

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en un ensayo de fertirrigación con el objetivo de evaluar la viabilidad de reducir la dosis de nitrógeno de la solución nutritiva de un cultivo hidropónico de tomate.

Fertilización nitrogenada en un cultivo hidropónico de tomate

■ P. MUÑOZ, A. ANTÓN, J.I. MONTERO

Pere.Munoz@irta.es

Departamento de Tecnología Hortícola

Institut de Recerca i Tecnologia

Agroalimentàries (IRTA).



Introducción

El cultivo de tomate es el cultivo hortícola más importante de Catalunya en superficie (3194 ha) y producción (DARP, 2000). Las comarcas de Tarragona y las del área de Barcelona son las que presentan mayor superficie destinada a su cultivo. Tradicionalmente y durante mucho años el riego no se ha gestionado adecuadamente

Detalle del invernadero multitúnel con cultivo tomate.

te aplicando dosis de agua y fertilizantes excesivas (Marfà, 1990; López et. al., 1999).

En muchas zonas, como por ejemplo el Maresme, este hecho se ha traducido en una pérdida importante de nutrientes por lixiviación con la consiguiente contaminación de los acuíferos (Guimerà, 1993; Antón, 2004). La solución al uso excesivo de agua y

fertilizantes en los cultivos fue, en muchas explotaciones, la utilización de un cultivo fuera suelo. En este tipo de sistema se ha generalizado la técnica de la fertirrigación utilizando soluciones nutritivas que en el caso del tomate y para condiciones mediterráneas presentan concentraciones del orden de 12-14 meq·L⁻¹ (Pardossi, 2005). Estos valores elevados uni-



dos a una demanda alta de riego y drenajes del 30% para evitar salinización conllevan aportes de 2000 kg N·ha⁻¹ de los cuales se estiman unas pérdidas de unos 1000 kg N·ha⁻¹ (Le Bot et al., 2001).

En los últimos años se ha desarrollado un importante esfuerzo investigador en técnicas de gestión de la fertilización (Sigrimis, 2003) o de recirculación de soluciones nutritivas (Medrano et al., 1998) para eliminar las pérdidas de lixiviados y optimizar las dosis de fertilización. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en un ensayo de fertirrigación con el objetivo de evaluar la viabilidad de reducir la dosis de nitrógeno de la solución nutritiva de un cultivo hidropónico de tomate.

Material y métodos

- Diseño experimental

Los ensayos se desarrollaron en un invernadero multitúnel de tres naves, de 6,4 m de anchura, 2,5 m de altura al canal y 4 m a cumbre, con una superficie total de 250 m² localizado a la finca experimental de l'IRTA de Cabriels (Barcelona).

El material vegetal empleado fue tomate verde de la variedad

Bond® en un ciclo primavera. La densidad de plantación escogida de 2,3 m⁻², realizándose el cultivo en sacos de perlita B12 (granulometría 0-5 mm) con un volumen aproximado de 40 L.

- Tratamientos

Con el objetivo de evaluar el efecto de la reducción de la fertilización nitrogenada, se realizaron tres tratamientos denominados N7, N9 y N11, que correspondían a la aplicación de una solución nutritiva con 7; 9 y 11 meq N·L⁻¹ respectivamente. En todos los casos se aplicaron las mismas dosis para el resto de macro y micronutrientes en la solución nutritiva con unos valores de pH de 5,8 y de Conductividad Eléctrica de 2 dS·m⁻¹ (Cuadro 1).

Cuadro 1:

Soluciones nutritivas utilizadas en cada tratamiento evaluado. Concentraciones de macro y micronutrientes en meq·L⁻¹ de solución nutritiva.

Tratamiento	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	pH
N7	7	1	8	7	9	2	0	5,8
N9	9	1	6	7	9	2	0	5,8
N11	11	1	4	7	9	2	0	5,8

Detalle de las filas de cultivo con las bandejas de recogida de lixiviados.

Semanalmente, para controlar los fertilizantes aportados y corregir posibles carencias, se analizaron las soluciones nutritivas y los lixiviados recogidos.

- Desarrollo del cultivo

El cultivo se plantó en el invernadero con fecha de 21 de febrero de 2004.

La recolección se inició el 23 de mayo de 2004, realizándose una cosecha semanal hasta el 2 de agosto de 2004. Para evaluar el efecto de la reducción de nitrógeno sobre la producción y calidad del cultivo, en cada cosecha semanal se evaluaron la producción total, la producción comercial y el destrío. En una muestra de 10 frutos de cada repetición se realizaron semanalmente controles de calidad, determinándose el diámetro medio y la categoría comercial (Cuadro 2). Finalmente, en la última cosecha, se tomaron muestras de hojas y frutos para determinar el contenido en macro y micronutrientes.

- Tratamiento estadístico

El diseño experimental consiste en tres tratamientos con cin-

Cuadro 2:

Categorías comerciales y diámetros correspondientes, determinados en cada control de calidad.

Categoría comercial	Diámetro (mm)
M	40-47
MM	47-57
MMM	57-67
G	67-82
GG	82-102

co repeticiones. Los tratamientos corresponden a las tres diferentes dosis de nitrógeno ya comentadas. Los datos se evaluaron con el programa informático SAS (Institute, INC., Cary, NC USA, versión 8.2) mediante un análisis de la varianza y utilizando el test de Tuckey para la separación de medias.

Resultados y discusión

- Producción

La figura 1 muestra la evolución de la producción comercial a lo largo de las diferentes cosechas realizadas. Tal y como se puede apreciar no se produjeron diferencias de producción en función del tratamiento, observándose diferencias muy poco apreciables entre N7, N9 y N11.

Si se analiza la producción total obtenida para cada tratamiento (figura 2) puede observarse que no se produjeron diferencias estadísticamente significativas en función del nivel de fertilizantes nitrogenados aportados. Este mismo resultado se repite al comparar las producciones comerciales (figura 3).

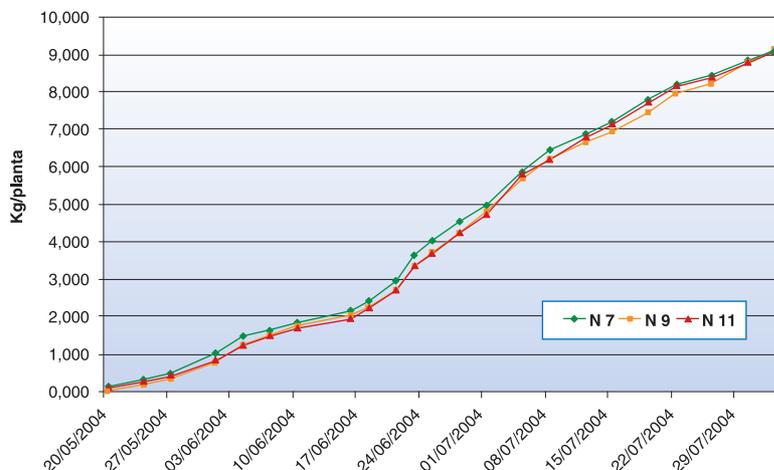
Tal y como se observa en las producciones las diferencias entre los tratamientos de fertilización son mínimas inferiores a los 100 g m⁻² tanto en el caso de la producción comercial como en el de la no comercial.

Calidad

En el caso de los parámetros de calidad tampoco se produjeron grandes diferencias en función del tratamiento nitrogenado. El diámetro medio obtenido fue estadísticamente idéntico para los tres tratamientos evaluados al igual

Figura 1:

Producción de tomate acumulada (Kg·m⁻²) para cada tratamiento (N7, N9 y N11) a lo largo de todo el período de cosecha.



que los valores de peso seco y fresco del fruto (Cuadro 3).

Respecto a las categorías comerciales, se ha de destacar la ausencia de efecto de la reducción de la fertilización nitrogenada sobre el diámetro comercial. Los datos evaluados no muestran diferencias estadísticas en el diámetro comercial en función de la dosis de nitrógeno aportada (figura 4).

Tal vez, podría deducirse de la figura que, en valor medio, el tratamiento con menos nitrógeno es el que presenta un diámetro ligeramente superior.

Finalmente y en referencia al contenido en macro y micronutrientes tampoco se han observado grandes diferencias, todos los valores obtenidos tanto para macronutrientes como para micronutrientes de hoja y fruto se encuentran dentro de los habituales para tomate verde (Cadañia, 1995) sin que se haya detectado ningún tipo de carencia o estrés (Cuadros 4 y 5).

Los resultados obtenidos parecen confirmar la utilización de un exceso de nitrógeno en el cultivo de tomate bajo invernadero (Siddiqi y col., 1998). De acuerdo con los trabajos de Le Bot y col. (2001) este hecho puede deberse a un desajuste entre las necesidades de nutrientes de los cultivos y la alta demanda evaporativa originada por las condiciones climáticas de cultivo en invernaderos mediterráneos (elevados valores de radiación, temperatura y déficit de presión de vapor; así como a la menor necesidad de nitrógeno, para producir la misma cantidad de materia seca, a medida que se desarrolla la planta (Andriolo y col., 1995).

La solución al uso excesivo de agua y fertilizantes en los cultivos fue, en muchas explotaciones, la utilización de un cultivo fuera suelo. En este tipo de sistema se ha generalizado la técnica de la fertirrigación utilizando soluciones nutritivas

Cuadro 3:

Valores de los diferentes parámetros de calidad de fruto de tomates. Letras diferentes en la misma columna indican valores estadísticamente significativos (P<0,01, test de Tukey).

Tratamiento	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Diámetro (cm)
N7	103,36 a	5,48 a	7,61 a
N9	101,45 a	5,47 a	7,52 a
N11	102,55 a	5,64 a	7,55 a

Cuadro 4:

Contenido medio de macronutrientes (% sobre materia seca) y micronutrientes (partes por millón, ppm) de las hojas de tomate para cada tratamiento.

Tratamiento	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm	S ppm
N7	2,5	1,2	2,1	6,7	0,7	753	13	10,3	255,7	177,0	83,3	3,2
N9	2,7	1,3	2,1	6,7	0,5	649	18	10	245,3	166,3	77,3	3,2
N11	2,7	1,0	2,2	6,3	0,5	928	13	12,0	248,3	220,3	82,0	3,0

Cuadro 5:

Contenido medio de macronutrientes (% sobre materia seca) y micronutrientes (partes por millón, ppm) de los frutos de tomate para cada tratamiento.

Tratamiento	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm	S ppm
N7	1,5	0,4	2,9	0,1	0,1	391,3	16,3	5,3	50,3	11,7	10,7	0,2
N9	1,7	0,4	2,8	0,1	0,1	436,3	14,3	6,0	48,7	13,0	10,7	0,2
N11	1,6	0,4	2,8	0,1	0,1	451,0	14,3	5,0	51,3	12,7	10,3	0,2

La falta de respuesta al descenso de la concentración de nitrógeno en la producción comer-

cial parece confirmar que la adaptación de técnicas de fertirriego más propias de otras latitudes en

las que si coinciden en mayor medida las demandas de agua y nutrientes ha originado un exceso en el suministro de nitrógeno que debe corregirse para evitar su pérdida en los lixiviados y la posible contaminación de los acuíferos, más aún en el caso español (o Mediterráneo) en el que el uso de sistemas de recirculación para cultivos hortícolas no está suficientemente generalizado.

Conclusiones

La reducción de la fertilización nitrogenada de 11 a 7 meq N·L⁻¹ en la solución nutritiva utilizada no ha provocado descensos en la producción de tomates obteniéndose los mismos valores de producción total y comercial de tomates para los tratamientos.

Respecto a la calidad, tampoco se han observado efectos derivados de la disminución de la dosis de nitrógeno suministrada obteniéndose valores idénticos de



Cultivos Seguros

Cultivos Seguros

- Mejore los resultados de su cosecha con las mallas de protección **MAGROTEX**
- La solución más segura para sus cultivos
- Reconocidas internacionalmente
 - Mallas de sombreado 40% al 90%
 - Mallas Cortavientos
 - Mallas Mosquiteras
 - Mallas Anti-hierba
 - Mallas Anti-granizo
 - Mallas Anti-plaga
 - Mallas Helix
 - Mallas Voladeros 25*25/16*16
 - Mallas de Ocultación



MAGROTEX
MALLAS AGROTEXTILES, S.L.

C/. Sant Miquel de Taudell, s/n - nave 7 y 8
Can Mir 08232 Viladecavalls (Barcelona)
Tel.: 93 789 14 45 - Fax: 93 733 36 43
Web: www.magrotexsl.com
E-mail: info@magrotexsl.com



Solicite nuestro muestrario

Evolución Constante

Las Mejores Variedades



La Técnica más Avanzada



P.KOOIJ & ZONEN B.V.®

Esquejes de clavel

Plantas de gerbera



Solicite nuestro Catálogo



Asturias y Cantabria



AGRICOLA CUELI, S.A.

Áreas de Albornoz, 3
33207 Gijón - Tel.: 985 35 80 20

Galicia



Suministros Hortícolas
BACEOLO, S.L.

C/ Carregal, 70
Tel. 986 63 34 09 - Fax: 986 63 34 90
36740 TOMINO (Pontevedra)

Cádiz y Sevilla

FRANCISCO GUERRERO ODERO

Tel. Móvil. 609 86 79 07

Murcia y Alicante

BULBO IMPORT, S.L.

Antonia
Av. Andalucía, 19
Tel.: 950 46 44 68 - Fax: 950 46 40 13
04640 PULPI (Almería)

tecniplant

Av. Països Catalans, 133 - 1ª 1ª
43205 REUS (Tarragona)
Tel.: 977 320 315 - Fax: 977 317 456
e-mail: tecniplant@ediho.es

Esquejes de crisantemo

Amplio surtido de claveles llenos de color y exclusividad. Tratados con la mayor garantía de calidad por especialistas en selección y reproducción de plantas de clavel.

Figura 2:

Producción total de tomates (Kg·m⁻²) para cada tratamiento evaluado (N7, N9 y N11). Letras distintas indican valores estadísticamente significativos (P<0,01, test de Tukey).

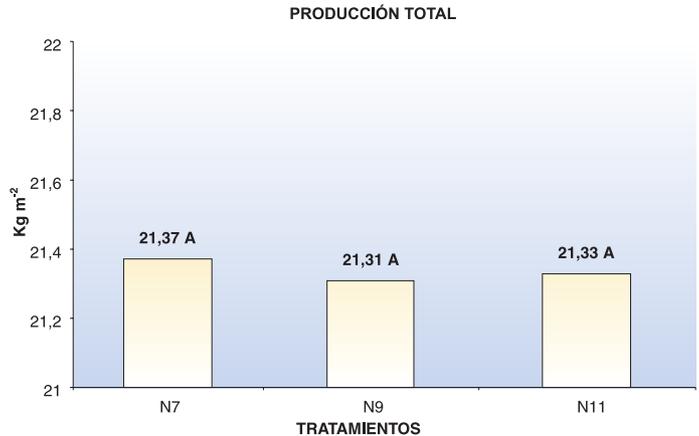
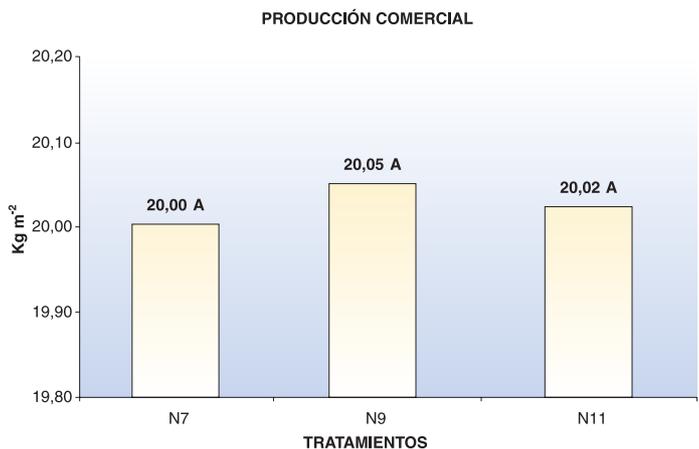


Figura 3:

Producción comercial de tomates (Kg·m⁻²) para cada tratamiento evaluado (N7, N9 y N11). Letras distintas indican valores estadísticamente significativos (P<0,01, test de Tukey).

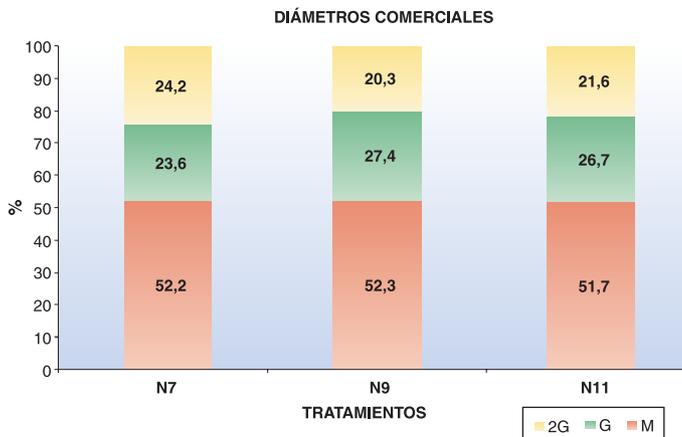


diámetro, peso seco y peso fresco para la solución de 7 meq N·L⁻¹ y para las de 9 y 11 meq N·L⁻¹. Respecto a las categorías comerciales el porcentaje de frutos en cada una ellas no presentó ningún tipo de diferencia en función de la dosis de nitrógeno empleada.

Finalmente, tampoco se han observado diferencias en el contenido de macro y micronutrientes de hojas ni frutos, sin que se hayan detectado diferencias en función de la dosis de nitrógeno.

Figura 4:

Clasificación en función del diámetro comercial para cada tratamiento evaluado (N7, N9 y N11), bajo la clasificación M se agrupan los tres diámetros pequeños (3M, 2M y M).



En conclusión parece que, para el cultivo sin suelo de tomate bajo invernadero es posible reducir el aporte de nitrógeno hasta los 7 meq N por litro de solución nutritiva sin que se produzca ningún tipo de reducción ni en producción ni en calidad de tomate. De esta forma se consiguen reducir las pérdidas por lixiviación en el caso de sistemas de cultivo sin suelo abiertos, o facilitar el proceso de recirculación de la solución nutritiva.

De acuerdo con los resultados obtenidos, queda patente la necesidad de profundizar en el conocimiento de las dosis de fertilizantes y de las extracciones de los diversos cultivos hortícolas bajo invernadero.

Agradecimientos:

Los autores agradecen la colaboración de J. Montero, E. Serra y A. Cano en las tareas de laboratorio y campo. Este trabajo fue financiado por la CICYT ref (AGL2000-1536-C02-02) el INIA (SC00-080-C2) y la Unión Europea (INCOMED ICA3-1999-10027).

Bibliografía

Bibliografía completa en: www.horticom.com?62557.

INVERNADEROS



INDUSTRIAS METÁLICAS AGRICOLAS, S.A.

Pol. Ind. COMARCA-2, calle F, nº 12 · 31191 BARBATAIN (NAVARRA)

Tel.- (+34) 948 184 117 · Fax- (+34) 948 184 668

ima@invernaderosima.com · www.invernaderosima.com



Exportación: GRUPO MSC
 www.grupomsc.com
 Tel.- (+34) 954 129 138

