

EFFECTOS DE LA REDUCCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UN CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO

P. MUÑOZ
A.A. ANTÓN
J.I. MONTERO

Departament de Tecnologia Hortícola. IRTA Centre de Cabrils

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de los cultivos hortícolas de la zona mediterránea ha sido la aplicación de dosis excesivas de agua y fertilizantes con las consiguientes pérdidas de nutrientes y la contaminación de los acuíferos (Antón, 2004). La incorporación del cultivo sin suelo, generalmente con drenaje libre, no ha solucionado este problema debido a que las necesidades de riego y fertilizantes se han sobredimensionado en la mayoría de las situaciones (Pardossi, 2003).

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.

Con el objetivo de conseguir un sistema productivo más sostenible, empleando adecuadamente el agua y los nutrientes, en el IRTA Cabrils se iniciaron una serie de ensayos destinados a evaluar la viabilidad de reducir la dosis de nitrógeno de la solución nutritiva de un cultivo hidropónico de tomate. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en un ensayo de fertirrigación en un cultivo de tomate en invernadero.

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 en la finca experimental de l'IRTA de Cabrils (Barcelona).

El material vegetal empleado fue tomate verde del cultivar Bond® en un ciclo primavera. La densidad de plantación escogida de 2,2 m², realizándose el cultivo en sacos de perlita B12 (granulometría 0-5 mm) con un volumen aproximado de 40 l.

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 NL⁻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 dSm⁻¹ (tabla 1).

El suministro de agua y nutrientes se realizó mediante fertirrigación con goteros de 4 l/h⁻¹ antidrenantes y autocompensantes intentando mantener los niveles de lixiviados alrededor del 30%, contabilizándose para ello el volumen total de solución nutritiva suministrado al cultivo en cada tratamiento y el de lixiviados mediante contadores mecánicos. 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 30 frutos de cada repetición se realizaron semanalmente controles de calidad, determinándose el diámetro medio y la categoría comercial (tabla 2). Finalmente, en la última cosecha se tomaron muestras de hojas y frutos para determinar el contenido en macro y micronutrientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

La figura 1 muestra la evolución de la producción comercial acumulada a lo largo de las diferentes cosechas realizadas. Si bien en un principio el tratamiento N7 presenta unos valores de producción ligeramente superiores, las diferencias son mínimas y finalmente se igualan las producciones, hecho que parece indicar que no se produjeron diferencias de producción en función del tratamiento (N7, N9 y N11).

Si se analiza la producción total obtenida para cada tratamiento (figura 2) puede observarse que se obtuvieron valores habituales de producción total tomate en ciclo de primavera (alrededor de 21 kg/m²) sin que se produjeran diferencias estadísticamente significativas en función del nivel de fertilizantes nitrogenados aportados. Este mismo resultado con valores de producción comercial alrededor de 20 kg/m² 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/m² tanto en el caso de la producción comercial como en el de la total.

Calidad

En el caso de los parámetros de calidad tampoco se produjeron diferencias en función del tratamiento nitrogenado. El diámetro medio obtenido fue estadísticamente

idéntico para los tres tratamientos evaluados al igual que los valores de peso seco y fresco del fruto (tabla 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 apreciables diferencias, todos los valores obtenidos tanto para macronutrientes como para micronutrientes de hoja y fruto se encuentran dentro de los habituales para tomate verde (Cadahía, 1995) sin que se haya detectado ningún tipo de carencia o estrés (tablas 4 y 5).

La falta de respuesta al descenso de la concentración de nitrógeno en la producción comercial parece confirmar que la adaptación de técnicas de fertirriego más propias de otras latitudes en las que sí 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 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 los parámetros de calidad considerados, tampoco se han observado efectos derivados de la disminución de la dosis de nitrógeno suministrada, obteniéndose valores idénticos de 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.

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, así como a la Estación Experimental de la Fundación Cajamar

«Las Palmerillas» por la colaboración en las analíticas. Este trabajo fue financiado por el MEC ref (PTR1995-0848-OP) y el INIA (RTA2005-0142-CO2-O2).

BIBLIOGRAFÍA

- ANTÓN, A. 2004. Utilización del análisis del Ciclo de Vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. 233 pp.
- CADAHIA, C. 1995. Fertilización. En *El Cultivo del Tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, pp. 167-188.
- MEDRANO, E.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; LORENZO, P. 1998. Desarrollo y valoración de un sistema recirculante. Experiencias en cultivo de pepino. I Jornadas sobre técnicas de recirculación en cultivos hortícolas y ornamentales, IRTA Cabrils, Barcelona.
- PARDOSSI, A. 2005. The Management of plant mineral nutrition in soilless culture. Improvement of water use efficiency in protected crops. Ed. Fernández, M.; Lorenzo, P. y Cuadrado, Advanced Specialization Course, vol. 7. Almería pp. 105-124.
- SIGRIMIS, N.; ARVANITIS, K.; PASGIANOS, G.; PITSILIS, J. 2003. Manejo de sistemas hidropónicos. Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos» Ed. Fernández, M.; Lorenzo, P. y Cuadrado, I. Curso Superior de Especialización vol. 7. Almería pp. 259-284.

Tabla 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

Tabla 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

Tabla 3. Valores de los diferentes parámetros de calidad de fruto de tomate. 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	159,47 a	5,48 a	7,61 a
N9	157,66 a	5,47 a	7,52 a
N11	152,66 a	5,64 a	7,55 a

Tabla 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	10,0	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

Tabla 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

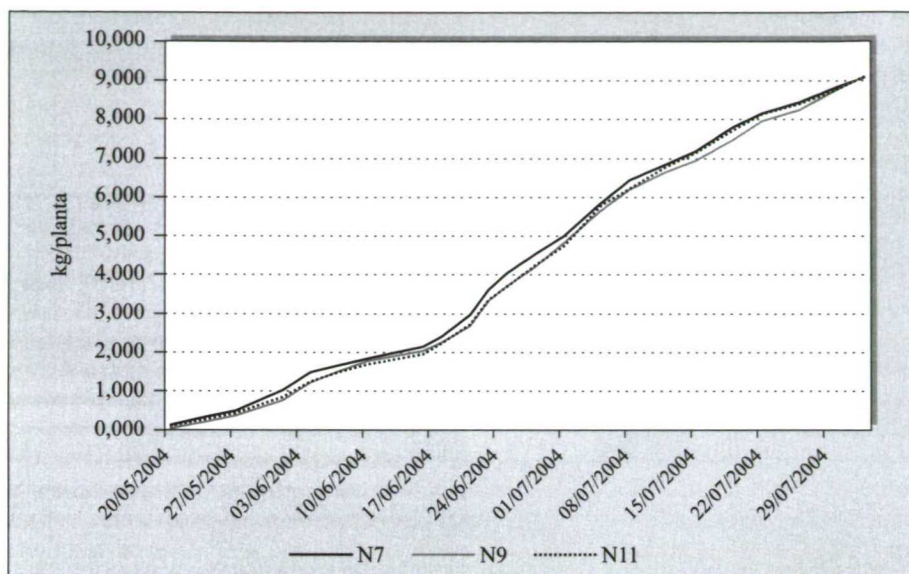


Figura 1

PRODUCCIÓN DE TOMATE ACUMULADA (kg/m²) PARA CADA TRATAMIENTO (N7, N9 Y N11) A LO LARGO DE TODO EL PERÍODO DE COSECHA

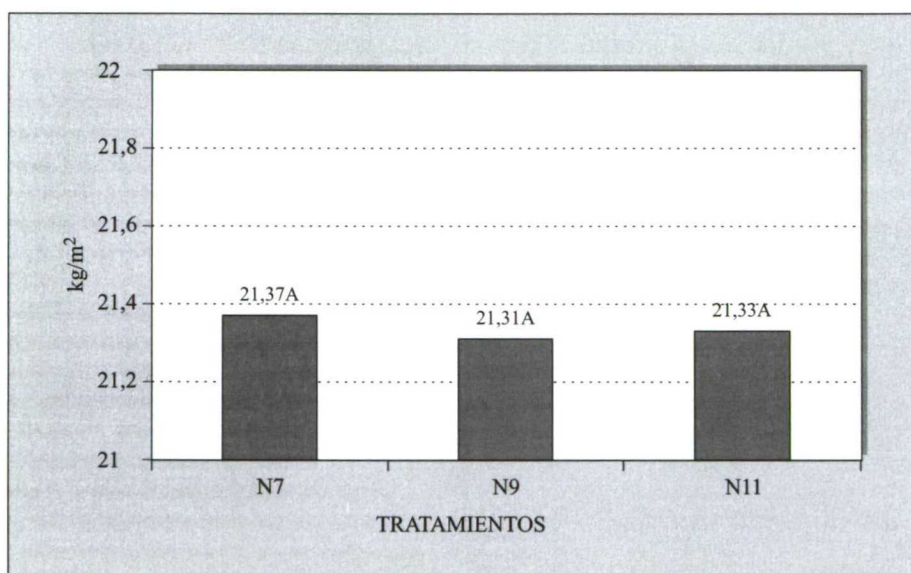


Figura 2

PRODUCCIÓN TOTAL DE TOMATES (kg/m²) PARA CADA TRATAMIENTO EVALUADO (N7, N9 Y N11). LETRAS DISTINTAS INDICAN VALORES ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS (P < 0,01, TEST DE TUKEY)

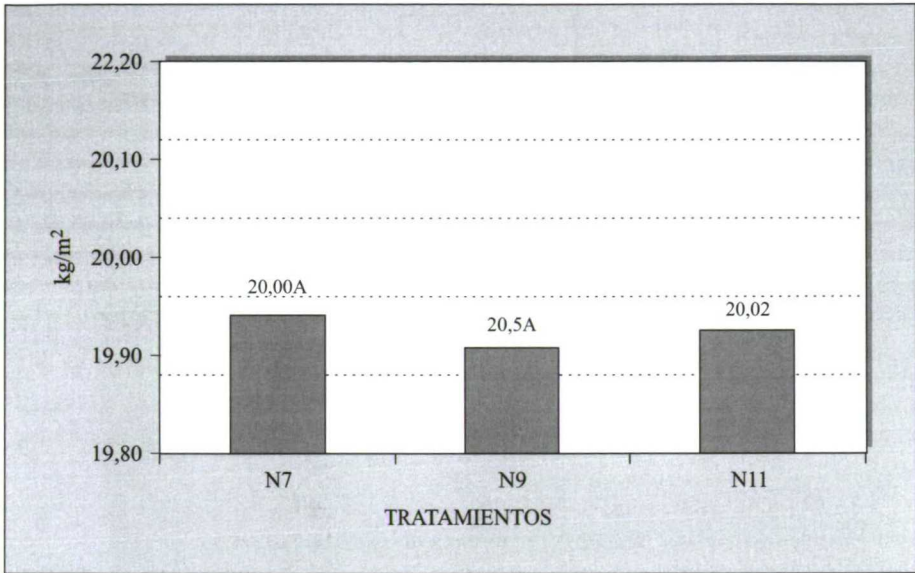


Figura 3

PRODUCCIÓN COMERCIAL DE TOMATES (kg/m²) PARA CADA TRATAMIENTO EVALUADO (N7, N9 Y N11). LETRAS DISTINTAS INDICAN VALORES ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS (P < 0,01, TEST DE TUKEY)

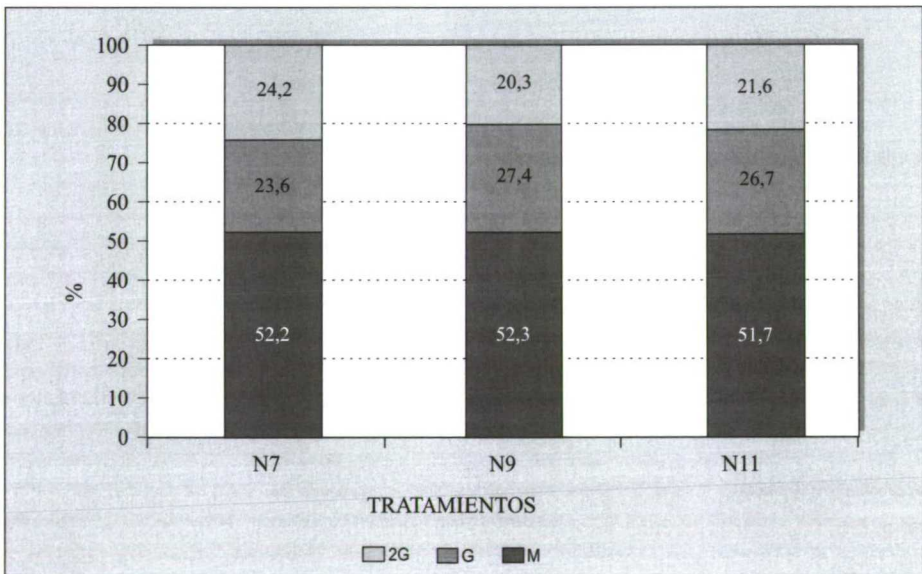


Figura 4

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)