

**Consideraciones
necesarias en la
preparación de la
solución nutritiva**

**Cómo realizar
una correcta
fertirrigación
en viñedo**

**3,4-Dimetilpirazol
Fosfato, el nuevo
inhibidor de la
nitrificación**



INTRODUCCIÓN

Ventajas agronómicas, económicas y ecológicas de la fertirrigación

Esta técnica permite una fertilización racional y es compatible con una agricultura sostenible

La fertirrigación, entendida como técnica de aplicación de fertilizantes en el agua de riego, no está siendo aprovechada en todas sus posibilidades. Incluso en muchos casos, el agricultor se limita a distribuir los kg/ha del fertilizante en varios riegos. Por otra parte, se tiene la noción de que la fertirrigación es una técnica ligada a la producción en invernadero. Sin embargo, en España se estima que hay una superficie total fertirrigada de más de 600.000 ha, de las cuales sólo 70.000 pertenecen a cultivo protegido.

● Carlos Cadahía, Enrique Eymar y Ignacio Martín.

Departamento de Química Agrícola. Universidad Autónoma de Madrid.
Carretera de Colmenar Km 15. 28049 Madrid.

Las ventajas de la fertirrigación con respecto a otros sistemas de fertilización tradicionales son de tipo técnico y ecológico y, por lo tanto, económico. Por supuesto, esta técnica también presenta algunos inconvenientes tal como se ve en la **tabla 1**.

Estos inconvenientes no son insalvables dado que, en función de la rentabilidad del cultivo, el coste inicial se puede amortizar en poco tiempo con el aumento de producción y de calidad de las cosechas y la obturación de goteros se evita con un adecuado manejo de la fertirrigación. Para la formación del personal especializado, en la actualidad se organizan numerosos cursos y jornadas.

El agua es el vehículo de los fertilizantes que se aplican en fertirrigación, puesto que la idea es fraccionar al máximo las aplica-



Las comarcas españolas más avanzadas en la aplicación de esta técnica son, evidentemente, las que basan su rendimiento económico en el desfase de su producción con respecto a otros mercados, aprovechando no sólo el clima, sino riego y nutrición optimizadas para obtener cosechas con altos rendimientos. En esto se basa el éxito de comarcas como Huelva, Murcia, Almería, Valencia, Canarias o Maresme.



Figura 1: Distribución, por cultivos, de superficie fertilizada en España.

TABLA 1: VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA FERTIRRIGACIÓN

VENTAJAS:

- Dosificación racional, con una mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Nutrición optimizada del cultivo para cada suelo, agua de riego y clima (Código de buenas prácticas agrícolas de la UE).
- Ahorro de agua y capacidad de utilización de aguas de riego de baja calidad.
- Control de contaminación al evitar el exceso de nutrientes.
- Alternativas de utilización de diversos tipos de fertilizantes (sólidos cristalinos simples y complejos y líquidos concentrados complejos).
- Posibilidad de adecuar los fertilizantes a los momentos fenológicos del cultivo, sincronizando la aplicación de nutrientes con las exportaciones.

INCONVENIENTES:

- El coste inicial en infraestructura.
- Obturación de goteros.
- Personal especializado.

ciones, utilizando la mayor parte de los riegos en las concentraciones adecuadas. Por lo tanto, el volumen y frecuencia de riegos es necesario controlarlos. El agua es el componente mayoritario de las plantas y, por tanto, su comportamiento en el suelo tendrá una gran influencia en la planta. Así, cuando la humedad es baja y el suelo se acerca al punto de marchitez, el agua está muy retenida en el suelo y la absorción por la planta no es suficiente para cubrir sus necesidades de agua y, por consiguiente, de nutrientes. Sin embargo, cuando la humedad es excesiva y se prolonga en el tiempo, no se producen condiciones en las que se absorbe más agua y por tanto más nutrientes. Esto es debido a que las raíces necesitan oxígeno para la absorción de agua y, en condiciones de encharcamiento, entre otros efectos negativos, se bloqueará la absorción.

Un nivel adecuado de humedad en el suelo no solamente aportará unos niveles de agua convenientes sino que proporcionará una atmósfera adecuada para la absorción de agua y nutrientes.

El control del riego mediante el riego localizado permite conseguir esa humedad del suelo o del sustrato, natural o artificial, adaptada para el buen desarrollo del cultivo y, además, nos permite controlar a la vez la nutrición de la planta.

Fertilización tradicional

En la fertilización tradicional, se hacen aplicaciones de fertilizantes en momentos puntuales, que coinciden con el comienzo de momentos fenológicos de máximo requerimiento del cultivo. Estas

aplicaciones se suelen limitar a dos o tres como máximo a lo largo del ciclo de cultivo, y frecuentemente también se limitan a la aplicación de los nutrientes de mayor requerimiento del cultivo, olvidando o desestimando que la escasez de otros nutrientes requeridos en menor cantidad pueden afectar de igual forma a los rendimientos finales.

Este tipo de fertilización tiene numerosos inconvenientes desde el punto de vista de proporcionar una nutrición optimizada al cultivo, tal como se puede ver en la **tabla 2**.

Cuando se hace este tipo de fertilización en explotaciones donde el riego que se aplica es localizado, se están desaprovechando las posibilidades de aplicar un sistema de fertilización racional como es la fertirrigación.

Es muy frecuente encontrar que muchas explotaciones que tienen riego localizado todavía hacen una aplicación tradicional de los fertilizantes y que, las explotaciones que hacen fertirrigación, a menudo hacen una aplicación errónea sin aprovechar la posibilidad de fraccionar al máximo dicha aplicación. Esta inadecuada explotación de las posibilidades que da la fertirrigación viene, a menudo, dada por un error de concepto: A pesar de estar trabajando con un agua de riego que puede llevar disueltos los fertilizantes y, por tanto, de estar trabajando con disoluciones, todavía se sigue pensando en kg/ha de fertilizantes a aplicar en lugar de pensar en concentraciones adecuadas.

Suministrar todo el fertilizante en un momento puntual dado, o en dos o tres, no distribuirá ni en cantidad ni en proporción las necesidades de nutrientes en cada momento del ciclo, ya que las plantas necesitan absorber nutrientes a medida que los van necesitando en las cantidades y proporciones específicas de cada momento fenológico o, en explotaciones más modernas, cantidades y proporciones adecuadas para obtener un producto final lo más comercial posible. La planta tiene, por tanto, unos requerimientos que cambian a lo largo del ciclo. Estos requerimientos ya no son solo cuestión de cantidades de nutrientes, sino que la proporción entre las formas en que se presentan esos nutrientes, como pueden ser las formas de nitrato o amonio en el caso del nitrógeno, o las relaciones entre algunos nutrientes, que compiten entre ellos a la hora de ser absorbidos por la planta (como la relación entre potasio, calcio y magnesio), van a tener un efecto importante en el rendimiento final del cultivo y en la calidad.

Aplicando el concepto de hidroponía, se debe tener en cuenta que una misma cantidad de nutriente puede ser adecuada, insuficiente o excesiva si se encuentra disuelta en un volumen de agua adecuado, excesivo o escaso respectivamente (reflejado en la concentración en la disolución del suelo).

Así, por ejemplo, cuando la planta tiene un alta necesidad de ni-

TABLA 2: INCONVENIENTES DE LA FERTILIZACIÓN TRADICIONAL

- Pérdidas de los nutrientes aplicados por lavado debido al riego aplicado o por la lluvia.
- Concentraciones o proporciones inadecuadas de nutrientes en la disolución que va a estar disponible para las plantas en todo el ciclo del cultivo, incluido el momento de la aplicación del fertilizante.
- Ausencia de nutrientes en cantidad adecuada en otros momentos fenológicos, como puede ser épocas de creación de reservas para el año siguiente.
- Contaminación debida a las pérdidas producidas por la aplicación de cantidades elevadas de fertilizantes en un momento puntual.

LA
HERRAMIENTA
MAS ÚTIL PARA
EL CAMPO

Guía de fertilización de cultivos

Catálogo de productos

Análisis y recomendaciones abonado

Consultorio técnico

El tiempo en su localidad

Noticias y precios agrícolas

trógeno, necesitará tener más nitrógeno disponible en la disolución del suelo, o lo que es lo mismo, necesita una mayor concentración de nitrógeno en esa disolución del suelo para poder absorber las cantidades que requiere. Además, mantener una relación adecuada entre las formas en que se aplica, en el caso del nitrógeno de nitrato y amonio principalmente, tendrá su incidencia en el rendimiento y la calidad. Estas concentraciones y relaciones deberán prolongarse en el tiempo mientras dure esa necesidad fenológica, lo cual no es posible, dado que el NO_3^- no se retiene en el suelo, si no se establece el sincronismo entre exportaciones y aplicación de fertilizantes antes citado. Del mismo modo, el resto de nutrientes que necesita un cultivo deberán estar en la disolución del suelo en las cantidades y proporciones adecuadas y durante el tiempo que sea necesario en cada caso. Esto no quiere decir, que en la práctica, los técnicos se vean en la necesidad de ajustar cada uno de los nutrientes, ya que los requerimientos de muchos de ellos no tienen variaciones significativas a lo largo del ciclo.

A modo de ejemplo, en la figura 2, se puede ver las variaciones en la concentración del nitrógeno en la disolución nutritiva a lo largo del ciclo de cultivo para una variedad de rosal y las exportaciones al

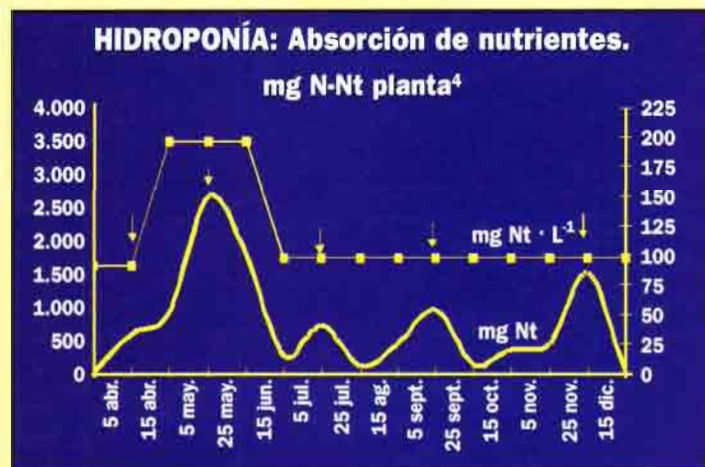


Figura 2: Exportaciones y DF.

cultivo (DF: disolución fertilizante).

En la figura 3 se puede ver el aumento de rendimiento de una conífera tratada con una misma cantidad de nitrógeno total pero distinta relación de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ (Sánchez y col. 2000).

Por otra parte, es necesario considerar las interacciones de las disoluciones fertilizantes con los sustratos o suelos. Cuando la humedad es la adecuada, se produce la interacción del agua con el suelo y con los nutrientes que se encuentran en él, de modo que esos nutrientes pasan a la disolución en función de su solubilidad y de los equilibrios que tienen lugar en el suelo. Las cantidades de nutrientes en esa disolución del suelo se reflejan en una concentración. Normalmente, la concentración de esos nutrientes no es la adecuada para suministrar a la planta las cantidades que necesita y menos aún mantener esa concentración durante el tiempo requerido por la planta para maximizar la producción.

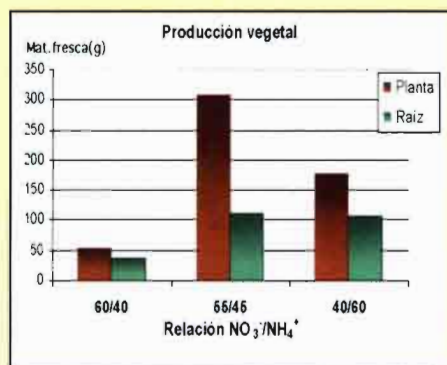
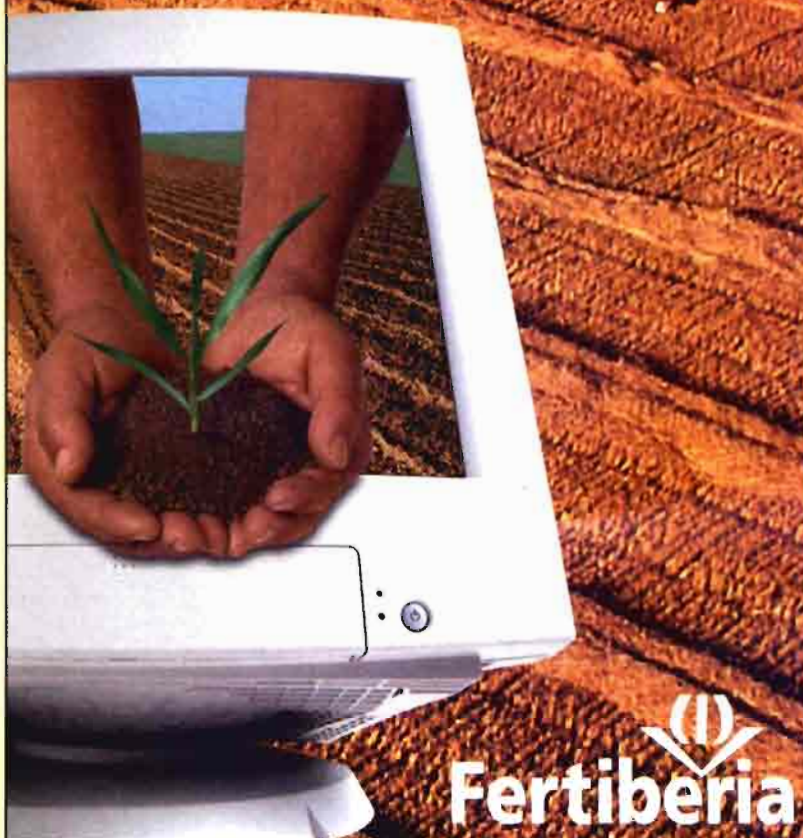


Figura 3: Formas de N y producción.



INTRODUCCIÓN

TABLA 3: VENTAJAS QUE APORTA LA FERTIRRIGACIÓN PARA OPTIMIZAR LA NUTRICIÓN DEL CULTIVO

- Permite aplicar los nutrientes en las concentraciones más adecuadas, durante el tiempo que sea necesario para el cultivo, usando disoluciones nutritivas.
- Permite usar diferentes disoluciones nutritivas en función de los requerimientos del cultivo a lo largo de su ciclo fenológico.
- Permite diseñar las disoluciones nutritivas considerando la interacción con el suelo, de modo que cuando se aplique la disolución nutritiva al suelo, al pasar a la disolución los nutrientes que se encuentran en él, ésta sea lo más próxima a la ideal para ese cultivo y en el momento fenológico en que se encuentre dicho cultivo.
- Se pueden considerar las condiciones climatológicas para la corrección de esas concentraciones por la menor o mayor absorción de agua por las plantas.

Fertirrigación y nutrición

Es aquí donde la fertirrigación muestra sus grandes posibilidades frente a otras formas de fertilización. Al aplicar los fertilizantes en forma soluble, con el agua de riego, obtenemos numerosas ventajas para poder realizar una nutrición optimizada (tabla 3).

Las disoluciones más adecuadas para cada momento del ciclo de cultivo se denominan disoluciones ideales y se obtienen tras un estudio en condiciones de hidroponía (cultivo sin suelo o con sustrato inerte), de modo que obtendremos las concentraciones y proporciones de los nutrientes que maximizan los rendimientos y que proporcionan el mayor rendimiento y calidad del cultivo que se está estudiando.

Por supuesto, cada especie vegetal, incluso cada variedad, tendrá su disolución ideal y, además, estas disoluciones ideales deben ser revisadas para cada comarca agrícola o para cada tipo de sustrato donde se realice el cultivo para adecuarla a sus condiciones particulares, aunque siempre se tendrá como referencia esa disolución ideal. Lógicamente, cuanto más reactivo sea un suelo, más interacciones tendrá con la disolución que apliquemos y más complicado será ajustar la disolución para que se aproxime a la disolución nutritiva ideal. El método de ajuste consiste en hacer un seguimiento del suelo y planta según el esquema de la figura 4.

Si no es posible realizar un estudio hidropónico previo para determinar la disolución ideal, actualmente, para algunos cultivos leñosos, se parte de unas disoluciones orientadoras en función del gasto mensual de nutrientes y agua, cuyos datos están disponibles

ESQUEMA DE LAS INTERACCIONES EN EL PROCESO DE FERTIRRIGACIÓN**Figura 4: Esquema de las interacciones que se pueden dar en el suelo.**

en algunas comarcas agrícolas. Estas disoluciones se optimizan mediante el seguimiento de suelo y planta, antes mencionado, durante ciclos de cultivo sucesivos.

El hecho de trabajar con disoluciones, donde las necesidades del cultivo se van a ver reflejadas en concentraciones, nos obliga a abandonar el concepto de kg/ha como requerimientos de un cultivo. No se trata de cantidad total de fertilizante por cada hectárea, se trata de concentraciones adecuadas en cada momento de su ciclo de cultivo, tanto para sustratos como para suelos, considerando sus interacciones. Una vez que se asume que no tratamos con cantidades de nutrientes sino con concentraciones de nutriente en disolución de riego, se puede calcular la previsión de fertilizantes que se van a gastar para un ciclo de cultivo o para los periodos parciales de cada disolución fertilizante que usemos en cada momento fenológico.

En la figura 5 se puede ver un ejemplo de cálculo de consumo previsto de N, P₂O₅ y K₂O a partir de dos disoluciones fertilizantes (preparadas a partir de varios líquidos concentrados) utilizadas en distintos momentos del ciclo de cultivo.

**Figura 5: Fertilizantes previstos (Kg/ha) a partir de 2 disoluciones fertilizantes.**

El mismo cálculo se hará con los micronutrientes. Estas disoluciones fertilizantes serán las que utilicemos en nuestro cabezal de riego para preparar nuestra disolución óptima, que será ajustada en cada caso. Por supuesto, se tratará de un fertilizante soluble como puede ser una sal simple, un complejo cristalino o un líquido concentrado.

El dato final en kg/ha sirve para calcular los costes por unidad fertilizante y comparar, en función de los rendimientos, con los correspondientes a una fertilización tradicional.

Por tanto, considerando todo esto, se hace necesario que los agricultores que van a aplicar estas técnicas valoren la aplicación de fertilizantes desde el punto de vista nutricional y que ingenieros agrónomos y químicos agrícolas trabajen conjuntamente para sacar los máximos rendimientos en las condiciones particulares de cada cultivo y cada comarca agrícola. Este será el método que nos permita abandonar el empirismo en la aplicación de fertilizantes y realizar una fertilización racional, utilizando la tecnología de fertirrigación, cuyo interés económico es indudable si consideramos los conceptos expuestos anteriormente y que son compatibles con una agricultura sostenible. ■

BIBLIOGRAFÍA

1. Cadahía, C. 2000. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. 2ª edición. Editorial Mundiprensa.
2. Navarro y Navarro. 2000. Química Agrícola. Editorial Mundiprensa.
3. Sánchez, A.; Cadahía, C.; Eymar, E.; Masaguer, A. 2000. Study of Conifer Nitrogen Nutrition Using Hydroponic Cultures: Application to Fertigation Systems. J. Plant. Nut. 23 (7): 1007-1024.

EL NUEVO QUELATO DE HIERRO DE BAYER



Torneo®

- ▶ Quelato de hierro 6%.
- ▶ Agente quelatante EDDHA.
- ▶ Alta proporción del isómero orto-orto EDDHA.
- ▶ Alta eficacia en la corrección de la clorosis férrica.
- ▶ Formulación en microgránulos dispersables (WG).



S O L U C I O N E S A L D I A

Bayer 