

Tres técnicas de cultivo diversas, como la ecológica, integrada y convencional, fueron el punto de partida de este ensayo, que estudió las pérdidas reales de nitrato en cultivo de pimiento de invernadero del Campo de Cartagena.

Técnicas de cultivo en la lixiviación de nitratos en pimiento de invernadero

J. CÁNOVAS, D. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ, M^a D. GARCÍA, M^a M. CÁNOVAS, P. A. CÁNOVAS, F.M. DEL AMOR Y J. NAVARRO (AUTOR)

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). La Alberca (Murcia). joanquin.navarro@carm.es

Con el objetivo de estudiar la percolación de agua de riego y las pérdidas reales de nitratos en un cultivo de pimiento de invernadero en el Campo de Cartagena, se diseñó en el año 1999 un experimento consistente en la construcción de 8 lisímetros de drenaje de dimensiones medias 7,80 x 6,65 x 0,85 m³, bajo un invernadero multicapilla de 640 m². En dichos lisímetros se ensayó en el año 2004 una plantación de pimiento California, cultivar "Cabezo" con tres técnicas de cultivo: ecológico, integrado y convencional.

Aplicando unas mismas dosis de riego y labores culturales, las diferencias entre los tres tratamientos ensayados estuvieron en el abonado y en la lucha contra las plagas y enfermedades. Se realizó sólo estercolado en el cultivo ecológico, estercolado + abonado mineral en el integrado y estercolado + doble del abonado mineral en el convencional. Se empleó lucha biológica exclusivamente en el cultivo ecológico, biológica + química en el integrado y química exclusivamente en el convencional.

Los resultados obtenidos en la lixiviación confirman que tanto la concentración como la cantidad acumulada de nitratos lixiviados es muy superior en el cultivo convencional (dónde llega a los 300 kg/ha) que en el integrado (215 kg/ha) o en el ecológico (175 kg/ha). Este efecto se acentúa notablemente cuando los riegos comienzan a ser más abundantes, a partir de los 130 días desde la



plantación. Las pérdidas de nitratos son similares al inicio del cultivo en los tres tratamientos por la elevada demanda de las plantas de este elemento y volúmenes de riego muy inferiores.

El comportamiento de las sondas a 25 cm de profundidad sigue unas pautas lógicas, habiendo una buena correspondencia entre el nitrato aplicado y su concentración en la zona radicular a 25 cm. Sin embargo las sondas situadas a 50 cm de profundidad dan una concentración de nitratos elevada

El pimiento es uno de los cultivos hortícolas más importantes de España.

en el cultivo convencional; pero, en contra de lo que cabría esperar, dan una concentración de nitratos mayor en el cultivo ecológico que en el cultivo integrado, lo que no permite inferir que este método sea eficaz para determinar las pérdidas de nitratos de los cultivos.

Conservación, protección y mejora

Conservación, protección y mejora de la calidad son objetivos fundamentales en la política de la Unión Europea sobre el Medio

Aplicando unas mismas dosis de riego y labores culturales, las diferencias entre los tres tratamientos ensayados estuvieron en el abonado y en la lucha contra las plagas y enfermedades

Ambiente (Unión Europea, tratado Constitutivo, art. 130R, 1992), política que incluye también la utilización prudente y racional de los recursos naturales.

La lixiviación de nitratos es objeto de acciones preventivas y correctoras emanadas de la política medioambiental de la Unión Europea, reguladas en 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. Esta normativa se traspuso al derecho interno español mediante el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, que preveía la promulgación de códigos de buenas prácticas agrarias incluyendo procedimientos para la aplicación a las tierras de fertilizantes químicos y estiércol a fin de preservar las aguas de la contaminación con nutrientes, considerando tanto la periodicidad como la uniformidad de la aplicación.

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, Adams, 1987).

Por otro lado, el pimiento es uno de los cultivos hortícolas más importantes de España. Según el Anuario de Estadística Agraria del M.A.P.A. (2004) es el quinto cultivo hortícola en cuanto a superficie,



La infraestructura fundamental del ensayo es un conjunto de ocho lisímetros de drenaje de 7,80 x 6,65 m² cada uno.

precedido sólo por tomate, melón, lechuga y ajo y es el tercero en cuanto a producción total, precedido por tomate y cebolla. La superficie total destinada a cultivo de pimiento dulce es de unas 35.000 ha. de las cuales unas 12.000 son protegidas y el resto al aire libre. La producción total a nivel nacional se aproxima al millón de toneladas.

La Región de Murcia es una de las principales productoras, con cerca del 15% del total español y una producción estabilizada en tor-

no a 150.000 Tm. por año (AMO-PA, 2003), con el 85% de la misma de pimiento grueso bajo invernadero, especialmente en el Campo de Cartagena, dónde se encuentra ubicado el ensayo.

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

sido financiado por el I.N.I.A. (Proyecto RTA04-035).

Los ensayos aportan información básica para conocer la repercusión que las técnicas de cultivo ensayadas T-E, T-I y T-C (cultivo ecológico, integrado y convencional), y el uso de fertilizantes nitrogenados de uso común en el cultivo de pimiento bajo invernadero tienen en la contaminación de las aguas subterráneas. A partir de estos conocimientos, se intentarán establecer recomendaciones para minimizar su impacto y potenciar una agricultura respetuosa con el medio ambiente.

Todo esto en el contexto del Campo de Cartagena, calificado como zona vulnerable a la contaminación por nitratos (diciembre 2001) y con influencia directa sobre la laguna del Mar Menor, calificada como humedal RAMSAR de la ONU, zona de Especial Protección para las Aves y lugar de interés comunitario.

Infraestructuras y diseño experimental

La infraestructura fundamental del ensayo es un conjunto de ocho lisímetros de drenaje de 7,80 x 6,65 m² 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 m², orientación Noroeste-Sureste, con ventilación cenital, humidificación por fog-system y riego por goteo. El invernadero estaba recubierto de PE de 800 galgas de espesor, con una altura mínima 3,5 m y situado en la finca del C.I.F.E.A. de Torre-Pacheco, en el Campo de Cartagena.

Se instalaron los lisímetros de forma que el perfil del suelo en cada uno de ellos estuviera constituido por los mismos horizontes que el suelo natural, cuyas características medias a una profundidad de 0 a 60 cm, con pequeñas variaciones entre lisímetros son: textura franco-arcillosa, CE 3-5 dS/m, PH 7,7-7,9, caliza total 34-37 %, caliza activa 16-18 %,

niveles de fertilidad normales, contenido bajo en materia orgánica (en torno al 2 %) y escasa salinidad.

El agua de riego fue suministrada por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, procede del trasvase Tajo-Segura y tiene una CE media de 1,09 dS/m y un contenido medio de sales solubles de 0,82 g/l, de ellas 2,2 mg/l de nitratos.

Se realizaron los siguientes tratamientos experimentales, distribuidos en bloques al azar, con dos parcelas para el T-E, tres para el T-I y otras tres para el T-C:

Tratamiento ecológico (T-E):

La fertilización de estas dos parcelas se realizó antes de la plantación con la aplicación de estiércol de oveja bien fermentado, a razón 4 kg/m². Esta aplicación de estiércol se realizó también en el tratamiento integrado y en el convencional. Se realizó exclusivamente lucha biológica para el control fitosanitario del cultivo. Como el ensayo contaba solamente con 8 parcelas experimentales, a este tratamiento sólo le correspondieron dos parcelas (repeticiones).

Tratamiento integrado (T-I):

La fertilización de estas tres parcelas se realizó mediante la aplicación 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.

Tratamiento convencional

(T-C): Para la fertilización de estas tres parcelas se aplicó el abonado mineral siguiendo las prácticas habituales de los agricultores de la

zona. Los abonos empleados fueron los mismos que en el tratamiento integrado, pero las dosis aplicadas fueron el doble que en el T-I, superando ligeramente el límite superior establecido en las normas técnicas para la producción integrada. Se realizó lucha química para el control fitosanitario del cultivo.

Técnicas de cultivo

El 21 de Diciembre de 2004 se trasplantaron 126 plantas por lisímetro, a un marco aproximado de 1 x 0,4 m², de pimiento híbrido tipo California, cultivar "Cabezo", concluyendo el ensayo el 9 de agosto de 2005 con el levantamiento del cultivo. Previamente se había realizado biofumigación del terreno mediante la aplicación de estiércol poco fermentado y solarización desde mediados de agosto a mediados de noviembre.

La programación del riego se realizó estableciendo una dosis semanal, mediante la fórmula que emplea la evapotranspiración del cultivo de referencia, midiendo semanalmente en un evaporímetro de cubeta clase A situado en la finca del centro y aplicando el coeficiente de cultivo recomendado 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, regando cuando las tensiones se aproximaban a 20 cb, con el fin de garantizar una constancia en el nivel de humedad del suelo. También se observaba para el riego la conductividad de la solución recogida en sondas a 20, 40 y 60 cm, tratando de que estuviera situada entre 2,5 y 5 dS/m.

Los abonos empleados fueron: ácido fosfórico, nitrato cálcico, nitrato potásico, sulfato de magnesio y algunos correctores de carencias de zinc, manganeso y hierro, a las dosis consideradas normales en la comarca. Dos tercios del abonado fosfórico programado se aportaron en el tercio inicial del ciclo del cultivo y el resto en los dos tercios restantes. El nitrógeno se aportó uniformemente

■ **La lixiviación de nitratos es objeto de acciones preventivas y correctoras emanadas de la política medioambiental de la Unión Europea**



RUNNER®

Poderoso contra lepidópteros

Amigo de la fauna auxiliar



Orius laevigatus



Amblyseius swirskii



RUNNER®

COMPOSICIÓN:
Metoxifenosida 24% p/v (240 g/l)

1L e
Insecticida para control de lepidópteros

Suspensión concentrada (SC)



Registro de Producto
Fitosanitario Nº 23.764/16
Emitido por:
Dover Agroquímicos S.A.
C/ Siles de Liria 4-6
46100 Siles, Valencia
20042 MIPED

Distribuido por:
Bayer CropScience, S.L.
P.O. Box. El Pla - parcel·la 22
Tel. de 199 63 00
46200 - Alzira (Valencia)



Bayer CropScience

Cuadro 1:**Volumen de agua aportado al cultivo en l/m² y m³/ha**

Cultivo	l/m ²	m ³ /ha
Ecológico	842,52	8425,25
Integrado	812,31	8123,09
Convencional	824,29	8242,90
Media	826,37	8263,75

Cuadro 2:**Volumen de agua lixiviado en los tres sistemas de cultivo en l/m² y m³/ha**

Cultivo	l/m ²	m ³ /ha
Ecológico	152,73	1527,34
Integrado	116,25	1162,46
Convencional	191,47	1914,71
Media	153,48	1534,83

a lo largo del ciclo del cultivo y el potasio también uniformemente durante los dos tercios finales del ciclo del cultivo (Rincón et al., 1993). 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).

Resumiendo, las labores de cultivo realizadas durante el periodo diciembre 2004 / agosto 2005 fueron:

- Julio 2004: retirada de restos vegetales y labor de cultivador.
- Julio 2004: estercolado con materia orgánica fresca de oveja a 1,5 Kg/m² y labor de fresadora.
- Julio/octubre 2004: solarización y desinfección con bromuro de metilo.
- Diciembre 2004: preparación del terreno para plantación y extendido portagoteros.
- 21 diciembre 2004: Plantación y riego intenso de enraizamiento.
- 21 dic. 2004/agosto 2005: labores culturales, mediciones para el ensayo y recolecciones.
- 9 agosto 2005: levantamiento del cultivo y retirada de restos.

Volumen de agua aportada al cultivo

El cuadro 1 refleja los valores del volumen de agua aportado al cultivo en l/m², para los diferen-

tes sistemas de cultivo: ecológico, integrado y convencional, o sea, se muestra la cantidad de agua que se le ha aportado a cada tratamiento.

La cantidad de agua aportada, que ha dado una media de 8263,75 m³/Ha, se considera normal para este tipo de cultivo en la comarca, pues habitualmente varía entre los 6000 y 9000 m³/Ha.

Volumen de agua lixiviado

La toma de muestras de agua lixiviada se realizó con una frecuencia de entre 7 y 10 días aproximadamente, tomando como volumen resultante el que marcaban los contadores cuando se cerraba la válvula de los depósitos de recogida del lixiviado.

El balance total de agua lixiviada es la suma de las 22 lixiviasiones que se hicieron a lo largo de todo el ciclo de cultivo.

■ **Los ensayos aportan información básica para conocer la repercusión que las técnicas de cultivo ensayadas y el uso de fertilizantes nitrogenados de uso común en el cultivo de pimiento bajo invernadero tienen en la contaminación de las aguas subterráneas**



Las pérdidas de nitratos son similares al inicio del cultivo en los tres tratamientos por la elevada demanda de las plantas de este elemento y volúmenes de riego muy inferiores.

En el cuadro 2 se muestra el volumen de agua lixiviado en l/m² y en m³/ha en los distintos cultivos (ecológico CE, integrado CI y convencional CC), resultando una media de agua lixiviada respecto a la aportada en los tres tratamientos del 18,75 %, lo que se considera normal para este cultivo (Cánovas et al., 2002).

La cantidad de agua lixiviada en los tres sistemas de cultivo no es la misma. Esto puede ser debido a la presencia de canales defecantes que se han ido formando en los lisímetros con el transcurso de los años y los distintos cultivos implantados en el mismo invernadero. La media de agua lixiviada varía entre 14,31 % del agua aportada en el T-I y 23,23 % en el T-C.

Estudio de la información de los análisis de lixiviados

Los cuadros 3, 4 y 5 reflejan los niveles medios de conductividad eléctrica en dS/m, pH, y con-



Cuadros 3, 4 y 5:
Cada valor es la media de las tres repeticiones. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas con $P \leq 0,05$. La ausencia de letra indica que no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 3:

Conductividad eléctrica media en los lixiviados de los tres tratamientos

Fecha	Conductividad eléctrica (dS/m)		
	T-E	T-I	T-C
03/02/2005	2,95	3,61	3,95
17/02/2005	3,21 a	3,82 b	3,85 b
03/03/2005	3,06 a	3,78 b	3,76 b
31/03/2005	3,15 a	3,73 b	3,53 ab
28/04/2005	3,00	3,32	3,15
05/05/2005	2,64	3,27	3,04
10/05/2005	2,63	3,21	3,12
14/05/2005	2,53	3,18	3,05
19/05/2005	2,45	3,11	3,00
25/05/2005	2,27	2,75	2,75
06/06/2005	2,30	2,94	2,76
16/06/2005	2,25	2,72	2,87
08/07/2005	5,11 b	2,91 a	4,42 ab
14/07/2005	2,94	2,71	3,23

Cuadro 4:

pH medio en los lixiviados de los tres tratamientos

Fecha	pH		
	T-E	T-I	T-C
03/02/2005	8,00b	8,04 b	7,80 a
17/02/2005	8,07	7,92	8,04
03/03/2005	8,23	8,31	8,28
31/03/2005	7,98	8,04	7,86
28/04/2005	8,36	8,47	8,28
05/05/2005	7,79	7,87	7,81
10/05/2005	7,70	7,78	7,70
14/05/2005	7,74	7,80	7,75
19/05/2005	7,76	7,93	7,79
25/05/2005	8,30	8,47	8,22
06/06/2005	7,85	7,90	7,88
16/06/2005	7,89	7,98	8,00
08/07/2005	8,14	8,49	8,60
14/07/2005	8,04	8,14	8,03

concentración de nitratos en mg/l, obtenidos de las muestras de lixiviado recogidas en las fechas indicadas, para los diferentes sistemas de cultivo (T-E, T-I y T-C).

Los valores de conductividad eléctrica obtenidos presentan diferencias significativas sobre todo al principio del cultivo, teniendo las parcelas destinadas al sistema de cultivo ecológico valores menores que las destinadas al integrado y convencional. Los niveles de conductividad eléctrica de los cultivos integrado y convencional son prácticamente iguales.

Los valores de pH oscilan entre 7,5-8 desde el inicio y hasta el final del cultivo, independientemente del sistema de cultivo que se aplique.

Al inicio del cultivo, las concentraciones de nitratos, estadísticamente no presentan diferencias significativas entre cultivos. Sin embargo, a mitad del ciclo de cultivo los niveles de concentración varían y existen diferencias entre

Los abonos empleados fueron: ácido fosfórico, nitrato cálcico, nitrato potásico, sulfato de magnesio y algunos correctores de carencias de zinc, manganeso y hierro, a las dosis consideradas normales en la comarca

ellos. Las parcelas destinadas al cultivo integrado y convencional presentan unos niveles de concentración de nitratos estadísticamente iguales (aunque numéricamente no lo son), diferenciados de los niveles obtenidos en las parcelas en las que se lleva a cabo el cultivo ecológico.

En la figura 1 se muestran las concentraciones acumuladas de nitrato lixiviado de los tres tipos

Cuadro 5:**Concentración de nitratos media en los lixiviados de los tres tratamientos**

Fecha	NO ₃ ⁻ (mg/l)		
	T-E	T-I	T-C
03/02/2005	234,34	268,91	224,77
17/02/2005	250,12	294,56	286,59
03/03/2005	264,03	300,31	299,17
31/03/2005	243,77	254,05	178,05
28/04/2005	102,81	165,61	225,47
05/05/2005	116,89 a	199,93 ab	259,26 b
10/05/2005	105,66 a	200,26 b	276,77 b
14/05/2005	60,94 a	164,58 b	250,47 b
19/05/2005	47,26 a	130,96 ab	227,97 b
25/05/2005	24,97	132,26	160,47
06/06/2005	9,27 a	38,07 a	147,79 b
16/06/2005	3,82	49,45	148,47
08/07/2005	5,69	13,39	217,42
14/07/2005	5,36 a	4,77 a	64,26 b

de cultivo en función de los días transcurridos desde el trasplante. Las variaciones existentes en los tres tipos de cultivo se deben a las tres dosis de abonado nitrogenado aplicadas (T-E, T-I y T-C).

Cantidad de nitratos lixiviados

La figura 2 muestra la cantidad de nitratos lixiviados en g/ha obtenidos como resultado de multiplicar la concentración de NO₃⁻ presente en cada cultivo en mg/l (cuadro 5) por el volumen lixiviado en m³/ha, en función de los días transcurridos desde la plantación y para cada sistema de cultivo empleado.

Como se observa, los datos de lixiviación profunda concuerdan con la realidad del abonado mineral nitrogenado. La cantidad de nitratos lixiviada en el cultivo ecológico se debe exclusivamente al estiércol aportado, ya que el aporte con el agua de riego es prácticamente nulo. El aumento de lixiviación en los tres cultivos a partir de 150 días desde la plantación se debe al aumento en la dosis de agua aplicada.

Es de destacar la gran diferencia entre los cultivos integrado y convencional (con el doble de

abono) y la intensa lixiviación del exceso de nitratos.

Estudio de la información de los análisis de sondas

En el ensayo se colocaron sondas de succión a dos profundidades, 25 y 50 cm, con el fin de controlar la frecuencia y dosis de riego. La toma de muestras de estas sondas se realizó con una frecuencia de entre 10-12 días.

En las figuras 3 y 4 podemos ver la evolución de las concentraciones de nitratos en sondas de succión colocadas a dos profundidades (25 y 50 cm) en función de los días transcurridos desde la plantación hasta el final del ciclo

La toma de muestras de agua lixiviada se realizó con una frecuencia de entre 7 y 10 días aproximadamente, tomando como volumen resultante el que marcaban los contadores cuando se cerraba la válvula de los depósitos de recogida del lixiviado

de cultivo. La concentración de nitratos a ambas profundidades es mayor en las parcelas destinadas al cultivo convencional, sobre todo hacia la mitad del cultivo se observa que se produce una alta lixiviación de NO₃⁻, que se puede deber al aporte de todo el nitrógeno como nitrato. La mayor lixiviación de NO₃⁻ en el cultivo convencional es algo que se considera normal debido a que la cantidad de nitrógeno aportada como nitrato ha sido el doble que en el cultivo integrado. En los otros métodos de cultivo la gran mayoría del aporte nitrogenado se realizó con materia orgánica, no siendo demasiado intensa la mineralización como para liberar una excesiva cantidad de NO₃⁻, salvo en el cultivo ecológico a la profundidad de 50 cm.

Conclusiones

Las conclusiones a las que se ha llegado después de realizar el ensayo y estudiar los resultados obtenidos son las siguientes:

1. La concentración de nitratos lixiviada en el cultivo convencional es superior a la de los cultivos integrado y ecológico, debido sobre todo a que en el cultivo convencional la mayor parte del nitrógeno se ha aportado como nitrato, además de ser el doble del aportado en el cultivo integrado.

2. La lixiviación de NO₃⁻ en el cultivo ecológico es inferior a la de los cultivos integrado y convencional, puesto que el nitrógeno se aportó en forma de materia orgánica, quedando temporalmente inmovilizado en el suelo para liberarse posteriormente.

3. Al inicio del cultivo, la lixiviación en los sistemas de cultivo ensayados es prácticamente la misma debido a que la planta demanda elevadas cantidades de nitrógeno con el fin de completar su desarrollo vegetativo. El volumen de riego es muy inferior al de períodos posteriores, en los que la lixiviación aumentará.

4. El contenido de NO₃⁻ a 25 cm de profundidad es mucho mayor en el cultivo convencional porque la mayor parte del nitrógeno



CULTIVATOR

Cultivo sin suelo



CULTIVATOR es un saco de cultivo compuesto por un sustrato orgánico, especialmente diseñado para cultivar sin suelo, una gran variedad de especies florales y vegetales. Su diseño ha sido probado para conseguir un perfecto desarrollo de la planta, incluso para plantaciones de ciclo muy largo, debido a la calidad del envoltorio utilizado.

Se puede aplicar en múltiples cultivos, entre los que destacan:

- Planta de flor cortada: clavel, gerbera, rosas..
- Hortícolas: fresa, tomate, melon, pepino, calabacín...

Obteniendo un crecimiento uniforme, por la homogeneidad del sustrato **CULTIVATOR**.



BURÉS PROFESIONAL S.A.

Camí de Sant Roc, s/n · E-17180 Vilablareix Girona - Spain

Tel. (34) 972 40 50 95 · Fax (34) 972 40 55 96

info@burespro.com

www.burespro.com

Figura 1:

Concentración acumulada de nitratos en los lixiviados de cada tratamiento

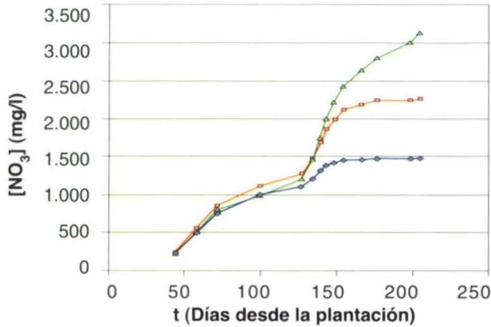


Figura 2:

Cantidad acumulada de nitratos lixiviados en los tres tratamientos del ensayo

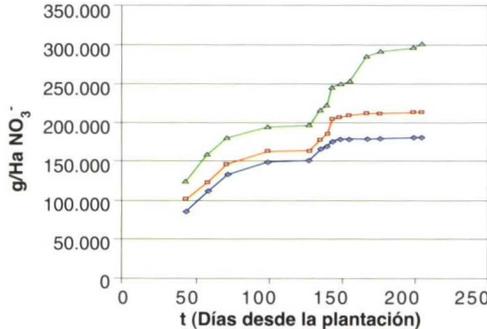


Figura 3:

Concentración acumulada de nitratos (mg/l) en sondas colocadas a una profundidad de 25 cm

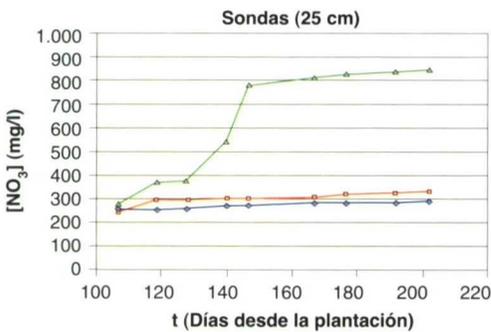
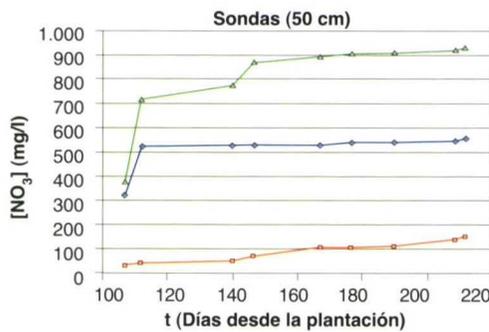


Figura 4:

Concentración acumulada de nitratos (mg/l) en sondas colocadas a una profundidad de 50 cm



—●— Cultivo ecológico —■— Cultivo integrado —▲— Cultivo convencional

es aportado como NO_3^- , y en una elevada cantidad, por lo que la planta lo tendrá a su disposición en altas concentraciones. En los otros dos sistemas de cultivo, existen menores cantidades de NO_3^- a disposición de la raíz, no afectando este hecho a la producción final. Por tanto, podemos decir que aportando menores cantidades de NO_3^- de las que se aportó en cultivo convencional, se obtendría una producción similar.

5. Las sondas colocadas a una profundidad de 50 cm nos indican la existencia de una elevada lixiviación de NO_3^- tanto en cultivo convencional como en cultivo ecológico. Esto indica que en cultivo ecológico, la degradación de la materia orgánica da lugar a un

aporte masivo de NO_3^- que la planta no es capaz de consumir. El aporte de materia orgánica en el ensayo ha sido el mismo para los tres sistemas de cultivo, lo que nos indica que las sondas colocadas a una profundidad de 50 cm, no parecen un método eficaz para determinar la lixiviación de los nitratos en el perfil del suelo.

6. Los resultados obtenidos en el lixiviado profundo, indican que también se produce lixiviación de nitratos en el cultivo ecológico, que disminuiría con una reducción en los aportes de materia orgánica.

7. En cultivo integrado, 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 cantidad como en calidad.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), por haber financiado este proyecto dentro del Subprograma Agrarias en Cooperación con las Comunidades Autónomas y al C.I.F.E.A. de Torre-Pacheco por la cesión de los terrenos y sistemas de riego.

Bibliografía

- AMOPA, 2003. Estudio general de la estructura y balance agronómico y económico de las explotaciones agrícolas de la Región de Murcia.
- Anuarios de Estadística Agraria. 2004. MAPA.
- Cánovas, J.; Molina, E.; Navarro, J.; 2002. Contaminación por nitratos en un cultivo de pimiento grueso bajo invernadero. Revista Horticultura. Vol XX, nº 8, pág 17-29.
- Doorenbos y Pruitt, 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje nº 24. Roma.
- Rincón, L.; Sáez, J.; Balsalobre, E.; Pellicer, M.C., 1993. Nutrición del pimiento grueso de invernadero. Hortofruticultura 5:37-41.
- Unión Europea, 1992. Tratado Constitutivo de la Unión Europea, artículo 130 R.1.
- Winsor G., Adams P., 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Volume Glasshouse Crops. Ministry of Agriculture and Food. United Kingdom.

Para saber más...

Más información sobre el cultivo de pimientos en los siguientes artículos:

- Artículo sobre variedades mejoradas de pimiento en www.horticom.com?61210 (publicado en Horticultura 185)
- Artículo sobre "Técnicas culturales y calidad del pimiento" en www.horticom.com?50923 (publicado en Horticultura 159)