

# Absorción de nitrógeno y necesidades de abonado del melón

Ensayos realizados en Ciudad Real en melón Piel de Sapo cultivar Sancho

Entre los diversos factores que actúan en la producción y la calidad del melón hay que destacar aquéllos relativos al riego y a la nutrición mineral. Teniendo en cuenta este último, un déficit de nitrógeno produce pérdida de la cosecha y, en algunos casos, graves clorosis. En este artículo se resumen los ensayos realizados con la aportación de cuatro dosis distintas de nitrógeno para determinar la dinámica de extracción de este elemento por los distintos órganos de la planta y concretar con qué cantidad aportada se obtiene una mayor producción de óptima calidad.

**M. T. Castellanos<sup>1</sup>, M. J. Cabello<sup>1</sup>, M. C. Cartagena<sup>3</sup>, A. M. Tarquis<sup>2</sup>, A. Arce<sup>3</sup> y Francisco Ribas<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Centro de Mejora Agraria El Chaparrillo. Delegación Provincial de Agricultura.

<sup>2</sup>Departamento de Matemática Aplicada. ETS Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>3</sup>Departamento de Química y Análisis Agrícola. ETS Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

**E**n Castilla-La Mancha, al igual que en otras zonas de España donde se cultiva el melón, se ha ido cambiando progresivamente del riego a pie a un riego por goteo con la fertilización incorporada, debido a que la limitación de agua que suele haber en las zonas de cultivo hace que el manejo del riego deba ser lo más eficiente posible, lo que exige no solamente un coste adicional, sino una mayor preparación del agricultor. Sin embargo, esto permite tener un mayor control y eficiencia del agua y de los fertilizantes aplicados, lo que ha llevado a un aumento espectacular de las producciones.

La implantación de los sistemas que permiten la fertirrigación ha ido paralela al desarrollo de los riegos localizados. Agua de riego y fertilizantes han de aportarse conjuntamente en los sistemas de riego localizado de alta frecuencia, considerándose el conjunto como una técnica de cultivo, más que como un sistema de riego propiamente dicho. Esta técnica tiene una serie de ventajas respecto al riego y fertilización tradicional, entre las que se puede destacar:

- 1) Situar los nutrientes minerales directamente en las zonas de mayor densidad y actividad radicular.
- 2) Aplicar los fertilizantes en las cantidades y con la frecuencia necesarias, de tal forma que la planta pueda disponer de los nutrientes con continuidad.
- 3) Mantener de forma más o menos constante un elevado contenido de humedad en los bulbos, lo que facilita la disolución

y asimilación de los fertilizantes, permitiendo la corrección rápida de posibles carencias nutritivas y fisiopatías.

Estas ventajas, junto con otras no mencionadas, se traducen en la posibilidad de obtener un cultivo con buen desarrollo vegetativo, mayor resistencia a enfermedades, con mayores producciones, más homogéneas y de mayor calidad. Sin embargo, este sistema de producción presenta una serie de desventajas que hay que considerar y que en la mayoría de los casos se dan como consecuencia de un desconocimiento de la dinámica de extracción de nutrientes del cultivo, con lo que se produce una mala utilización del mismo. Sin embargo, se pueden producir trastornos y desequilibrios nutricionales cuando el sistema no se utiliza adecuadamente, sobre todo si no se regula bien la dosificación y distribución de fertilizantes.

El nitrógeno es un factor de producción agrícola que se obtiene con un elevado coste energético y, además, mal manejado, es un importante contaminante de los suelos y las aguas, con el consiguiente riesgo medioambiental (procesos de eutrofización en



los ecosistemas acuáticos) y las implicaciones para la salud de los usuarios del agua en abastecimientos a poblaciones, lo que obliga en la agricultura actual a un manejo sostenible del mismo. Para ello, independientemente de las recomendaciones generales contenidas en el programa de actuación, es imprescindible promover el conocimiento y gestión de la fertilización por los agricultores mediante herramientas adecuadas (balances, análisis de suelo y foliares, etc.) que permitan realizar una correcta programación (aplicar el fertilizante necesario en el momento oportuno). Paralelamente, debe fomentarse el empleo de maquinaria y equipos de aplicación precisos, que permitan seguir la programación planteada, así como un correcto diseño y manejo de los sistemas de riego, aspecto con gran trascendencia en zonas semiáridas como Castilla-La Mancha. Con todo ello, se asegurará una elevada eficiencia en el uso de los fertilizantes, tanto desde el punto de vista técnico, como económico y ambiental.

### ► Por una fertilización racional

El 15 de junio de 2001 la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha dictó una Orden (DOCM nº 73 de 26 de junio de 2001) por la que se aprueba el programa de actuación aplicable a las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario en esta comunidad, con objeto de prevenir la misma, que determina la Resolución de 7 de agosto de 1998, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, según la directiva 91/676/CEE y su transposición a la legislación española mediante el Real Decreto 261/1996, que se refiere a la protección de las aguas contra la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias. El uso inadecuado, principalmen-

te por excesos en las cantidades aportadas de fertilizantes nitrogenados, momentos y técnicas de aplicación, así como la escorrentía y filtración de líquidos procedentes de la actividad ganadera, constituyen las principales causas de dicha contaminación, sin que sean descartables aportaciones producidas por otros agentes.

Castilla-La Mancha tiene declaradas dos zonas vulnerables, la Unidad Hidrológica (UH) 04.04, Mancha Occidental, y la UH 04.06. En ambos territorios, las aguas subterráneas son la fuente fundamental de abastecimiento a poblaciones, frecuentemente la única, y se han detectado niveles elevados de nitratos en diferentes puntos de control. En el caso de la UH 04.04, Mancha Occidental, el 38% de los puntos investigados contenían más de 50 mg/l de nitratos (límite máximo admisible para que el agua pueda considerarse potable, aunque sería deseable no superar valores de 25 mg/l) y en la UH 04.06, Campo de Montiel, el 73% de los puntos muestreados contenía más de 50 mg/l.

### Optimización de los sistemas de producción

Ante esta situación, y con el convencimiento de desarrollar las herramientas necesarias para la optimización de los sistemas de producción dentro de una agricultura de regadío sostenible y compatible con el medio ambiente, es urgente la adopción de medidas que racionalicen el uso de la fertilización nitrogenada. Se pretende extender las "buenas prácticas agrarias", permitiendo disminuir las cantidades a utilizar de fertilizantes, agua y productos fitosanitarios, produciendo un importante ahorro en los costes de producción de las explotaciones agrarias, manteniendo los rendimientos y mejorando los márgenes brutos, aspecto fundamental para garantizar a los agricultores de estas zonas una renta adecuada.

Se hace, por tanto, indispensable el desarrollo de estudios encaminados a aumentar la precisión en la dosificación del abono nitrogenado y a optimizar las técnicas de riego a fin de minimizar los procesos de lixiviación de nutrientes hacia las reservas de agua (Arauzo *et al.*, 2003). Esto es, se trata de conseguir una elevada producción minimizando los daños al medio ambiente, teniendo en cuenta que el cálculo de las dosis adecuadas de abonado requiere un conocimiento de las necesidades del cultivo, de la capacidad del suelo para suministrarlos o interferir con el abonado y de los aportes que realiza el agua de riego, ya que según las zonas y sus características éstos pueden ser considerables (Baena *et al.*, 2003).

Desafortunadamente, son escasos los conocimientos que hay sobre la dinámica de los distintos elementos en los suelos castellano-manchegos y en los cultivos que en ellos se desarrollan, por lo que es muy importante acometer de forma seria los estudios que conduzcan al establecimiento de modelos de abonado para nuestra zona, principalmente del nitrogenado, en función de la especie vegetal. Sin estos conocimientos no es posible abordar con eficacia ninguna política de mantenimiento de nuestros sistemas agrarios, e inevitablemente, las aguas subterráneas seguirían recibiendo residuos nitrogenados como consecuencia del lavado de los suelos mediante la lluvia o el riego.

Ahora bien, la obtención de producciones de calidad no es un hecho que se produzca de forma espontánea en la naturaleza. Lograr este objetivo depende por una parte de la genética, es decir, de la especie y variedad, y por otra del medio externo. Se trata en definitiva del funcionamiento de una variedad en un medio externo modificado. Aunque los factores que pueden definir el medio externo son muy diversos, de los que se tiene una mayor infor-





Plantas de melón del tratamiento A<sub>0</sub> (30 UFN) y del tratamiento A<sub>1</sub> (84 UFN) a los 25 días después del trasplante.

mación es de los ambientales y de los de cultivo. El primero de ellos comprende la temperatura, humedad relativa, precipitaciones, naturaleza y composición del suelo, etc. El segundo comprende factores como abonado, riego, tratamientos fitosanitarios, etc., que sí pueden ser controlados por el hombre.

Entre los diversos factores que actúan en la producción y su calidad hay que destacar aquéllos relativos al riego y a la nutrición mineral. Considerando este último, un déficit de nitrógeno produce pérdida de la cosecha y en casos graves clorosis (amarillez general de las hojas) que puede marchitar la planta e incluso causar su muerte. Los efectos sobre la calidad del fruto son muy diversos y dependen en gran medida de la especie e incluso de la variedad. En general está directamente relacionado con la síntesis de proteínas y de pigmentos fotosintéticos, pudiendo afectar a la coloración de los frutos, tanto externa como interna. El nitrógeno en exceso alarga el ciclo de cultivo, produce un mayor desarrollo foliar a costa de una menor calidad del fruto tanto organoléptica como nutricional, ya que disminuye el contenido de ácido ascórbico, azúcar, ácidos orgánicos y se altera la relación de aminoácidos esenciales, aumenta el número de melones rajados, frutos más huecos, afecta a la maduración y dificulta la conservación del melón, siendo el deterioro en postcosecha la principal fuente de pérdida económica para los agricultores.

**La IGP Melón de la Mancha**

Todo esto toma una mayor relevancia dado que se ha conseguido la inclusión del Melón de la Mancha en el Registro de las Indicaciones Geográficas Protegidas establecido en el Reglamento (CEE) n° 2081/92 del Consejo, de 14 de julio de 1992, relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los

productos agrícolas y alimenticios. Esta iniciativa nace del seno de las cooperativas productoras y comercializadoras del melón Piel de Sapo, un trabajo que se inició hace pocos años bajo el impulso y la coordinación de la Unión de Cooperativas de Castilla-La Mancha. El melón Piel de Sapo desde hace décadas es un producto representativo de la producción hortícola de la comarca Mancha de Ciudad Real, constituye un importante apoyo a la renta de la explotación agrícola familiar y es una fruta conocida y apreciada por el consumidor, por sus particularidades, entre otras, de frescura, sabor y dulzor. Este melón es diferente al de otras zonas de la región de Castilla-La Mancha y de otras comunidades, influyendo en ello de forma acusada las características agroecológicas de este territorio que le confieren una calidad sin comparación y que es el motivo por el cual operadores comerciales de otras regiones acuden todos los años, en época de cosecha, a por esta fruta. Al incluir esta indicación en el registro comunitario, se reforzará la distinción y la protección de un producto hortícola y se mantendrá el actual tejido socioeconómico que lo posibilita al tratarse de un cultivo fundamental

para el mantenimiento de los niveles de renta y bienestar de la población rural. Con ello se pretende conseguir una serie de objetivos, entre los que cabe destacar la mejora de la calidad del melón, efectuando un seguimiento del producto desde la fase de la producción hasta su llegada al consumidor final, sin olvidarnos de que entre los diversos factores que actúan en la calidad se incluyen el riego y la fertilización nitrogenada, debiéndose ambos ajustar a las necesidades del cultivo para garantizar una cosecha con frutos de calidad; y otro objetivo destacado es realizar actuaciones que tengan por objeto una mejor defensa del medio ambiente, como sería reducir el riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario mediante la precisión en la dosificación de los fertilizantes y el manejo adecuado de los mismos. Las recomendaciones para el abonado deben estar basadas en los resultados de



Plantas de melón del tratamiento A<sub>2</sub> (112 UFN) y del tratamiento A<sub>3</sub> (139 UFN) a los 25 días después del trasplante.

experimentos donde se haya medido el efecto de una determinada cantidad de tal abonado y la optimización del riego a fin de minimizar los procesos de lixiviación de nutrientes hacia las reservas de agua.

La programación de riego puede realizarse mediante el seguimiento de los consejos dados por el SIAR que ofrece la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha en colaboración con el Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) de Albacete, basados en ensayos realizados durante varios años. Sin embargo, no se conocen adecuadamente las necesidades de nitrógeno del melón de Ciudad Real.

## La investigación en Castilla-La Mancha

Dada la importancia social y ambiental del tema, la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha, en coordinación con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Miguel Hernández de Orihuela y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ha decidido emprender un trabajo de investigación con el fin de cubrir los siguientes objetivos:

- Determinar la dinámica de extracción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio por parte del melón cv Piel de Sapo a lo largo de su ciclo en función de diferentes programaciones de abonado nitrogenado.
- Evaluar la incidencia de distintas programaciones de riego y abonado nitrogenado en la calidad del melón, tanto para el consumo inmediato postcosecha, como en el mantenimiento de la calidad según distintas condiciones de conservación postcosecha.

En el presente artículo se presenta alguno de los resultados obtenidos respecto al nitrógeno, concernientes al primer objetivo.

## ► Materiales y métodos

La parte experimental del estudio se realizó en la finca La Entresierra de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha en Ciudad Real, situada en la zona regable de El Vicario.

El suelo es de textura areno-arcillosa, ligeramente básico ( $pH=7,9$ ), con un contenido total de nitrógeno de  $0,12\%$  (Kjeldahl), pobre en materia orgánica ( $0,2\%$ ), rico en potasio ( $332$  ppm, acetato amónico) y con un nivel medio de fósforo ( $19,4$  ppm, Olsen).

El campo del ensayo tuvo una superficie de  $42 \times 51$  m<sup>2</sup>, con cuatro bandas de  $10$  metros como mínimo de ancho, que actuaron como borde. En una de ellas se situó un lisímetro de pesada. El campo de ensayo se dividió en cuatro bandas de  $42 \times 12$  m<sup>2</sup>, separadas un metro entre sí. Cada una de ellas fue una repetición de los distintos tratamientos ensayados. Cada repetición estuvo dividida en cuatro parcelas elementales de  $10,5 \times 12$  m<sup>2</sup> con distintas dosis de abonado nitrogenado, que fue el factor de variación. Las cantidades aportadas fueron  $A_0=30$  kg/ha N,  $A_1=84$  kg/ha N,  $A_2=112$  kg/ha N y  $A_3=139$  kg/ha N, incluido el nitrógeno que llevaba el agua de riego. El total de parcelas fue de dieciséis, con un diseño estadístico en parcelas divididas en bloques completos al azar.

Cada parcela elemental estuvo compuesta de siete filas de cultivo, separadas entre sí  $1,5$  m y con ocho plantas cada una. De las siete filas, la primera y última sirvieron de borde de separación entre parcelas. De las cinco restantes, se tomaron cinco plantas que se analizaron a lo largo del ciclo, de forma que cada planta to-



## La Agricoltura de Calidad parte de las raíces **TOP 24**



Nueva Transplantadora **TOP 24**  
Un Operador cada 2 hileras  
Distancia entre hileras regulable  
de cm 60 a cm 120



Tecnologías para hortic...  
**Tecnologías para hortic...  
tecnologías para hortic...**

PREGUNTEN NUESTRO CATALOGO:

ACOLCHADORAS • TRASPLANTADORAS TAMBIEN COMBINADAS  
ENTABLONADORAS • PLANTADORAS DE PAPAS • APORCADORES  
ARRANCADORAS DE PAPAS

Via Guizzard, 38 40054 BUDRIO BOLOGNA ITALIA  
Tel. 051.80.02.53 Fax 051.69.20.611  
www.checchiemagli.com info@checchiemagli.com

## NUTRICIÓN

**CUADRO I. NITRÓGENO APORTADO MEDIANTE EL AGUA DE RIEGO Y ABONADO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.**

| N-NO <sub>3</sub> (kg/ha)<br>Agua de riego | N (kg/ha)<br>(NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> ) |                |                |                | Nitrógeno total aportado<br>(kg/ha) |                |                |                |
|--|---|----------------|----------------|----------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|  | A <sub>0</sub>                                  | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>0</sub>                      | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |
| 30   | 0   | 54             | 82             | 109            | 30                                  | 84             | 112            | 139            |

mada para este fin estuvo rodeada en el momento del muestreo por plantas en cada una de las posiciones colindantes. Además, en cada línea de cultivo se dejó la primera y última planta como borde. El resto de plantas se destinaron a los controles de producción.

En la parcela se instaló un sistema de riego por goteo con emisores de 2 l/h y separación de 0,5 m. En cada tratamiento se instaló una tubería de forma que cada una llevó la cantidad de fertilizante nitrogenado correspondiente. Para el ensayo se partió de un suelo que fue previamente empobrecido en nitrógeno, cultivándose para ello cereales durante tres años consecutivos sin aportar ningún tipo de fertilizante. El resto de abonado se aplicó diariamente mediante fertirrigación aportando un total de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (con ácido fosfórico) y 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O (con sulfato potásico).

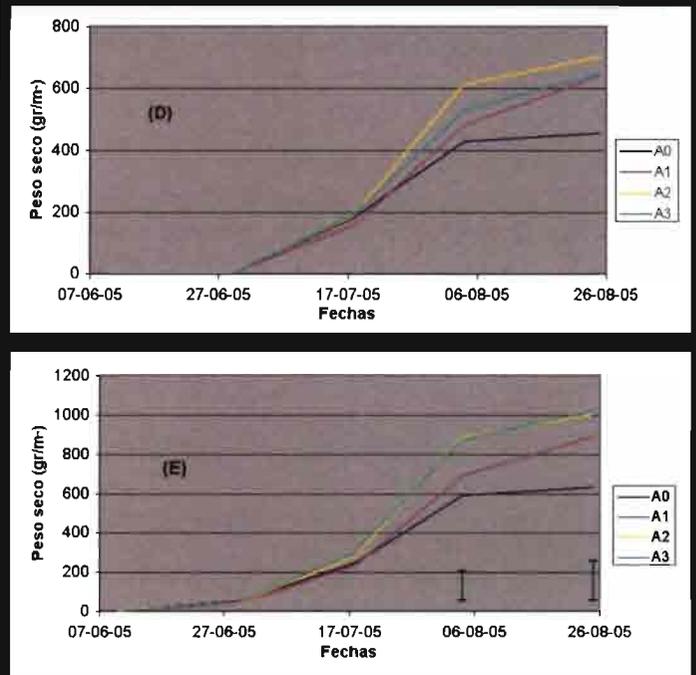
La plantación se efectuó el 26 de mayo a un marco de 1,50 x 1,50 m<sup>2</sup>. El cultivar utilizado fue el híbrido Sancho perteneciente al grupo de melones Piel de sapo y durante el ciclo se aplicó la dosis de riego en función de las necesidades calculadas a partir de los datos climáticos proporcionados por una estación meteorológica situada en la misma finca, aportando un riego bruto total de 6.042 m<sup>3</sup>/ha, con una eficiencia del riego de 0,82, obtenida a partir de un chequeo de la instalación efectuada en el mismo año. El agua fue tomada del embalse El Vicario, y semanalmente se analizó con el fin de determinar, entre otras cosas, las aportaciones de nitrógeno por parte de la misma.

Durante el desarrollo del cultivo, se siguió la evolución de la materia seca en función de la fertilización nitrogenada, para lo cual cada veinte días se tomó una planta por parcela elemental y se separó en cada uno de sus órganos (hojas, tallos y frutos). Las muestras se desecaron en estufa hasta peso constante para determinar el peso seco total (MST) y el de los componentes de la planta. Todas estas muestras se enviaron al Departamento de Química y Análisis Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la UPM para la determinación del contenido de nitrógeno.

Las parcelas se recolectaron a primera hora de la mañana, de forma individualizada, comenzando el día 1 de agosto de 2006 y finalizando el 20 de septiembre, realizándose un total de ocho recolecciones. Se controlaron los siguientes parámetros en cuatro frutos de cada parcela elemental y en cada fecha de recolección: producción total, producción comercial, número de frutos/m<sup>2</sup>, peso unitario del fruto, homogeneidad del tamaño de fruto (desviación estándar del peso unitario del fruto), longitud de fruto, anchura del fruto, índice de forma (anchura/longitud), grosor de la pulpa, índice de carne (2 x grosor de pulpa/anchura), grosor de corteza, índice de corteza (2 x grosor de corteza/anchura), textura (medida por penetrometría en la pulpa, con un cilindro de 8 mm de altura y 1 cm<sup>2</sup> de superficie, con un penetrómetro penefel), peso de placenta y semilla, porcentaje del peso de placenta y semilla respecto al total del fruto, sólidos solubles totales (refractometría con un refractómetro Atago, dando los resultados en °Brix a 20 °C) y pH.

**FIGURA 1.**

Evolución del peso seco (gr/m<sup>2</sup>) del fruto (D) y planta entera (E) de melón a lo largo de su ciclo de cultivo. Las barras verticales representan la mínima diferencia significativa para  $p \leq 0,05$ .

**Resultados****Evolución del peso seco en función de la cantidad de N aportada**

En el **cuadro I** se observa la cantidad de nitrógeno aportada tanto por el agua de riego como por la fertilización en cada uno de los tratamientos realizados. El aporte del tratamiento A<sub>0</sub> es debido principalmente al riego de plantación y asiento, ya que en mayo y primeros días de junio hubo que regar con agua de sondeo, que tiene una alta concentración de nitratos, de forma que el 7 de junio, cuando se comenzó la programación del riego, ya se había aplicado más del 50% del total en este tratamiento.

Como puede observarse en la **figura 1**, los distintos tratamientos tuvieron una influencia importante en la acumulación de biomasa en el limbo de la hoja (A), pecíolo (B), tallo (C) y fruto (D) y, como consecuencia de lo anterior, también en la planta entera. Hay que destacar que, en el fruto, las diferencias máximas de peso seco de biomasa entre los tratamientos A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> y A<sub>3</sub> tan sólo fueron del 9% a finales de agosto. Sin embargo, el tratamiento A<sub>0</sub> tuvo un comportamiento claramente distinto, llegando a acumular un 35% menos que el A<sub>2</sub> y aproximadamente un 30% menos que el A<sub>1</sub> y A<sub>3</sub>. No obstante, las diferencias de peso seco de fruto no alcanzan el nivel de significación del 95% en ninguna fecha de control, siendo  $p \leq 0,07$  y  $p \leq 0,08$  en las dos últimas. En el resto de la planta (limbo, pecíolo y tallo) son mayores las diferencias de los tres tratamientos más abonados, ordenándose la acumulación de biomasa en función de la cantidad de nitrógeno suministrado y con diferencias significativas desde finales de julio. Considerando la planta entera, los dos tratamientos más abonados tuvieron una acumulación de biomasa prácticamente igual a lo largo de todo el

# El control más rápido y eficaz del pulgón

Dos formas de eliminarlos

Pulverización foliar

Aplicación al suelo  
a través del agua de riego



**Actara**<sup>®</sup>

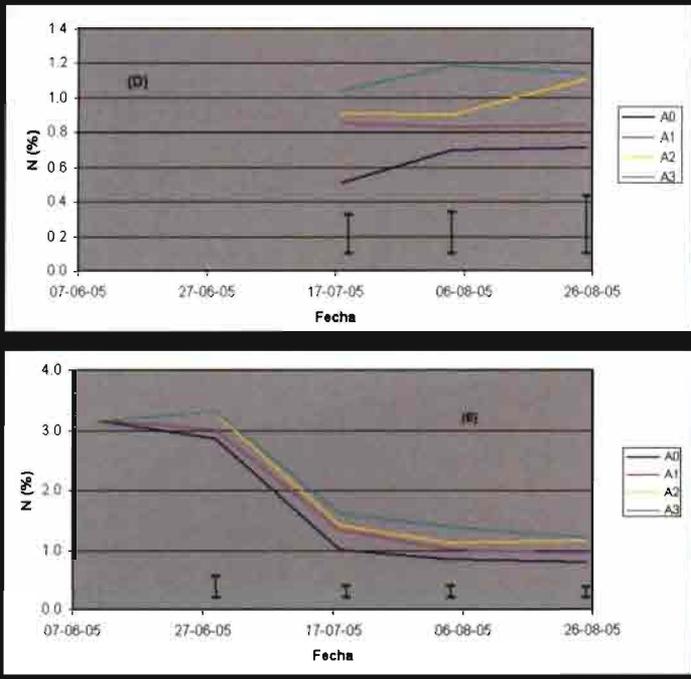
El insecticida sistémico más avanzado

gota a gota

syngenta

**FIGURA 2.**

Evolución del contenido de nitrógeno (%) en el fruto (D) y planta entera (E) de melón a lo largo de su ciclo de cultivo. Las barras verticales representan la mínima diferencia significativa para  $p \leq 0,05$ .



ciclo. El tratamiento  $A_1$  tiene una acumulación intermedia, aunque la diferencia con los anteriores no llega a ser significativa. Se pone de manifiesto la influencia de la biomasa del fruto, cuya participación en el total de la planta (aproximadamente el 70%) varía en relación inversa al aporte nitrogenado. Esto indica que las cantidades de nitrógeno por encima de lo suministrado al tratamiento  $A_1$  fueron destinadas al crecimiento vegetativo de la planta y no al del fruto, lo que se traduce en un consumo de lujo sin ninguna repercusión en la cosecha.

**Evolución del contenido de nitrógeno en las distintas partes de la planta**

En la **figura 2** están representados los contenidos de nitrógeno, en porcentaje, del limbo (A), peciolo (B), tallo (C), fruto (D) y planta entera (E). En ella se puede observar como el limbo es el que más nitrógeno acumula, con valores que oscilan entre 3,5 y 4% hasta la primera quincena de julio, coincidiendo con la primera fase de crecimiento del fruto, para descender de forma continua hasta finales del cultivo, con valores comprendidos entre 1,3 y 1,7% según los tratamientos. Las diferencias entre tratamientos de abonado son significativas desde finales de junio, ordenándose los tratamientos según el nitrógeno recibido, aunque los valores de los tratamientos  $A_2$  y  $A_3$  son en todo momento muy parecidos. El contenido de nitrógeno en hoja es un parámetro fundamental a la hora de determinar el estado nutricional de la planta y, si bien es cierto que para este análisis se debe tomar la 5ª - 6ª hoja empezando por el ápice de la rama (hoja joven bien desarrollada) durante la fase de floración-cuajado de los primeros frutos, también lo es que al producirse ésta de forma temprana en el melón, se podrían comparar los resultados con los obtenidos en una

muestra media de hojas de la planta entera. Los contenidos de nitrógeno durante floración-cuajado (20-25 de junio) mostrados en la **figura 2 (A)** están dentro del intervalo 2,00-4,00% señalado por Marr y Lamont (1992) y están por debajo de los valores obtenidos en las mismas parcelas en melón Piñonet-Piel de Sapo con riegos del 100% ETc con aguas de sondeo y una aportación de 90 kg/ha de nitrógeno (Ribas *et al.*, 2001), y son frecuentes en la zona de Ciudad Real valores de contenido foliar cercanos al 5% ya que se suele regar con aguas subterráneas, con alto contenido de nitratos, y además realizar una fertilización nitrogenada.

En todas las partes de la planta, excepto en el fruto, se observa una disminución en el contenido de nitrógeno, a medida que éstos van creciendo, como consecuencia de la competencia por este nutriente, ya que el fruto tiene un crecimiento muy rápido y toma gran cantidad de éste en detrimento del resto de órganos que funcionan como elementos suministradores de nitrógeno (Fukutoku *et al.*, 2000), ordenándose los resultados de cada tratamiento en función de la cantidad de nitrógeno aportada, con diferencias significativas en la mayoría de los casos.

**Rendimiento y calidad del melón en función del N aplicado**

En el **cuadro II** pueden observarse los resultados obtenidos de los parámetros de rendimiento y de calidad del melón en función del abonado nitrogenado aplicado. Han resultado afectados por el nitrógeno la producción total, producción comercial, número de frutos/m<sup>2</sup>, longitud del fruto, índice de carne y el peso de la placenta con las semillas. El resto de parámetros no fueron afectados significativamente con las cantidades de abonado aplicadas.

Es sabido que el aumento de nitrógeno produce un incremento de la cosecha hasta alcanzar un valor óptimo, de forma que si se sigue aumentando la dosis, llega un momento en que la producción se ve afectada de forma negativa (Pinto *et al.*, 1997; Purqueiro *et al.*, 2003; Pérez Zamora *et al.*, 2004). Tanto la cosecha total como la comercial tiene su máximo valor con el tratamiento  $A_2$ , seguido del tratamiento  $A_1$ , sin que las diferencias entre ellos sean significativas en ningún caso. Respecto a la influencia del nitrógeno en la cosecha, DeBucharanne y Taber (1985) obtuvieron los mejores resultados con 45 kg/ha de nitrógeno, y Bhella y Wilcox

**CUADRO II. PARÁMETROS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL MELÓN SEGÚN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE ABONADO NITROGENADO.**

| Parámetro                                   | Significación | Tratamiento    |                |                |                |
|---|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   |               | A <sub>0</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |
| Producción total (t/ha)                     | *             | 40,62 a        | 49,38 bc       | 51,01 c        | 45,46 b        |
| Producción comercial (t/ha)                 | *             | 36,17 a        | 40,46 ab       | 44,87 b        | 36,18 a        |
| Número de frutos comerciales/m <sup>2</sup> | *             | 1,10 a         | 1,20 ab        | 1,29 b         | 1,00 a         |
| Peso del fruto comercial (kg)               | *             | 3,31 a         | 3,37 ab        | 3,48 bc        | 3,53 c         |
| Desv. estándar (peso del fruto)             | NS            | 0,85           | 1,40           | 0,96           | 0,87           |
| Longitud de fruto (cm)                      | *             | 23,31 a        | 24,33 b        | 24,38 b        | 24,66 b        |
| Anchura de fruto (cm)                       | NS            | 15,63          | 16,26          | 16,32          | 16,18          |
| Índice de forma                             | NS            | 0,67           | 0,67           | 0,67           | 0,66           |
| Firmeza (kg)                                | NS            | 2,19           | 2,29           | 2,19           | 2,25           |
| Grosor de pulpa (cm)                        | NS            | 5,16           | 5,21           | 5,24           | 4,91           |
| Índice de carne                             | *             | 0,65 a         | 0,64 a         | 0,65 a         | 0,59 b         |
| Grosor de corteza (cm)                      | NS            | 0,62           | 0,64           | 0,62           | 0,63           |
| Índice de corteza                           | NS            | 0,080          | 0,078          | 0,075          | 0,075          |
| Peso placenta y semillas (kg)               | *             | 0,168 a        | 0,184 b        | 0,194 b        | 0,186 a        |
| % Peso placenta y semillas                  | NS            | 5,38           | 5,48           | 5,65           | 5,34           |
| Azúcares (°Brix)                            | NS            | 11,64          | 11,54          | 11,26          | 11,20          |
| pH  | NS            | 5,64           | 5,65           | 5,73           | 5,67           |

Para cada parámetro: NS = no significativo, \* = significativo  $p \leq 0,05$ . Valores seguidos de la misma letra no difieren con  $p \leq 0,05$ .

**CUADRO III. EXTRACCIONES TOTALES DE NITRÓGENO POR DISTINTOS ÓRGANOS DE LA PLANTA DE MELÓN cv. SANCHO A LOS 91 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN (25 DE AGOSTO), EXTRACCIONES TOTALES DE LA COSECHA Y RETORNOS A LA PARCELA.**

| Tratamiento    | Extracciones totales (kg/ha) |         |        |                 |              |                 | Retorno (kg/ha) |
|----------------|------------------------------|---------|--------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|
|                | Limbo                        | Pecíolo | Tallo  | Fruto (biomasa) | Total planta | Fruto (cosecha) |                 |
| A <sub>0</sub> | 12,1 a                       | 1,5 a   | 4,7 a  | 32,3 a          | 50,6 a       | 27,6 a          | 23,0 a          |
| A <sub>1</sub> | 20,7 ab                      | 2,1 ab  | 6,8 b  | 54,0 b          | 83,6 b       | 34,7 ab         | 48,9 b          |
| A <sub>2</sub> | 27,4 bc                      | 3,0 bc  | 9,0 c  | 77,3 c          | 116,7 c      | 45,0 b          | 71,7 c          |
| A <sub>3</sub> | 35,6 c                       | 3,8 c   | 11,5 d | 72,3 bc         | 123,2 c      | 41,0 bc         | 82,2 c          |

Para cada parámetro, valores seguidos de la misma letra no difieren con p≤0,05.

(1986) con fertilizaciones de 50 y 100 kg/ha de nitrógeno obtuvieron producciones de 40 y 44 t/ha respectivamente; resultados muy acordes con los obtenidos en este trabajo.

La reducción de cosecha comercial en el tratamiento más abonado se debió a la reducción en el número de frutos, pasando de 1,20 y 1,29 frutos/m<sup>2</sup> en los tratamientos A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> respectivamente, a 1,00 frutos/m<sup>2</sup> en el A<sub>3</sub>, diferencias que tuvieron significación estadística, manteniéndose semejante el tamaño del fruto. Sin embargo, la diferencia de cosecha entre los tratamientos A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> fueron debidas a un efecto conjunto de un menor número de frutos comerciales en el primero (debido principalmente a un mayor número de frutos rajados o podridos en la parcela) y a un menor tamaño del fruto, aunque analizados estos dos parámetros por separado no presentan diferencias significativas entre estos dos tratamientos. El tratamiento A<sub>0</sub> fue el que tuvo menor cosecha total y comercial, debido a las diferencias significativas de número de frutos y peso de los mismos respecto a los tratamientos A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>.

La desviación estándar del peso de la cosecha es un parámetro que suministra información sobre la homogeneidad de la muestra, de forma que cuanto más pequeño sea el mismo, los frutos serán más parecidos unos a otros, por lo que es evidente que interesa obtener cosecha con una desviación estándar lo más pequeña posible. En el ensayo con nitrógeno, se observan ligeras variaciones, pero las diferencias no son significativas, por lo que no se puede concluir que el nitrógeno, en el intervalo de aplicación utilizado en el ensayo, haya influido en la homogeneidad del tamaño de los frutos.

El índice de carne ha resultado significativamente afectado por la aplicación de nitrógeno, de forma que el tratamiento más abonado ha tenido un menor índice de carne y, dado que este trata-

miento no presentó diferencias significativas en cuanto al índice de corteza, se deduce que el menor contenido de pulpa se produjo a costa de un mayor hueco central, lo que está en consonancia con lo afirmado por Coelho *et al.* (2003).

En el cuadro III se puede observar que la absorción de nitrógeno por parte de los órganos de la planta aumenta de forma significativa a medida que se incrementa el aporte de abonado nitrogenado. La mayor acumulación de este elemento se produce en el fruto, seguido del limbo y del tallo. Sin embargo, dado que a partir de una determinada cantidad de abonado nitrogenado, la biomasa del fruto y la

producción comienzan a descender, también lo hace la acumulación total de nitrógeno en el fruto y la cosecha, aunque el porcentaje de nitrógeno en los tejidos del mismo continúa aumentando (figura 2). Gran parte del nitrógeno absorbido por la planta retorna al suelo una vez finalizado el cultivo, ya que únicamente se extrae de las parcelas el nitrógeno contenido en la cosecha. Las cantidades de retorno son significativamente mayores cuanto más nitrógeno se ha aportado y, mediante la mineralización correspondiente en el suelo, contribuirán a la fertilidad del mismo. Es de destacar que el tratamiento A<sub>0</sub>, que únicamente recibió 30 kg/ha de nitrógeno al principio del cultivo mediante el agua de riego, ha absorbido un total de 50,6 kg/ha de nitrógeno, produciendo 40,62 t/ha de cosecha total. Evidentemente, la diferencia entre lo aportado y lo absorbido tiene que haber sido proporcionada mediante la mineralización en el suelo. Los tratamientos A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> tienen unas extracciones semejantes a las aportadas mediante el abonado y el tratamiento A<sub>3</sub> extrae cantidades ligeramente inferiores a las suministradas.

En la figura 3 se observan las funciones de producción en función de la cantidad de nitrógeno aplicado. Al igual que hicieron Daggan *et al.* (1999), se han obtenido ecuaciones polinómicas de segundo grado para calcular las cantidades de nitrógeno que permiten alcanzar las máximas producciones derivando las mismas e igualando a cero. En nuestro caso, estos valores corresponden a 50,4 t/ha de rendimiento total, obtenido con una aplicación de 94 kg/ha de nitrógeno y 43,8 t/ha de rendimiento comercial obtenido con 88,4 kg/ha de nitrógeno.

### Conclusiones

El aporte de nitrógeno incrementa el porcentaje del mismo en los distintos órganos de la planta, el crecimiento vegetativo de la planta y la cosecha, hasta alcanzar una cantidad óptima que se sitúa en torno a 90 kg/ha. Por encima de ésta se sigue incrementando el porcentaje de nitrógeno en los órganos de la planta y el crecimiento vegetativo del melón, pero se reduce la cosecha tanto comercial como total y los frutos son más huecos, con la consiguiente pérdida de calidad.

Con aportes de 90 kg/ha de nitrógeno se produce una absorción por parte de la planta semejante a la cantidad aplicada. De ésta, se exportan fuera de la parcela, mediante la cosecha, en torno a un 40%, mientras que el 60% restante retorna al suelo formando parte de la biomasa del cultivo que posteriormente se mineralizará dotando de fertilidad al suelo. ■

### Bibliografía

Existe una amplia relación bibliográfica que puede ser solicitada a nuestra redacción. E-mail: redaccion@eumedias.es

**FIGURA 3.** Funciones de producción de la cosecha total y comercial en función de la cantidad de nitrógeno aplicado.

