

RESULTADOS PRODUCTIVOS Y CUALITATIVOS DE UN ENSAYO CON CUATRO DOSIS DE N EN GOLDEN SMOOTHÉE

El abonado nitrogenado del manzano: cuánto, cuándo y cómo

Las respuestas a la cantidad de abonado nitrogenado a aplicar y su momento de aplicación se obtuvieron mediante el planteamiento de un ensayo que se inició en 2000 en Gimenezells (Lleida) en una plantación de manzano Smoothée en plena producción, comparando cuatro dosis de N (0-40-80-200 kg/ha de N), en árboles regados por goteo y

con fertirrigación diaria. La aplicación de 80 kg N/ha supuso la producción mayor, seguida de la dosis de 40 kg N/ha, sin diferencias entre ambas dosis. La menor producción se obtuvo con dosis excesivas de N, con mayores pérdidas probables por lixiviación y confirmando la baja eficiencia en la aplicación.

Josep Rufat.

Área de Tecnología del Reg. Centre UdL-IRTA. Lleida.

La aplicación de la técnica de la fertirrigación requiere tanto del cálculo de las necesidades del cultivo, al igual que para la fertilización tradicional, como del conocimiento específico del sistema utilizado para la fertirrigación. Los nutrientes aplicados no solo tienen que cubrir las necesidades totales de la planta sino que también tienen que satisfacer las necesidades estacionales, directamente relacionadas con el crecimiento vegetativo inicial y el posterior crecimiento del fruto, cumpliendo con el respeto al medio ambiente mediante la aplicación racional de los abonos. Esta eficiencia requerida en el uso de los abonos no sólo se consigue con productos cada vez más mejorados técnicamente sino con un sistema de aplicación que implique una mejor absorción y menores pérdidas de producto.

Materiales y metodología

El ensayo se realizó entre los años 2000 y 2005 (seis años) en una parcela de la Estación Experimental de Lleida en Gimenezells (Lleida) sobre árboles de la variedad Golden Smoothée sobre pie M9 Pajam 2. La superficie de la parcela era de 1,4 ha con 2.400 árboles, plantados en 1994 a un marco de plantación de 4 x 1,4 m,

formados en eje central apoyado, con una altura máxima de 3,5 m. Cada parcela elemental constaba de cinco filas y un total de cincuenta árboles, realizándose los controles sobre los cinco árboles centrales.

Características del suelo

El suelo era de textura franca, con una profundidad efectiva de 35-40 cm, limitada por un horizonte petrocálcico. La infiltración y el drenaje eran rápidos. El nivel freático asociado al rie-



Parcela de ensayo de la variedad Golden Smoothée sobre pie M9 Pajam 2

go se encontraba situado a 135 cm. El pH (1:2.5) del suelo era 8,1. El contenido de carbonato cálcico equivalente era del 29,2 % y la caliza activa era del 10,6%. La conductividad eléctrica en extracto 1:5 era de 0,26 dS/m a 25°C. Al iniciarse el ensayo, el contenido de materia orgánica oxidable era de 2,8% en peso. Se mantuvo el suelo enherbado con tratamiento herbicida en una franja de 1 m debajo de la copa del árbol a lo largo de la línea de plantación. La clasificación del suelo es Paleorthid xerólico, franca, mezclada, méstica, superficial (SSS, 1990).

Dosis de abonado

Se aplicaron cuatro dosis de N (0-40-80-200 kg/ha de N), comparando un testigo (T N-0) con dosis crecientes de N, en árboles regados por goteo, a los que se aportaba la ET_c diaria según el método del balance hídrico. La fertirrigación se realizaba aplicando primero el N con nitrato amónico de 33,5% de N y después el K con nitrato potásico, en un solo pulso diario. Se calculaba el tiempo de trabajo de la bomba dosificadora para aplicar la cantidad necesaria. Así se aplicaba la dosis de 80 kg/ha de N. El resto de N extra hasta los 200 kg/ha de N se aplicaba manualmente una vez al mes, al igual que para el T N-40. La definición de las dosis de abonado nitrogenado se basó en la recomendación de la "Norma técnica per a la Denominació Genérica Producció Integrada de pomes" (DARP, 1995) que define como cantidad máxima a aplicar 80 kg N/ha. Esta dosis se comparó con un exceso de N, 200 kg N/ha a la vez que se planteó el estudio del efecto de dosis menores de N, 40 kg N/ha. Asimismo, la no aplicación de N se planteó para conocer el efecto de las reservas propias del árbol y las aportaciones del suelo.

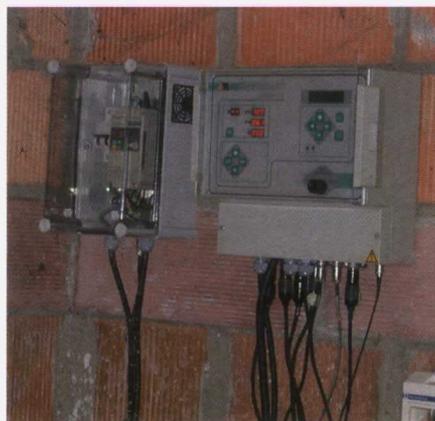
Se mantuvieron constantes las aportaciones anuales de fósforo y potasio, las cuales eran de 22,5 kg de P_2O_5 /Ha y 98 kg de K_2O /Ha respectivamente. En particular, las aportaciones de fósforo se realizaban a principio de campaña, aprovechando para efectuar un lavado de las tuberías mediante la utilización de ácido fosfórico. Las dosis a aplicar semanalmente se calcularon a partir de la propuesta de Huguet (1977), adaptando la evolución de las necesidades, iniciando la fertilización unos quince días después de la floración y reservando un máximo de un 20% de N a aplicar en postcosecha en función de

CUADRO I.

Crecimiento del perímetro del tronco (cm). Valores acumulados de seis años (años 2000 a 2005).

Dosis N	Perímetro inicial	Perímetro final
0	23,0 a	32,7 a
40	22,5 ab	31,5 ab
80	20,4 b	29,1 b
200	21,9 ab	29,9 ab

Sin aplicación de N la producción fue un 10% menor respecto al mejor tratamiento, demostrando la importancia que para especies con una baja demanda de N, como es el manzano, tienen las reservas del árbol y, bajo las condiciones del ensayo, el nivel de materia orgánica del suelo como aporte de nutrientes



Controlador de la fertirrigación en continuo.

las producciones y crecimientos vegetativos obtenidos durante la campaña.

A principios de septiembre se realizaba la recolección, evaluando la producción total por árbol, número de frutos y peso medio del fruto. Asimismo, la producción era calibrada en su totalidad para conocer la producción comercial (frutos con diámetro superior a 70 mm).

Parámetros de calidad

Los parámetros de calidad del fruto se determinaron en cosecha sobre una muestra de dieciocho frutos, correspondiente a cada una de las parcelas de ensayo. Las determinaciones fueron la dureza, el contenido en sólidos

solubles y la acidez y el test de almidón. Se realizó un control visual de fisiopatías (porcentaje de frutos afectados por bitter-pit) tanto a cosecha como su evolución después de seis y ocho meses de frigoconservación.

Crecimiento vegetativo

Los crecimientos del tronco no se correspondieron con las aportaciones de N con una gran influencia de los valores iniciales (**cuadro I**), demostrando que los excesos de N se perdieron por percolación al no tener tampoco una repercusión en la producción. La posible explicación de estos resultados viene dada por el bajo consumo de N por parte del manzano (Rufat y otros, 2007) y por la regulación que ejerce el patrón sobre el crecimiento del árbol (Ferree y Carlson, 1987). Aunque un incremento en la aportación de N supone un mayor crecimiento del tronco (Fallahi, 2000), con respuestas hasta aplicaciones de 200 kg /ha en Gala (Neilsen y otros, 1996), Rozetto (1984) no encontró ninguna respuesta del N aportado sobre el crecimiento del tronco y de los brotes.

Resultados productivos

Del análisis de la producción comercial se constata una tendencia a la separación en tres grupos: 80 y 40 kg N/ha, 0 kg N/ha y con una

CUADRO II.

Producción total, número de frutos, peso medio del fruto y producción comercial. Valores acumulados de seis años (años 2000 a 2005).

Dosis N	P total (kg/árbol)	Nº frutos (frutos/árbol)	Peso fruto (g/fruto)	P comercial (kg/árbol)
0	189,7 a	1.045 b	181	161,6 ab
40	204,8 a	1.138 ab	180	170,5 a
80	210,0 a	1.197 a	177	176,3 a
200	188,8 a	1.069 b	177	148,4 b

CUADRO III.

Parámetros de calidad del fruto en el momento de la cosecha. Valores (promedio ± error estándar) de seis años (años 2000 a 2005).

Dosis N	Dureza (N/cm ²)	Azúcares S (°Brix)	Acidez (g ác málico/l)	Índice almidón (escala 0-10)
0	70 ± 0,4	12,5 ± 0,2	5,6 ± 0,1	6,5 ± 0,2
40	69 ± 0,5	12,6 ± 0,3	5,7 ± 0,1	6,7 ± 0,2
80	69 ± 0,4	12,9 ± 0,2	5,7 ± 0,1	6,7 ± 0,2
200	69 ± 0,4	12,9 ± 0,2	5,5 ± 0,1	6,9 ± 0,2

menor producción 200 kg N/ha, con una relación directa con el número de frutos y no con el peso medio del fruto (**cuadro II**). Fallahi y otros (2001) en Fuji y Drake y otros (2002) en Golden tampoco encontraron efecto sobre el tamaño del fruto aplicando dosis similares a las del ensayo. Por su parte, Fallahi (2000) en Redspur encontró, después de tres años de ensayo, una tendencia a un menor peso medio del fruto a dosis elevadas de N (a partir de 180 kg N/ha) mientras que a dosis bajas y hasta 72 kg N/ha, el tamaño del fruto no variaba, siendo mayor que el resto, situación que corrobora unos peores resultados para dosis de N excesivas.

De los resultados obtenidos (**cuadro II**) se deriva la gran importancia de las reservas y la aportación de nutrientes por parte de la materia orgánica del suelo, reflejada en la producción de los árboles sin aplicación de N, llegando a producciones comerciales totales tan sólo un 10% inferiores al mejor tratamiento.

Resultados de calidad del fruto

Una vez realizados los promedios de los seis años de ensayo para las diferentes dosis de N aplicadas, para las determinaciones realizadas



Inyección simultánea para aplicar más de una solución y evitar incompatibilidades entre ambas.

en el momento de la recolección (**cuadro III**) se observa que los valores de firmeza y acidez del fruto son similares mientras que para el contenido de azúcares puede verse una tendencia a valores superiores para las dosis N-80 y N-200 comparadas con la no aplicación de N, aunque éstos siempre se mantuvieron dentro de los mínimos requeridos por el mercado para la manzana. En cuanto al índice de almidón, valor relacionado con el estado de madurez del fruto, los valores obtenidos para N-200 suponen una evolución de la maduración superior para estos frutos, sobre todo comparado con los frutos procedentes de los árboles a los que no se aplicó

N. Resultados similares fueron obtenidos por Neilsen y otros (2000) justificando una maduración más temprana. La posibilidad de adelantar la recolección de estos frutos penalizaría el resto de parámetros de calidad además de obtener frutos de menor tamaño final y una producción final todavía menor.

La incidencia de bitter pit no se observó en el momento de la cosecha pero sí después de un período largo de frigoconservación, con una afectación superior



La dosis de abono ha influido en el número de frutos pero no en el peso de éstos. Foto drcha: Ensayo de calidad del fruto mediante penetrometría.

CUADRO IV.

Incidencia de bitter-pit (promedio del porcentaje de frutos afectados \pm error estándar) en la cosecha y después de seis y ocho meses de frigoconservación en el sexto año.

Dosis N	Cosecha	6 meses frigoconservación	8 meses frigoconservación
0	1,4 \pm 1,6	2,8 \pm 3,2	5,8 \pm 4,8
40	0	1,9 \pm 2,3	1,9 \pm 2,3
80	1,4 \pm 1,6	3,7 \pm 3,7	7,0 \pm 4,0
200	1,4 \pm 1,6	3,1 \pm 3,1	11,2 \pm 6,9

cuando se incrementa el tiempo de conservación frigorífica. Además, cuando se aplicaron cantidades excesivas de N combinado con una larga frigoconservación, los porcentajes de afectación se incrementaron (**cuadro IV**).

De los resultados presentados y para unas características de plantación, suelo y clima similares, los mejores resultados tanto productivos como de calidad para el conjunto de seis años de estudio se situaron en el intervalo 40 - 80 kg N / ha aplicados (Rufat y otros, 2008).

¿Otros sistemas de fertirrigación?

En el presente ensayo se utilizaron las técnicas de fertirrigación clásicas que comprenden la aplicación de los nutrientes, de forma simple o compleja, en el flujo de agua de riego mediante una bomba inyectora. Las necesidades de nutrientes se periodifican para toda la campaña, con un reparto estacional diferenciado según necesidades del cultivo, realizando a su vez una distribución semanal y diaria de los mismos. Los tiempos o volúmenes de inyección se calculan en función de las cantidades diarias de abono a aplicar y de la capacidad de inyección de la bomba. La práctica más comúnmente utilizada responde a la inyección del abono o abonos de forma secuencial al inicio o a la mitad del ciclo de riego, pero nunca al final, asegurando un periodo final en el que solo se aplique agua para permitir un lavado del sistema. En respuesta al tipo de suelo de la plantación, relacionando textura, profundidad y capacidad de almacenamiento de agua de riego, se plantea la posibilidad de un riego pulsado para asegurar que las cantidades aplicadas no excedan de la capacidad de retención de agua del suelo.

Otro posible sistema de fertirrigación está relacionado con la aplicación continua de abono y un control de la solución inyectada en el

agua de riego para que ésta se mantenga dentro de unos valores prefijados óptimos para el cultivo. La preparación de las soluciones nutritivas se realizará de acuerdo a unos valores que aseguren unas concentraciones objetivo en la zona de raíces. La inyección se realizará simultáneamente en el caso de la necesidad de aplicar más de una solución por lo que se evitarán posibles incompatibilidades entre abonos. Quizás el factor clave sea el control de la aplicación, el cual puede ser monitorizado en continuo mediante la medida del pH y la conductividad eléctrica de la mezcla, y rectificado instantáneamente con la adición de ácidos en el caso de que se requiera.

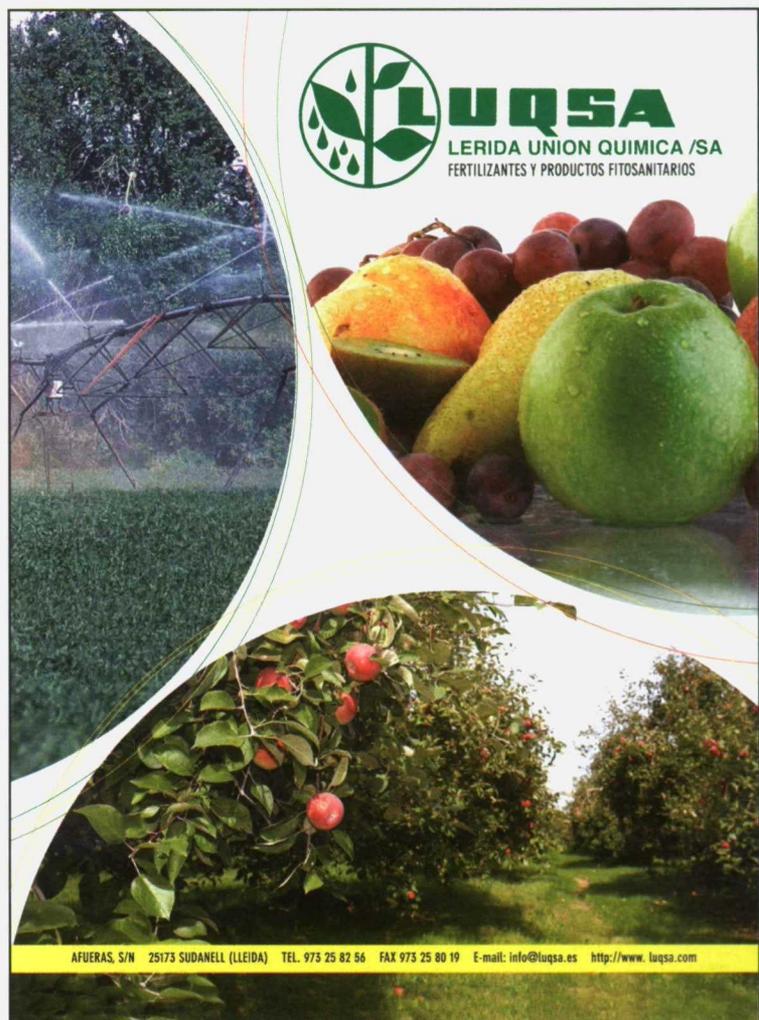
La diferencia entre ambos sistemas está en la aplicación del abono de forma simultánea con el agua de riego, abonando siempre que se riegue, y no de forma puntual como con la fertirrigación tradicional. Además, se controlan unos niveles estables de concentración de nutrientes, a diferencia del incremento y descenso súbito de la concentración determinada por en inicio y final de la aplicación del abono. Como consecuencia, la eficiencia en la aplicación será mayor con una respuesta posterior en los parámetros productivos y de calidad. ●

Agradecimientos:

Financiación del estudio con proyectos INIA PD99-005 y FEDER 2FD1997-1801.

Bibliografía ▼

- Drake, S.R.; Raese, J.T.; Smith, T.J. 2002. Time of nitrogen application and its influence on Golden Delicious apple yield and fruit quality. *J. Plant Nutr.* 25(1):143-157.
- Fallahi, E. 2000. Productivity, postharvest physiology, and soil nitrate movement as influenced by nitrogen applications to Delicious apple. *Acta Hort.* 512:149-157.
- Fallahi, E.; Colt, W.M.; Baird, C.R.; Fallahi, B.; Chun, I.J. 2001. Influence of nitrogen and bagging on fruit quality and mineral concentrations of BC-2 Fuji apple. *HortTechnology* 11(3):462-466.
- Ferree, D.C.; Carlson, R.F. 1987. Apple rootstocks. En: Rom, R.C.; Carlson, R.F. (eds) *Rootstocks for fruit crops*. Wiley Interscience, New York, pp. 107-144.
- Neilsen, G.H.; Hogue, E.J.; Meheriuk, M. 1999. Nitrogen fertilization and orchard-floor vegetation management affect growth, nutrition and fruit quality of Gala apple. *Can. J. Plant Sci.* :379-385.
- Rozetto, B.C. 1984. Nitrogen and potassium rate in apple trees. *Vth Int. Coll. for optimization of plant nutrition. Proceedings.* 2:491-497.
- Rufat, J.; Domingo, X.; Marsal, J.; Girona, J.; Arbones, A.; Villar, J.M.; Villar, P. 2007. Efectos del abonado nitrogenado sobre la producción y calidad del fruto del manzano y melocotonero. *Actas de horticultura. II Jornadas del grupo de fertilización. Logroño.*
- Rufat, J. 2008. El abonado del manzano, fertilización i/o foliar. *Vida Rural* 275:40-44.



LUQSA
LERIDA UNION QUIMICA /SA
FERTILIZANTES Y PRODUCTOS FITOSANITARIOS

AFUERAS, S/N 25173 SUDANELL (LLEIDA) TEL. 973 25 82 56 FAX 973 25 80 19 E-mail: info@luqsa.es http://www.luqsa.com