

DETERMINACIÓN DEL RANGO DE DOSIS DE N APLICADO MÁS EFICIENTE AGRONÓMICA Y ECONÓMICAMENTE

# Evaluación económica de la fertilización nitrogenada en el cultivo del manzano

En este estudio se evalúa la producción y la calidad de la manzana bajo diferentes estrategias de fertilización desde un punto de vista económico, determinando la dosis de nitrógeno más eficiente. La tendencia creciente del coste de los fertilizantes justifica más que nunca la evaluación económica de los

planes de fertilización a nivel de finca. Asimismo, se constata la importancia de la planificación del abonado nitrogenado de un modo racional, que favorece principalmente la calidad de la fruta, lo que, en cualquier caso, aumenta las expectativas de ingresos del productor.

J. Lordan<sup>1,2</sup>, J. M. Villar<sup>1</sup>, M. Pascual<sup>1</sup>,  
F. Fonseca<sup>2</sup>, A. Arbonés<sup>2</sup>, J. Rufat<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universitat de Lleida (UdL). ETSEA. Lleida.

<sup>2</sup> Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Lleida.

**E**l cultivo del manzano (*Malus domestica* Borkh.) es en términos de producción y consumo uno de los cultivos frutales de zona templada más importantes, tanto a nivel nacional como internacio-

nal. La zona frutícola de Lleida-Huesca es una de las más productivas en España y, a su vez, de Europa.

El uso de fertilizantes para incrementar el rendimiento de los cultivos frutales es una de las técnicas más eficaces, junto con el riego, para aumentar la productividad de los mismos. Los fertilizantes aplicados no solo tienen la finalidad de cubrir los requerimientos nutricionales de los cultivos, sino que también deben usarse con el propósito de evitar cualquier efecto negativo medioambiental derivado de su uso. En 2011, en España se aplicaron 964.768 toneladas de nitrógeno, 390.245 de fósforo y 356.304 de potasio (Anffe, 2012), por consiguiente se estima que más del 50% de fertilizantes aplicados fueron nitrogenados.

La producción de fertilizantes nitrogenados depende casi exclusivamente de fuentes de energía no renovables, lo que ha hecho que el precio de venta del nitrógeno se haya incrementado sustancialmente durante los últimos años (figura 1). En el año 2005, de las 927.369 toneladas de nitrógeno elemental utilizadas, un 27% fue en forma de abonos complejos, un 25% en forma de nitrato amónico y un 23% en forma de urea (Magrama, 2005).

El objetivo de este estudio es el de evaluar no solo la producción y la calidad de manzana bajo diferentes estrategias de fertilización sino también la de evaluar económicamente cada





**Foto 1.** Respecto a los índices de calidad, se observan valores similares de firmeza y acidez para todos los tratamientos. Sin embargo, el contenido de azúcares es ligeramente superior en los frutos con dosis elevadas de nitrógeno.

una de ellas, con el objetivo de determinar el rango de dosis de nitrógeno aplicado más eficiente.

## Evaluación económica

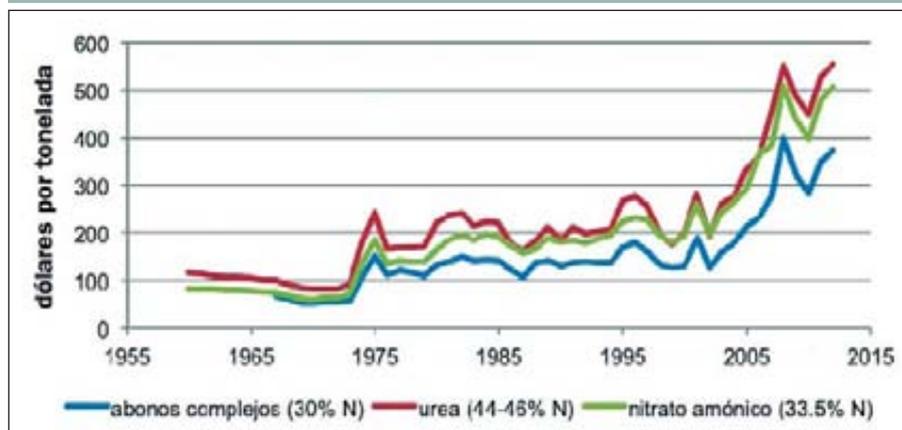
El presente estudio evaluó la respuesta de una plantación de manzano cv. Golden Smoothie bajo diferentes estrategias de fertilización (0-40-80-200 kg/ha de N) a lo largo de 6 años. Para tal fin, se realizó una cosecha comercial de las parcelas experimentales (frutos con diámetro superior a 70 mm), evaluando asimismo la calidad de frutos (firmeza, sólidos solubles, acidez e índice de almidón) para comprobar los posibles efectos de las diferentes estrategias de fertilización, tanto en el rendimiento como en la calidad de los frutos.

### Producción y calidad

Del análisis de la producción comercial se constata una tendencia a la separación en tres grupos: 0 kgN/ha; de 40 a 80 kg N/ha; y 200 kg N/ha, con una menor producción (**cuadro I**). Estudios anteriores (Rufat, 2010; Fallahi,

**FIGURA 1.**

**Evolución de los precios de los principales fertilizantes nitrogenados (USDA, 2012).**



**CUADRO I.**

Producción comercial (kg/ha) y principales parámetros de calidad de la cosecha (promedio  $\pm$  error estándar). Valores promedio de seis años.

Tratamiento N (kg N/ha)	Producción comercial (kg/ha)	Firmeza (N/cm <sup>2</sup> )	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (g ác. málico)	Índice almidón (escala 0-10)
0	48.100 a b	70 $\pm$ 0,4	12,5 $\pm$ 0,2	5,6 $\pm$ 0,1	6,5 $\pm$ 0,2
40	50.700 a	69 $\pm$ 0,5	12,6 $\pm$ 0,3	5,7 $\pm$ 0,1	6,7 $\pm$ 0,2
80	52.500 a	69 $\pm$ 0,4	12,9 $\pm$ 0,2	5,7 $\pm$ 0,1	6,7 $\pm$ 0,2
200	44.200 b	69 $\pm$ 0,4	12,9 $\pm$ 0,2	5,5 $\pm$ 0,1	6,9 $\pm$ 0,2

2000) han aportado una tendencia a una menor producción a dosis elevadas de nitrógeno. Respecto a los índices de calidad, se observan valores similares de firmeza y acidez para todos los tratamientos. Sin embargo, el contenido de azúcares es ligeramente superior en los frutos con dosis elevadas de nitrógeno (80 y 200 kg N/ha). En cuanto al índice de almidón, parámetro relacionado con el estado de madurez del fruto, se observan valores superiores para dosis elevadas de nitrógeno (200 kg N/ha). El

**Las dosis medias de nitrógeno (40 y 80 kg N/ha y año) son las que consiguen un mayor beneficio económico, lo que justifica la aplicación de abonos nitrogenados en manzano con la expectativa de incrementar los beneficios**

exceso de nitrógeno conlleva un cierto adelanto de la maduración de la manzana (**cuadro I**). Los buenos resultados productivos obtenidos sin la aplicación de N se atribuyen al alto nivel de materia orgánica del suelo (2,8%), que conlleva un aporte de N que para el caso del manzano puede suponer un elevado porcentaje del total de las necesidades (Rufat, 2010).

La evaluación económica de las estrategias de fertilización se realiza en base a la comparación de la estrategia de no fertilización (0 kg N/ha) mediante los índices de productividad marginales del nitrógeno. Para la realización de los cálculos económicos presentados se ha supuesto un precio de compra del fertilizante nitrogenado de 1 €/kg N de promedio de las diferentes formulaciones comerciales existentes. El coste derivado de la aplicación del fertilizante se puede suponer constante dado que se considera que la mayoría de plantaciones frutales modernas disponen un cabezal de riego preparado para la fertirrigación, por lo que el coste de aplicación de fertilizantes es poco dependiente de la dosis aplicada. Bajo este supuesto, se ha imputado un coste del equipo de fertirri-

**CUADRO II.**

Evaluación económica de los diferentes tratamientos de fertilización.

Tratamiento. (kg N/ha)	Producción comercial (kg/ha)	Costo nitrógeno (€/ha)	Productividad marginal del nitrógeno (kg/ha)	Ingresos venta (€/ha)	Ingresos marginales (€/ha)	Beneficios marginales (€/ha)	Eficiencia agronómica del N (kg fruta/kg N)
0	48.100	0		14.430			
40	50.700	40	2.600	15.210	780	740	1.267,5
80	52.500	80	4.400	15.750	1.320	1.240	656,3
200	44.200	200	-3.900	13.260	-1.170	-1.370	221,0

**CUADRO III.**

Evaluación económica según estrategia comercial de venta de la producción.

Estrategia comercial	Tratamiento N (kg N/ha)	Porcentaje pérdidas bitter pit (%)	Pérdidas bitter pit (€/ha)	Ingresos venta (€/ha)	Beneficios venta (€/ha)	Beneficios marginales (€/ha)
Frigoconservación hasta 6 meses	0	2,8	538,7	18.701,3	18.701,3	
	40	1,9	385,3	19.894,7	19.854,7	1.153,4
	80	3,7	777,0	20.223,0	20.143,0	1.441,7
	200	3,1	548,1	17.131,9	16.931,9	-1.769,4
Frigoconservación hasta 8 meses	0	5,8	1.115,9	18.124,1	18.124,1	
	40	1,9	385,3	19.894,7	19.854,7	1.730,6
	80	7,0	1.470,0	19.530,0	19.450,0	1.325,9
	200	11,2	1.980,2	15.699,8	15.499,8	-2.624,2

gación de 3 €/ha, atendiendo a una vida útil de doce años y una implementación de equipos común en la zona (depósito fertilizante, bomba inyectora y filtro). Asimismo se desprecian los costes derivados del transporte del fertilizante con el fin de facilitar los cálculos.

Las dosis medias de nitrógeno (40 y 80 kg N/ha) aumentaron sustancialmente la producción comercial de manzana, con incrementos

de la producción de 2.600 y 4.400 kg/ha respecto a la no fertilización, respectivamente (**cuadro II**). Esto supuso un aumento de los ingresos marginales de 780 y 1.320 €/ha para las dosis de 40 y 80 kg N/ha, respectivamente. En el caso de la dosis más alta de nitrógeno, 200 kg N/ha, se encontró un descenso de ingresos de hasta 1.170 €/ha en comparación con la no fertilización. Asimismo, hay que consi-

derar el coste asociado a la fertilización para cada una de las estrategias propuestas.

La estrategia con dosis de 80 kg N/ha es la que consigue un mayor beneficio marginal, con 1.240 €/ha más respecto a la no fertilización. Sin embargo, la fertilización con dosis de 40 kg N/ha es la que tiene más eficiencia agronómica, con 1.267 kg de manzana por cada kg de nitrógeno aplicado, prácticamente el doble que la dosis de 80 kg N/ha.

**Estrategias de comercialización**

También se evaluaron económicamente dos estrategias comerciales, la venta de la producción después de seis meses de almacenamiento, y la venta de la producción después de ocho meses de almacenamiento (**cuadro III**). Para tal fin se realizó un control visual de fisiopatías (porcentaje de frutos afectados por bitter pit) tanto a cosecha como después de seis y ocho meses en frigoconservación. La incidencia de bitter pit no se observó en el momento de la cosecha pero sí después de un período largo de frigoconservación. Los porcentajes de afectación por bitter pit son similares después de seis meses de frigoconservación, lo que sitúa la estrategia con dosis de 80 kg N/ha como la primera en obtención de beneficios, con 1.442 €/ha más respecto a la no fertilización. No obstante, cuando la estrategia plantea un período largo de frigoconservación (ocho meses) los resultados son muy diferentes. En este caso, se observa una afectación superior de bitter pit cuando se incrementa la dosis de nitrógeno, lle-



Foto izquierda. Los buenos resultados productivos obtenidos sin la aplicación de N se atribuyen al alto nivel de materia orgánica del suelo, que conlleva un aporte de N que para el caso del manzano puede suponer un elevado porcentaje del total de las necesidades. Foto derecha. Se ha imputado un coste del equipo de fertirrigación de 3 €/ha, atendiendo a una vida útil de doce años y una implementación de equipos común en la zona (depósito fertilizante, bomba inyectora y filtro).



Las dosis medias de nitrógeno (40 y 80 kg N/ha) aumentaron sustancialmente la producción comercial de manzana, con incrementos de la producción de 2.600 y 4.400 kg/ha respecto a la no fertilización, respectivamente.

gando incluso al 11% de afectación en dosis altas (200 kg N/ha). Cuando la venta se realiza después de ocho meses de frigoconservación, la mejor estrategia fertilizante es la dosis de 40 kg N/ha, obteniendo beneficios marginales de hasta 1.731 €/ha.

## Conclusiones

El estudio trata de evaluar económicamente diferentes estrategias de fertilización. Las dosis medias de nitrógeno (40 y 80 kg N/ha y año) son las que consiguen un mayor beneficio económico, lo que justifica la aplicación de abonos nitrogenados en manzano con la expectativa de incrementar los beneficios. Sin embargo, cuando se practica una fertilización a dosis de nitrógeno muy altas (200 kg N/ha y año) se producen pérdidas económicas sustanciales derivadas de una baja eficiencia de uso del nitrógeno y una afectación muy significativa de la calidad de la fruta.

Con la aplicación de dosis de nitrógeno altas se debe asumir un riesgo medioambiental



La incidencia de bitter pit no se observó en el momento de la cosecha pero sí después de un período largo de frigoconservación.

importante asociado a la baja eficiencia de uso del nitrógeno.

Las estrategias asociadas a la aplicación de dosis moderadas de nitrógeno, o incluso la no aplicación de éste en ciertos tipos de suelos, como es el del experimento, supone un valor añadido importante a la hora de implantar estrategias productivas con alto valor añadido, como es la producción orgánica.

Asimismo, se constata la importancia de la planificación del abonado nitrogenado de un modo racional, que favorece principalmente la calidad de la fruta, lo que, en cualquier caso, aumenta las expectativas de ingresos del productor.

Es también importante resaltar que la planificación y práctica de la fertilización debe ser evaluada no solo agrónomicamente sino también económicamente; la tendencia creciente del coste de los fertilizantes justifica más que nunca la evaluación económica de los planes de fertilización a nivel de finca.

Por último, debe destacarse la com-

plejidad del tema tratado. La existencia de interacciones muy importantes entre el medio productivo y la tecnología de producción, hacen que sea indispensable que la gestión de la fertilización (y extensivamente el resto de prácticas de cultivo) sea planificada y supervisada por ingenieros especialistas, que son los que poseen la capacidad necesaria para realizar el diagnóstico más conveniente para cada caso concreto. ●

## Bibliografía ▼

ANFFE, Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes. [www.anffe.com](http://www.anffe.com)

Fallahi, E. 2000. Productivity, postharvest physiology, and soil nitrate movement as influenced by nitrogen applications to Delicious Apple. *Acta Hort.* 512:149-157.

MAGRAMA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es)

Rufat, J. 2010. El abonado nitrogenado del manzano: cuánto, cuándo y cómo. *Vida Rural.* 315: 42-45.

USDA, United States Department of Agriculture. [www.usda.gov](http://www.usda.gov)

**De entrante** **H-1 HUMICROM (ferti)** **H-2 HULMAX (eco)** *Plato base para enraizar y desarrollo vegetativo*

**De primero** **A-1 MARGOSAN (ferti)** **G-30 GERMINATOR (eco)** *Óptima biostimulación para una correcta defensa y desarrollo*

**De postre** **A-2 ANTOCARP (ferti)** **G-A2 ALGAS (eco)** *Flor y fruto más abundante y de calidad*

**Por si las "moscas"** **BIO 6000 PIRETRIN PLUS (eco)** **BIO 185 KARANJIN (eco)** *Insecticida de choque. Prevenir es el mejor ataque*

**Por si los hongos** **BIO 75 TOMILLO (eco)** **BIO 150 CITRICO (eco)** *Control de hongos y bacterias. Preventivo y curativo*

**MARCAS LIDERES PARA TODO EL CICLO**  
 Ctra. Dilar, Km. 2 • 18150 Gójar (Granada) ESPAÑA-UE E-mail: [agromed@agromed.net](mailto:agromed@agromed.net)  
 Tlfr: +34 958597811 • +34 958597117 • Fax: +34 958597117 [www.agromed.net](http://www.agromed.net) **Agromed**