



Los altos aportes de fertilizantes nitrogenados en cultivos bajo abrigo han originado una contaminación difusa de aguas subterráneas. Esto obliga al desarrollo de prácticas de fertilización y riego más racionales.

Fertirrigación nitrogenada del cultivo de tomate bajo invernadero

■ M^a LUZ SEGURA¹, ISRAEL CARRASCO²

¹C.I.F.A. "La Mojonera-La Cañada" (I.F.A.P.A). Autovía del Mediterráneo. Sal. 420. La Mojonera. Almería. fertcifa@arrakis.es.

²Compo Agricultura S.L. Barcelona. israel.carrasco@compo.es

El área mediterránea incluye una de las mayores concentraciones de cultivo protegido del mundo. De las provincias españolas, Almería presenta la mayor superficie, con 27.000 ha, siendo el tomate una de las especies más cultivada.

Los elevados aportes de fertilizantes nitrogenados en este sistema productivo ha originado una contaminación difusa de las aguas subterráneas, siendo designados los municipios que contienen la mayor concentración de invernaderos

La finca experimental del CIFA de Almería ha sido escenario de este estudio realizado por la unidad de Fertilización y Calidad del agua en colaboración con la empresa Compo Agricultura S.L.

“zonas vulnerables” a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias (BOJA, 1999). Esta situación obliga a los productores en estas zonas al desarrollo de prácticas de fertilización y riego más racionales encaminadas a reducir las emisiones de nitratos al medio natural (BOJA, 2001).

La planta absorbe el nitrógeno tanto en forma de nitrato (NO_3^-) como amoniacal (NH_4^+), demostrándose que un suministro combinado de ambas formas químicas

NO_3^- y NH_4^+ produce mayor crecimiento y producción de frutos (Marschner, 1995; Goos et al., 1999) respecto a la aplicación única de nitratos. Sin embargo la relación entre ambos iones es un factor de gran incidencia en el cultivo, puesto que un aumento excesivo de la relación $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ de la disolución nutritiva puede limitar el crecimiento de la planta (Quasem y Hill, 1993) o producir descenso de los rendimientos debido a un menor número y peso medio de frutos (Feigin et al., 1980).



■ El área mediterránea incluye una de las mayores concentraciones de cultivo protegido del mundo. De las provincias españolas, Almería presenta la mayor superficie, con 27.000 ha, siendo el tomate una de las especies más cultivada

Con lo cual la relación $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ de la disolución nutritiva para el cultivo es de gran importancia desde el punto de vista nutricional, sin embargo también lleva asociado un componente medioambiental, dado que la forma amoniacal, a diferencia de los nitratos, es muy poco móvil en el suelo al quedar fijada en el complejo de cambio siendo por tanto su lixiviación a capas más profundas muy baja.

No obstante el proceso de oxidación al que está sujeto el N-NH_4^+ en el suelo, transformándolo

a NO_2^- y NO_3^- , puede reducir su eficiencia. La aplicación de fertilizantes que contienen el nitrógeno amoniacal estabilizado con inhibidores de la nitrificación, tal como 3,4-dimetilpirazol fosfato (DMPP), pueden elevar la eficiencia de uso del N puesto al retrasar la oxidación bacteriana del NH_4^+ a NO_2^- mediante la inhibición de las bacterias Nistrosomonas.

Con objeto de optimizar la relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ de la disolución nutritiva para el cultivo de tomate desarrollado en condiciones de invernadero, y su incidencia en el

La experiencia se realizó en un invernadero de polietileno tipo "raspa y amagao" sobre la variedad de tomate "Boludo".

suelo y lixiviados fuera de la zona de la raíz, se realizó una experiencia en la finca experimental del C.I.F.A. de Almería (I. F. A. P. A), desarrollado por la Unidad de Fertilización y Calidad del Agua en colaboración con la empresa Compo Agricultura S.L. La experiencia se realizó en un invernadero de polietileno tipo "raspa y amagao", de 1700 m² de superficie. El cultivo de tomate, variedad "Boludo", se transplantó al terreno el 17 de septiembre de 2003, a una densidad de plantación de 1,48 plantas m⁻². El ciclo de culti-

Tensiómetros Irrometer®

Indicados especialmente para la medición de la humedad de la tierra y el control de las frecuencias y dosis de los riegos en cultivos hortícolas, actuando como una verdadera raíz artificial.

Con la garantía y seriedad de:
Copersa

Apartado de Correos, 140. 08340 - Vilassar de Mar (Barcelona). Tel: 902 10 33 55 * Fax: 937 59 50 08 * E-mail: riegos@copersa.com * Web: www.copersa.com



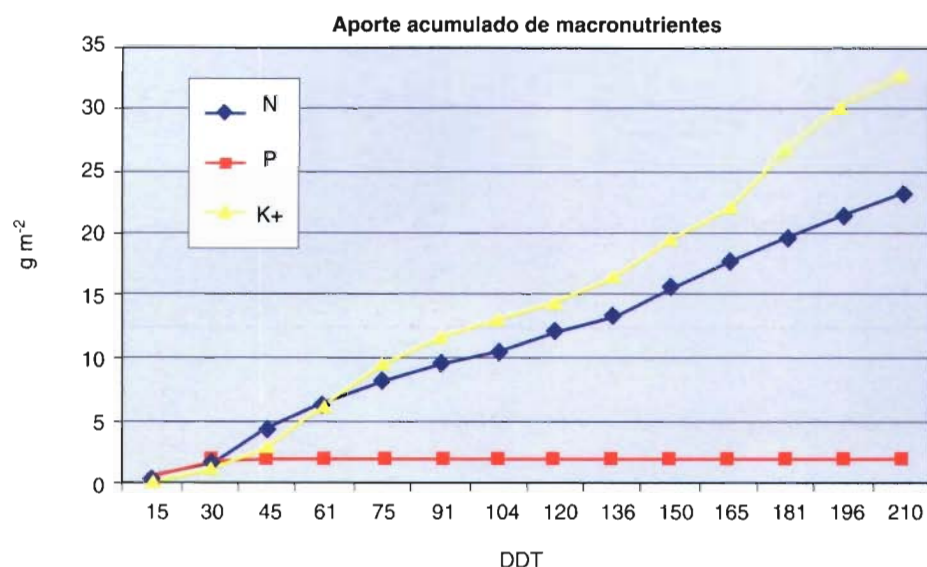
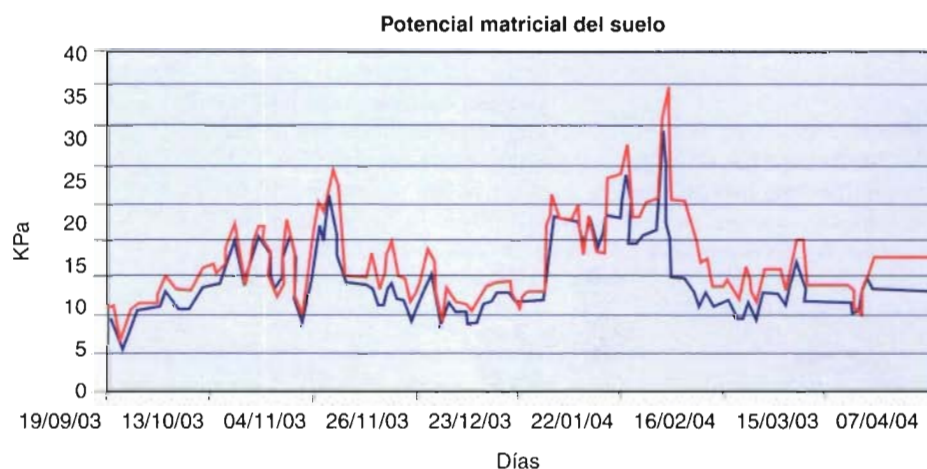
IRROMETER®

vo fue de 210 días. El sistema de cultivo fue suelo enarenado de textura franca, conductividad eléctrica $1,03 \text{ dS m}^{-1}$ (extracto saturado); 0,27 % de materia orgánica; 0,04 % de N total; $15,3 \text{ mg kg}^{-1}$ de N mineral; 24 mg kg^{-1} de P; 163 mg kg^{-1} de K; 1326 mg kg^{-1} de Ca y 218 mg kg^{-1} de Mg.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar compuesto por cuatro bloques y tres tratamientos. Los tratamientos consistieron en tres relaciones NO_3/NH_4 en la disolución nutritiva, que expresadas en tanto por ciento fueron: 95/5 (tratamiento A), 75/25 (tratamiento B) y 50/50 (tratamiento C). Todos los tratamientos aplicaron la misma concentración total de N (23 g m^{-2}).

■ La planta absorbe el nitrógeno tanto en forma de nitrato (NO_3^-) como amoniacal (NH_4^+), un aumento excesivo de la relación NH_4/NO_3 de la disolución nutritiva puede limitar el crecimiento de la planta o producir descenso de los rendimientos debido a un menor número y peso medio de los frutos

Las fuentes de nitrógeno fueron nitrato de calcio, nitrato potásico y ENTEC® Solub 21, sulfato amónico estabilizado con el inhibidor de la nitrificación, 3,4-dimetilpirazol fosfato. La concentración de P y K fue la misma en los tres tratamientos y se aplicaron junto con el N, mediante fertirrigación tomando como referencia las extracciones del cultivo en

Figura 1:**Aportes de N, P y K al cultivo de tomate durante el ciclo.****Figura 2:****Evolución del potencial mátrico del suelo.****Cada curva es media de cuatro tensiómetros localizados en diferentes puntos de la experiencia.**

condiciones de desarrollo local (Adaptado de Castilla, 1986).

La concentración media de N, P y K de la disolución nutritiva fue 6,0; 0,3 y 3,0 meq·L⁻¹ respectivamente. La concentración acumulada de N, P y K, aplicada al cultivo durante la experiencia, se indican en la figura 1.

El sistema de fertirriego estuvo compuesto por un programador automatizado, y una red de distribución por goteo, independiente para cada tratamiento. El agua de riego tenía pH básico y clasificación U.S.D.A., C₂S₁ (salinidad media y bajo contenido en sodio).

Cuadro 1:

Concentración (mg kg⁻¹) de nitrógeno nítrico y amoniacal, en forma asimilable del suelo. DDT.: Días desde el transplante. Test de Mínima Diferencia Significativa a una probabilidad del 95%.

	Tratamiento	49 DDT	93 DDT	145 DDT	208 DDT
N-NO ₃ ⁻	A	14,76a	45,84c	46,35c	48,68c
	B	15,31b	40,56b	43,83b	44,14b
	C	15,71c	38,98a	37,50a	42,38a
N-NH ₄ ⁺	A	10,88a	5,38a	5,78a	5,30a
	B	12,50b	9,75b	9,80b	9,76b
	C	12,75b	14,13c	15,03c	14,73c

El volumen de riego se estimó en función de la ETc del cultivo y media del potencial matricial del suelo (30 cb de tensión máxima, figura 2) obtenido mediante tensiómetros (Irrometer, EE.UU) situados en la zona radical de la planta (15 cm de profundidad). El volumen total de riego ha sido de 292 L m⁻².

Resultados

La proporción NO₃/NH₄ de la disolución nutritiva influye en la concentración de nitrato y amonio en forma disponible del suelo, de forma que al disminuir la proporción de las formas de N en la disolución de riego, se reducen los niveles de nitratos y por contra aumentan los niveles de

amonio del suelo (cuadro 1). Esta estabilidad de la forma amoniacal en el suelo durante el ciclo de cultivo demuestra una baja oxidación a nitrato debido probablemente al inhibidor (DMPP) aplicado.

Las pérdidas de nitratos por lixiviación (50 cm de profundidad) fueron en todos los tratamientos muy bajas, inferiores al 1,5% respecto a la concentración

■ A fin de optimizar la relación NO₃/NH₄ de la disolución nutritiva para cultivo de tomate bajo invernadero, se realizó una experiencia en la finca experimental del C.I.F.A. de Almería por la Unidad de Fertilización y Calidad del Agua en colaboración con Compo Agricultura S.L.

FERTIRRIGACION

ELECTROFERTIC

Bomba dosificadora eléctrica de gran capacidad de inyección, alta presión y regulación electrónica

CONTROLADORES

Controladores de Fertilización
Regulación de pH y EC
Dosificación proporcional

AGITADOR DE TURBINA

Agitación por turbina direccional

MULTIFERTIC

Bomba dosificadora eléctrica modular de inyección independiente

FP10

Bomba dosificadora volumétrica proporcional

FERTIC

inyector hidráulico para la incorporación de abonos líquidos o solubles en la red de riego

**Especialistas en Fertilización**

Mar Adriàtic, 4 - Pol. Ind. Torre del Rector / P.O. Box 60
Tel. 34-935 443 040 / Fax. 34-935 443 161
08130 SANTA PERPETUA DE MOGODA (Barcelona) SPAIN
8092 N.W. 67th Street / MIAMI (FL) 33166 USA
Tel. 1-305 599 3781 / Fax. 1-305 599 8794
e-mail: itc@itc.es
WEB PAGE: http://www.itc.es

total de $N-NO_3^-$ aplicado, si bien al disminuir la concentración de nitratos en la disolución nutritiva y aumentar la concentración de amonio, la diferencia en la concentración total lixiviada es del orden de un 10%. No se detectaron pérdidas de $N-NH_4^+$ por lixiviación durante la experiencia. Es indudable que la estrategia de riego y nutrición desarrollada durante la experiencia basada en las necesidades hídricas y nutricionales

Cuadro 2

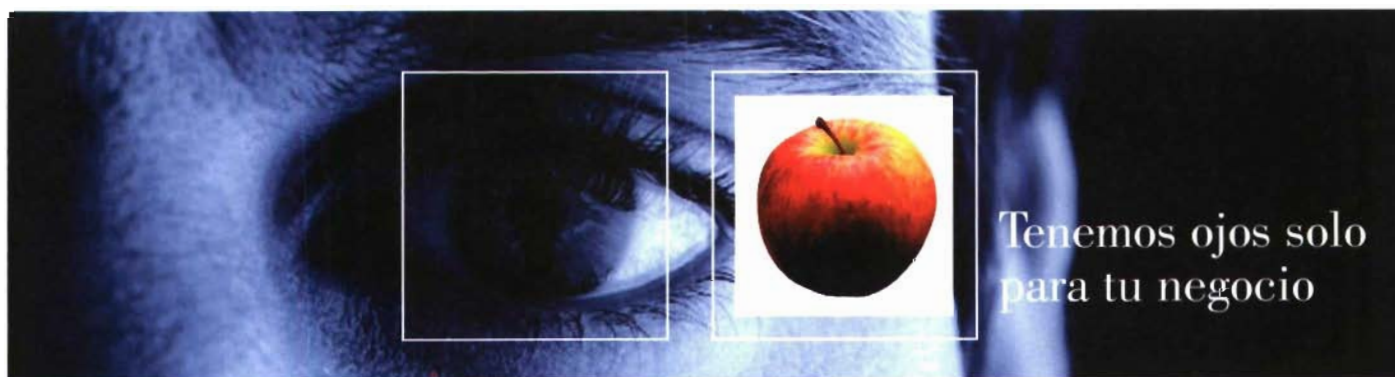
Rendimientos de fruto de tomate. Test de Mínima Diferencia Significativa a una probabilidad del 95%.

		Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C
Producción total ($g \cdot m^{-2}$)		13194	13142	13202
Comercial ($g \cdot m^{-2}$)	Calibre GG	4922	4729	4838
	Calibre G	6984	6977	7001
	Calibre M	989	1.040	957
	Total	12895	12746	12797
Nº frutos comerciales ($/ m^2$)	Calibre GG	19	18	19
	Calibre G	42	42	42
	Calibre M	9	10	9
	Total	70	70	69
No comercial ($g \cdot m^{-2}$)		298	396	405

■ La proporción NO_3^-/NH_4^+ de la disolución nutritiva influye en la concentración de nitrato y amonio en forma disponible, de forma que al disminuir el N en la disolución de riego, se reducen los niveles de nitratos y por contra aumentan los niveles de amonio del suelo

del cultivo, ha permitido obtener una lixiviación muy baja del nitrógeno aplicado, independientemente de la proporción entre ambas formas químicas, el porcentaje medio de agua lixiviada respecto al total aplicado en la experiencia ha sido del 3%.

El aumento de la fracción amoniacal, desde el 5 al 50% en la disolución nutritiva, no ha limitado la producción y el número de frutos recolectados de tomate, obteniéndose rendimientos del orden de $13 \text{ kg } m^{-2}$ (cuadro 2). La mayor producción de fruto comer-



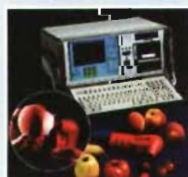
Tenemos ojos solo para tu negocio

Sistemas Hortofrutícolas
Unitec Iberica S.L.

Apartado Correos 206
Pol. Ind. Oeste, C/Amistad
Mod. A-2, Parcela 19
30169 - San Ginés
Murcia - España
Tel. +34 968 882952
Fax +34 968 882913
unitecib@uniteciberica.com

Sedes de Unitec en el mundo:
Italia - España - Argentina

www.unitec-group.com



Desde hace 80 años somos especialistas en la proyectar, fabricar e instalar sistemas de selección y calibrado de productos hortofrutícolas.

QS_200® - QS_ON LINE® - Quality Station® - QS_300®

son instrumentos de control no destructivo de la calidad interna de la fruta, con tecnología vis NIR, que miden el contenido de azúcar (Grados Brix), la consistencia de la pulpa (kg/cm^2), la acidez (g/l) y el grado de maduración.

Esto redunda en múltiples ventajas: valoración de la calidad del producto y de la imagen de la propia empresa, reducción del coste de mano de obra, no destrucción del producto analizado, gestión de datos a nivel informático sin errores de transcripción, etc.

UNITEC
IBERICA



Vista general del experimento descrito en este artículo.

cial correspondió a los calibres G y GG, siendo la producción no comercial muy baja (3% del total). Tampoco la concentración de N foliar medido al inicio de recolección de frutos, se vio afectada con el aumento de la fracción de amonio de la disolución nutritiva.

■ En las condiciones en las que se ha desarrollado la experiencia, el aumento de la fracción amoniacal en la disolución nutritiva, hasta el 50%, no limita la respuesta productiva y nutricional de la planta y eleva los niveles de amonio del suelo

La concentración de N en hoja, en el tratamiento que aplicó la concentración de amonio menor, fue del 3,50% y en el de mayor concentración de 3,48%. Dichos valores se encontraron dentro del rango de normalidad establecido por Casas y Casas (1999) en las condiciones de desarrollo local.

A modo de conclusión se puede indicar que en las condiciones en las que se ha desarrollado la experiencia, el aumento de la fracción amoniacal en la disolución nutritiva, hasta el 50%, no limita la respuesta productiva y nutricional de la planta y eleva los niveles de amonio del suelo.

Bibliografía

■ Una completa bibliografía se encuentra en:
www.horticom.com?62347



ESPINACA PARA CUARTA GAMA

OBTENIDA PARA TENER ÉXITO

Semillas Tozer es el líder en la obtención y el desarrollo de la espinaca para cuarta gama o para hoja tierna "baby", para enlatado y para espinaca madura.

Los cultivares de Tozer son líderes en el mercado británico y Europeo.

Actualmente ofrecemos un programa para todo el año, de variedades con resistencia a mildew Pf 1 -7 así como asesoramiento técnico y ventas en Gran Bretaña, España y Portugal.

Por favor pregunte por nuestro catálogo con descripciones y detalles de más de 500 variedades, la mayoría son exclusivas de Tozer Seeds.

SEMILLAS TOZER

Central

Móvil +34 679 262810
TEL/FAX +34 968 572980
e mail tozeriberica@telefonica.net

Delegación Andalucía

Móvil +34 659 827396
TEL/FAX +34 950 466030
email tozerandalucia@hotmail.com

www.tozerseeds.com