

# Estrategias de fertilización racional en el cultivo del manzano



1 Aplicación tradicional de abonos.

La absorción de nutrientes tiene lugar preferentemente en las raíces lo que implica una aplicación de abonos en el suelo para satisfacer las necesidades del árbol, siendo la vía foliar complementaria a la anterior. La fertirrigación supone un paso adelante en la eficiencia de la aplicación de los abonos vía suelo. En cualquier caso, la realización de un plan de abonado previo a la aplicación deberá tener en cuenta las necesidades del manzano y las características de suelo y clima, siendo imprescindible la realización de análisis de agua, suelo y hoja en la toma de decisión. La evolución técnica de los tipos de fertilizantes existentes en el mercado permiten una mejor elección del producto a utilizar según las características de la explotación.

## Josep Rufat.

Àrea de Tecnologia del Reg. Centre UdL-IRTA. Lleida.

La fertilización de los frutales en general y del manzano en particular se realiza de forma habitual aplicando los nutrientes en el suelo. La finalidad es tanto la obtención de crecimientos y producciones adecuadas como el mantenimiento de la fertilidad del suelo y el respecto medioambiental. La adición de los elementos nutritivos junto con el agua de riego (fertirrigación) supone muchas ventajas respecto a la aplicación tradicional (foto 1) como: su localización en la zona de raíces, satisfacción en continuo de la demanda del árbol y un ahorro tanto de abono por una mayor eficiencia del producto como en mano de obra. Por su parte, la fertilización foliar debe considerarse como un complemento a las aplicaciones vía radicular y una forma de subsanar deficiencias nutricionales. Las aplicaciones foliares pueden combinarse con tratamientos fitosanitarios y en muchos casos pueden resultar menos agresivas contra el medio ambiente por un mejor control de la contaminación por lixiviados. Por otro lado, la imposibilidad de aplicar altas dosis, situación que conllevaría un altísimo número de tratamientos, y los resultados dispares obtenidos debido a las múltiples variables intrínsecas y extrínsecas que influyen en la eficacia

de los tratamientos, suponen que la aplicación foliar únicamente no sea una alternativa real y práctica de fertilización.

Antes de tomar la decisión de abonar, es necesario plantearse unos objetivos productivos y de calidad y conocer las características de suelo, agua y planta. Después se realizará un balance de nutrientes en el cual se tendrán en cuenta los resultados de los análisis de suelo, del agua de riego y de hoja, y sobre todo su evolución plurianual, la variedad de cultivo, junto con los niveles de materia orgánica del suelo y las reservas de la planta. Una vez llegados a este punto, hay que elegir el abono más adecuado y equilibrado y el sistema de aplicación. La época de aplicación, el fraccionamiento de los nutrientes y la elección del sistema de aplicación adecuado harán de la acción de fertilizar una técnica eficiente. Otro factor de actualidad que justifica la realización de un balance de nutrientes es el precio ya que en los últimos meses ha sufrido un fuerte incremento. Tomando como base de cálculo la urea, el precio del kilo de nitrógeno (unidad fertilizante) en el segundo trimestre de 2008 es de 1 €.

Las indicaciones de la normativa de producción integrada en relación a la fertilización y enmiendas (RD 1201/2002) obligan a un suministro preferencial de nutrientes a través del suelo, manteniendo como mínimo el nivel de materia orgánica del suelo y realizar un seguimiento analítico del cultivo para comprobar y en su caso corregir el plan de abonado previamente trazado. El desarrollo de la normativa





**La fertilización foliar debe considerarse como un complemento a las aplicaciones vía radicular y una forma de subsanar deficiencias nutricionales. Las aplicaciones foliares pueden combinarse con tratamientos fitosanitarios y en muchos casos pueden resultar menos agresivas contra el medio ambiente por un mejor control de la contaminación por lixiviados**

por parte de las comunidades autónomas supone una adaptación de la regulación y una cuantificación de las recomendaciones. En el caso de Cataluña (Resolución AAR/1670/2008, de 21 de mayo. DOGC núm. 5145 - 04/06/2008) además obliga a un análisis de suelo y nitratos en el agua de riego cada cuatro años y foliar anualmente. Se fraccionará el abonado nitrogenado y, considerando las diferentes aportaciones a la plantación, se establece un máximo de 80 kg de nitrógeno por ha y año en manzano, cantidad que excepcionalmente y bajo justificación de un técnico, podrá incrementarse en años de muy elevadas producciones. Las aplicaciones foliares deberán justificarse, a excepción de tratamientos con calcio para prevenir fisiopatías del fruto. Los micronutrientes se aplicarán sólo cuando sean imprescindibles, permitiendo la aplicación de quelatos contra la clorosis férrica.

Actualmente existe en el mercado una amplia gama de productos con acción fertilizante, aparte de los abonos convencionales. Bajo el epígrafe de productos nutricionales, el vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales, adaptando la normativa del RD 824/2005 de 8 de julio sobre productos fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos, establece una serie de grupos como los bio-nutrientes (a los que se han añadido los biofertilizantes o microorganismos aportadores de nutrientes), los correctores, enmiendas y sustratos, los fertilizantes propiamente dichos (hay un apartado específico común para los abonos foliares y para fertirrigación) y los correctores de carencias.

## Fertirrigación del manzano

Se presentan los resultados de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en manzano (0-40-80-200 kg N/ha), manteniendo constantes las aportaciones anuales de fósforo y potasio, las cuales han sido de 22,5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 98 kg de K<sub>2</sub>O/ha respectivamente. Todos los nutrientes han sido aplicados por fertirrigación (fotos 2 y 3). En particular, las aportaciones de fósforo se han realizado a principio de campaña, aprovechando para efectuar un lavado de las tuberías mediante la utilización de ácido fosfórico. La fuente de potasio ha sido nitrato potásico, abono binario que puede ser utilizado en cualquier sistema de fertilización, tanto tradicional, por fertirrigación como foliar.

El experimento en manzano se realizó durante seis campañas en una parcela de la Estación experimental de Lleida (IRTA) en Gimenezells (Lleida) con la variedad Golden Smothee sobre M9 Pajam, 2 de 6 años con un marco de plantación de 4 x 1,4 m (1.700 árboles/ha), formados en una palmeta apoyada de 3,5 m de altura (foto 4). La profundidad del suelo es de unos 40 cm y el contenido de materia orgánica cercano al 3%.

En manzano, la evolución de la producción muestra valores superiores para los árboles de los tratamientos N-80 y N-40, superiores tanto a N-0 como a N-200 (figura 1), con el efecto positivo que sobre la producción tiene la aplicación de cantidades moderadas de N. Los resultados tanto de los análisis de hoja como de fruto (figura 2) se situaron dentro del rango óptimo o incluso superior para la concentración de N en hoja y fruto. Si analizamos las series temporales se observa una tendencia a la disminución de las concentraciones para N-0 en hoja y fruto, mientras que también N-40 sigue una evolución similar para concentraciones en hoja. De los resultados presentados y para unas características de planta-

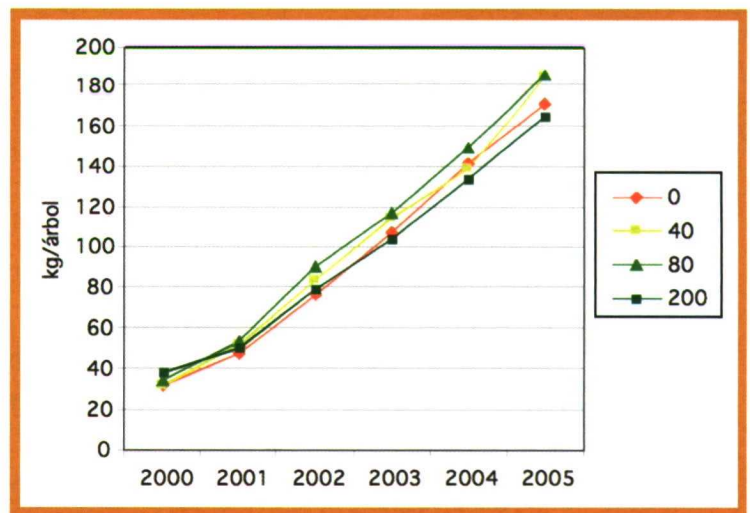
ción, suelo y clima similares, los mejores resultados tanto productivos como de calidad (valores no mostrados) se situaron en el intervalo 40-80 kg N/ha aplicados.

## Las aplicaciones foliares

La absorción de elementos nutritivos vía foliar es relativamente baja, comparando con la absorción radicular, de ahí que hay que plantearse el abonado foliar como un complemento del abonado vía suelo

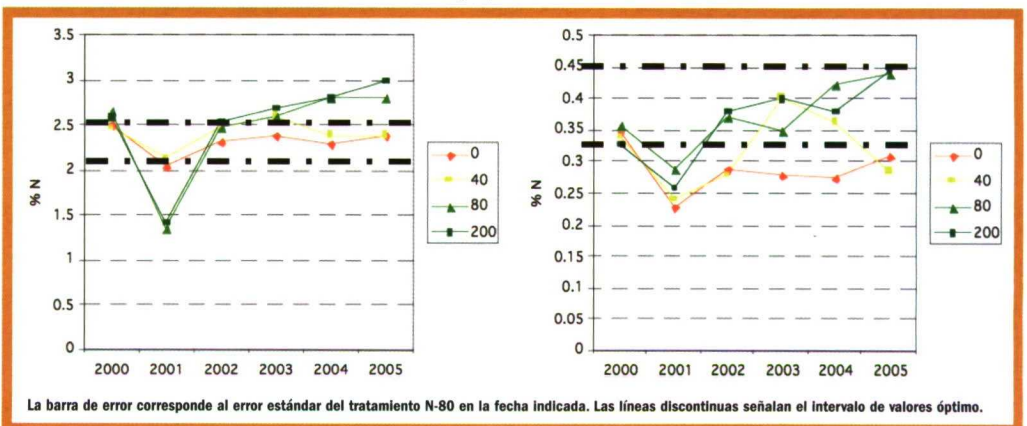
**Figura 1.**

**Evolución de la producción comercial (frutos de calibre > 70 mm) acumulada durante seis años en manzano.**



**Figura 2.**

**Evolución de la concentración de N en hoja y N en fruto en manzano.**







Fertirrigación en riego por goteo.



Depósitos de abono para fertirrigación.

y no tanto como alternativa o sustitución. En un contexto de cultivo de secano el planteamiento sería distinto, ya que en campañas especialmente secas la aplicación foliar sí que sería una alternativa. En el caso del olivo de secano pero con lluvias significativas, las aplicaciones mixtas suelo-foliar suponen mejores resultados de eficiencia en el uso del nitrógeno que únicamente las aplicaciones vía suelo (Fernández-Escobar, 2008).

Las aplicaciones foliares se justificarían en una serie de situaciones como (Bañuls y col., 2003):

- Aplicación de nutrientes que en el suelo pueden ser inmovilizados.
- Cuando se requiere una rápida respuesta por parte de un cultivo que se encuentra en un estadio de crecimiento avanzado.
- Factores adversos en momentos críticos del ciclo que impiden una adecuada actividad radicular como: baja temperatura del suelo, pobre aireación, exceso de agua o presencia de patógenos en el suelo.

Se citan como inconvenientes de las aplicaciones foliares (Parra y col., 2003):

- Posible pérdida por lavado si después de la aplicación se produce una lluvia.
- Riesgo de provocar fototoxicidad cuando las dosis son excesivas o el momento de aplicación no es el adecuado.
- Absorción reducida para algunos productos, que implica la utilización de aditivos junto con la materia activa.
- Posible contaminación cuando la aplicación no es interceptada por los árboles.

El punto crítico en la utilización foliar de los fertilizantes es asegurar su penetración en la hoja. La eficiencia del tratamiento dependerá en la mayoría de los casos de la utilización del adyuvante que permita superar la baja permeabilidad de la cutícula, reduciendo la tensión superficial, permitiendo un incremento de la superficie de contacto y asegurando una larga permanencia del producto, reduciendo las pérdidas por evaporación. Las condiciones ambientales

tales como la humedad relativa, velocidad del viento, temperatura y el punto de delicuescencia del caldo aplicado influirán en la concentración final de producto en la superficie foliar que podrá ser absorbido. El momento, dosis y concentración en aplicaciones foliares en manzano (Neilsen y Neilsen, 2003) se muestran en el **cuadro I**.

Entre los elementos que poseen un alto grado de absorción foliar están el N, K, Na y también el P, Cl y S. En el extremo opuesto se sitúan el Ca y Fe, muy mal absorbidos vía foliar y que condicionan los posibles tratamientos, los cuales son realizados con aportaciones al suelo (caso de la clorosis férrica) o con repetidas aplicaciones foliares de productos con adyuvantes específicos (caso del Ca para remediar la mancha amarga del manzano). La muy buena o buena absorción de los macroelementos principales (N, K y P) comporta la posibilidad de su aplicación vía foliar en los casos que ésta esté justificada. En cuanto a la alta absorción de Cl y Na, hay que tener en cuenta

## Cuadro I.

Momento, dosis y concentración en aplicaciones foliares en manzano (Neilsen y Neilsen, 2003).

Elemento	Forma usual	Momento aplicación	Dosis* (kg/ha)	Concentración(p/v)
<b>Macronutrientes</b>				
Nitrógeno	Urea	Presencia de hojas (si hay deficiencia) y postcosecha (después de una alta producción)	2-11	0,2-1%
Fósforo	Fosfato monopotásico	Aparición de primeras hojas y frutos	22	1%
Magnesio	Epsomita	Aparición de primeras hojas	45-90	1,2-2%
	Nitrato de Mg		22,5-45	0,5-0,6%
Calcio	Cloruro de Ca	De mediados a final del crecimiento del fruto (para mancha amarga y calidad fruto)	14-21	0,3-0,5 %
	Nitrato de Ca		23-34	0,6%
<b>Micronutrientes</b>				
Boro		Antes de la aparición del botón rosa y postcosecha (alta producción)	2,8-5,6	0,06-0,1%
Zinc	Sulfat Zn (sólido)	Final de reposo invernal	4,5-45	0,12-1,2 %
	Sulfat Zn (líquido)		19-100 litros	0,25-3 litros/litro
	Quelato Zn Oxido Zn	Presencia de hojas	Según recomendación	Según recomendación
Hierro	Quelato de Fe	Presencia de hojas	1,2-2,25	Según recomendación
Manganeso	Sulfato de Mn	Presencia de hojas	2-9	0,06-0,2%
Cobre	Oxisulfato Cu	Aparición primeras hojas (árboles sin fruto); final reposo invernal (árboles con fruto)	1-2	0,05%
	Oxicloruro Cu		1-2	0,2

\* Dosis más altas cuando la deficiencia es severa y se requiere un mayor número de aplicaciones.



ta que el agua que se utilice para los tratamientos no deberá contener estos elementos, ya que su favorable absorción podría tener implicaciones negativas en el árbol (Pastor, 2005).

## Aplicación foliar de nitrógeno

La urea es la forma de nitrógeno más usada en nutrición foliar, aunque en algunos casos también se utilice nitrato potásico o cálcico. Normalmente la concentración de urea en solución es menor del 5%. Según Klein y Weinbaum (1984), la aplicación de urea foliar supuso que a los pocos días el N se había translocado y se encontraba en los órganos de demanda, hecho que prueba la buena absorción y movilidad del N en la planta. Las aplicaciones estivales suponen una relativamente rápida translocación de la hoja al resto de la planta, aunque algunos autores describen unos pobres resultados. De ahí la dificultad de aportar los requerimientos del manzano sólo vía foliar, con el peligro que suponen las dosis excesivas por el riesgo de fitotoxicidad y quemaduras en la hoja (Parés y col., en prensa). Las aplicaciones en postcosecha serán mejor utilizadas por plantas con un nivel deficiente de nitrógeno (Khemira y col., 1998), ya que su función es reponer el nitrógeno que sería vehiculado de la hoja a los órganos de reserva y no tanto aumentarlo.

## Aplicación foliar de fósforo

Las aplicaciones foliares de fósforo van dirigidas a incrementar la calidad del fruto, aportándolo durante el período de división celular (cuatro a seis semanas después de la floración), aumentando la concentración en fruto y incrementando la resistencia a los desórdenes fisiológicos provocados por el frío en algunas variedades. Los niveles

en suelo y las bajas necesidades del manzano reducen la necesidad de aplicaciones foliares de fósforo.

## Aplicación foliar de potasio

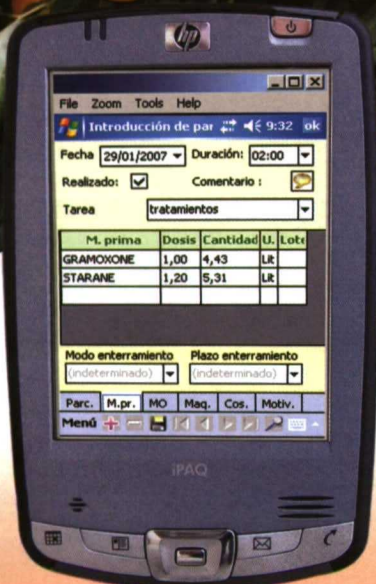
Las necesidades de potasio del manzano pueden ser fácilmente satisfechas por la aplicación vía suelo de sales potásicas, especialmente por fertirrigación, con lo que raramente se observan respuestas a las aplicaciones foliares de este elemento. Por su interacción con el magnesio y el calcio, en algunos casos es recomendable moderar las aplicaciones para facilitar un correcto balance de los tres elementos y evitar posibles problemas de fisiopatías (mancha amarga) o deficiencias en frigoconservación.

## Aplicación foliar de magnesio

La eficiencia de las aplicaciones de magnesio en el suelo depende en gran manera del pH del mismo y de la concentración de otros elementos como el potasio. Como se explicó en el párrafo anterior, una aplicación excesiva puede conllevar problemas de mancha amarga en el fruto. En caso de requerir una aplicación foliar, la más utilizada es la epsomita al 2% después de floración.

De los datos presentados y para unas características de plantación, suelo y clima similares, los mejores resultados tanto productivos como de calidad se situaron en el intervalo 40-80 kg N/ha aplicados

## Programas informáticos para la fruticultura



Visítanos en Sant Miquel

- > Costes de producción por parcela, cultivo, pie
- > Trazabilidad, Producción Integrada, EurepGAP
- > Control de almacén: compras, consumos, stocks
- > GPS: medición de fincas y trabajo con cartografía
- > Contabilidad y facturación
- > Agri-Pocket: recogida y consulta de datos in situ



REMITIR A :  
ISAGRI - C/ESPINOSA, 8 - 410  
46008 VALENCIA  
tlfno: 902 170 570. fax: 902 170 569.  
E-mail : isagri@isagri.es  
Internet : www.isagri.es

- Deseo recibir información sobre las soluciones ISAGRI de :
- Fruticultura
  - Otros : .....

Empresa : .....

Nombre : .....

Dirección : .....

C.P : .....

Localidad : .....

Tfno : .....

Móvil : .....





Parcela de manzano en floración.

## Aplicación foliar de calcio

El calcio es uno de los elementos más importantes en el cultivo del manzano, no tanto por las cantidades requeridas, sino por sus repercusiones en la calidad y conservación del fruto. Tal vez sea el elemento sobre el que más se ha trabajado en manzano, junto con el nitrógeno y el hierro. Su baja movilidad en el floema y su difícil translocación de la hoja al fruto obligan en muchos casos realizar aplicaciones foliares del mismo para conseguir la concentración mínima necesaria que asegure una buena calidad y conservación del fruto. Las aplicaciones de sales cálcicas (cloruro es la más utilizada) al 0,5% al final del crecimiento del fruto y con una periodicidad semanal son las recomendadas.

## Aplicaciones foliares de micronutrientes

Entre los micronutrientes, el más significativo en manzano es el hierro. El boro, el zinc, el manganeso y el cobre son de una relativa importancia tanto por sus bajos requerimientos como por la facilidad de subsanar una deficiencia, ya sea por vía foliar con una sal específica que aporte dicho elemento como por la posibilidad de aprovechar otros tratamientos fitosanitarios con productos que conllevan la aplicación de alguno de los elementos citados. En cuanto al hierro, los trabajos han ido encaminados a superar la "paradoja del hierro" (grandes cantidades se encuentran en el suelo, pero en formas químicas no asimilables por las plantas) mediante el desarrollo de productos y técnicas que aseguren que el hierro pueda llegar a las partes de la planta donde sea

El punto crítico en la utilización foliar de los fertilizantes es asegurar su penetración en la hoja. La eficiencia del tratamiento dependerá en la mayoría de los casos de la utilización del adyuvante que permita superar la baja permeabilidad de la cutícula, reduciendo la tensión superficial, permitiendo un incremento de la superficie de contacto y asegurando una larga permanencia del producto



Aplicación foliar de fertilizantes.

requerido. Las aplicaciones de correctores tanto por fertirrigación como vía foliar suponen una solución al problema. Los quelatos de hierro son los más utilizados, tanto vía suelo como foliar, aunque el desarrollo de productos como los fosfatos (vivanita) o de técnicas como la inyección directa al tronco puedan ser una alternativa.

## Maquinaria para aplicaciones foliares

En cuanto a la maquinaria de aplicación (foto 5), es importante realizar un mojado completo, asegurando una larga permanencia del producto sobre la hoja y unas mínimas pérdidas en las calles y fuera de la parcela. Este aspecto conlleva una buena regulación del atomizador y un mantenimiento periódico de las boquillas. ■



**CARDANS,  
REDUCTORES Y  
MULTIPLICADORES**

*Nudos fabricados en forja, para las más exigentes necesidades de la maquinaria agrícola*

