor porte y mejor color de las parcelas con más dosis de abonado nitrogenado, en cambio no se vio favorecida la producción.

Lo anterior permite afirmar que, en las condiciones del ensayo, son alcanzables niveles normales de producción de pimiento con bajas dosis de abonado nitrogenado, puesto que en el ensayo se han mantenido las producciones únicamente con el aporte nitrogenado del estiércol (estimado en 9 g N/m²) y del agua de riego (menor de 1 g N/m²), lo que se ha comprobado contribuye a disminuir la lixiviación de nitrato y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (ver publicación número 11 de esta serie).

Además hay que tener en cuenta el aspecto sanitario, con el establecimiento de niveles legales para el contenido de nitratos en algunos alimentos vegetales y las directivas europeas sobre la contaminación de las aguas producidas por los nitratos de fuentes agrarias que, en un futuro no muy lejano, va a obligar a controlar este tipo de parámetros para poder colocar en el mercado los productos.

BIBLIOGRAFÍA

- ADISCOTT T.M., 1995. Modelling the fate of crop nutrients in the environment: problems of scale and complexity. *Eur. J. Agron.* 4:4, 413-417.
- AMOPA, 2000. Estudio general de la estructura y balance agronómico y económico de las explotaciones agrícolas de la Región de Murcia. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia, 597 p. Murcia.
- ANSONERA J., MERINO D., FERNÁNDEZ E., RUÍZ N., MURO J., 1994. Nitratos en lechugas. Influencia del abonado nitrogenado en el contenido de nitratos en lechugas de verano. *Revista Horticultura* 99: 13-18.
- CADAHIA C., 1989. Criterios para la aplicación de fertilizantes en riego localizado. *Fertilización* 100:3-15.
- FAO, 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. J. Doorenbos y W.O. Pruitt. Estudio FAO riego y Drenaje, 24. 194 p. Roma.
- LÓPEZ-GÁLVEZ J., NAREDO J.M., 1994. Enarenado y sustratos con solución perdida. Evaluación en un cultivo de tomate. *Hortofruticultura*. Año V. 6: 41-46.
- POCHARD E., 1966. Donnes experimentales sur la selection du piment (*Capsicum annum L.*) *An. Am. Plantes* 16(2): 185-197.
- RINCÓN L., SÁEZ J., BALSALOBRE E., PELLICER M.C., 1993. Nutrición del pimiento grueso de invernadero. *Hortofruticultura* 5 : 37-41.

Información

Para cualquier información complementaria, pueden dirigirse a:

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y MEDIO AMBIENTE

- **Servicios Centrales**

Plaza Juan XXIII, s/n. - 30008 Murcia

Teléfonos: 968 36 27 01 - 968 36 27 26 • Fax: 968 36 64 09

- **Centros Integrados de Formación y Experiencias Agrarias**

Jumilla

Ingeniero La Cierva, s/n.

Tel.: 968 78 09 12 • Fax: 968 78 30 11

Lorca

Ctra. Águilas, km. 2

Tel.: 968 46 85 50 • Fax: 968 46 84 23

Molina de Segura

Gutiérrez Mellado, 17

Tel.: 968 64 33 99 • Fax: 968 64 34 33

Torre Pacheco

Avda. Gerardo Molina, s/n.

Tel.: 968 57 82 00 • Fax: 968 57 82 04

- **Oficinas Comarcales Agrarias**

Jumilla

Avda. Reyes Católicos, 2

Tel.: 968 78 02 35 • Fax: 968 78 04 91

Cieza

Ctra. Murcia, s/n.

Tel.: 968 76 07 05 • Fax: 968 76 01 10

Caravaca de la Cruz

C/. Julián Rivero, 2

Tel.: 968 70 76 66 • Fax: 968 70 26 62

Molina de Segura

Ctra. Fortuna, s/n.

Tel.: 968 61 04 07 • Fax: 968 61 61 12

Mula

B.º Juan Viñeglas

Tel.: 968 66 01 52 • Fax: 968 66 01 80

(Ext. 64024)

Murcia

Plaza Juan XXIII, s/n.

Tel.: 968 36 27 00 • Fax: 968 36 28 64

Lorca

Ctra. de Águilas, s/n.

Tel.: 968 46 73 84 • Fax: 968 46 73 57

Torre Pacheco

Avda. Gerardo Molina, s/n.

Tel.: 968 57 84 06 • Fax: 968 57 76 68

Alhama

C/. Acisclo Díaz, s/n.

Tel.: 968 63 02 91 • Fax: 968 63 19 82

Cartagena

Plaza de los tres reyes, 1 - 3.º

Tel.: 968 50 81 33 • Fax: 968 52 95 71

ORGANIZACIONES PROFESIONALES AGRARIAS

FEDERACIONES DE COOPERATIVAS AGRARIAS

OTRAS PUBLICACIONES DE LA SERIE

- N.º 1.- Las podredumbres del racimo en la uva de mesa. Incidencias en la Región de Murcia.
- N.º 2.- Comportamiento vegetativo y productivo de variedades de almendro.
- N.º 3.- Estructura varietal de los cultivos de lechuga iceberg y coliflor. (Campo de Cartagena, campaña 1997-1998).
- N.º 4.- Cultivo de clavel en banqueta de arena: una alternativa a la producción en suelo.
- N.º 5.- Producción Integrada. Alimentos sanos y garantizados. Normativa reguladora.
- N.º 6.- El desarrollo de la agricultura de producción integrada en la Comunidad Autónoma de Murcia.
- N.º 7.- Producción de conejo de carne. Reposición de reproductores en el cruzamiento doble.
- N.º 8.- Introducción al cultivo de solidago.
- N.º 9.- Balance de variedades de lechuga en el campo de Cartagena.
- N.º 10.- Introducción al cultivo de flor de cera.
- N.º 11.- Contaminación por nitratos en pimiento de invernadero en el campo de Cartagena.