

Características de los fertilizantes usados en fertirrigación y su efecto sobre el agua de riego

Fertirrigación en cultivos leñosos y abonado de árboles jóvenes

Consideraciones sobre la fertirrigación de la vid

Fundamentos y programación de la fertirrigación del olivar



# Eficiencia de la fertilización y ahorro de agua

Servicio Agronómico de Fertiberia.

En este artículo se expone una visión general de la fertirrigación, de su evolución, y cómo un adecuado manejo de la técnica y el conocimiento de los productos a emplear, nos lleva

rá a obtener mejores cosechas. Una buena nutrición es una condición necesaria, pero no suficiente para la obtención de una buena cosecha. La fertilización es necesaria para una buena nutrición, pero no significa que cualquier fertilización

nutra correctamente a los cultivos. La fertirrigación adecuada debe considerar los elementos que aportan el agua del riego y el suelo, para complementarlos ajustando el aporte de nutrientes a las necesidades del cultivo.



Foto izquierda. En España, la superficie de regadío representa aproximadamente un 19% de la superficie agrícola útil y supone más del 55% de la producción final agraria. Foto derecha. En fertirrigación, el fertilizante se disuelve y se aplica directamente en el agua de riego, de forma que donde llega el agua llega el fertilizante.

La fertirrigación es el método de fertilización más desarrollado y eficiente que existe, pero como toda tecnología, debe emplearse debidamente para aprovechar las ventajas que aporta, fundamentalmente el mejor aprovechamiento de agua y fertilizantes. Siempre y cuando las condiciones de la explotación agrícola y el cultivo se adapten a este sistema, un adecuado uso de la fertirrigación y el conocimiento de sus normas básicas de manejo, son condiciones fundamentales para obtener las mejores cosechas, con el menor coste posible y permitiéndonos respetar al máximo el medio ambiente.

## Evolución de la fertirrigación

A finales de los setenta, se acuñó en Israel el término fertirrigación, proveniente de las palabras fertilizar y regar. La fertirrigación es el aporte conjunto de agua y fertilizantes, teniendo en cuenta la calidad del agua de riego y los nutrientes que contenga, las características físico-químicas del suelo, el estado fenológico de la planta y las condiciones ambientales existentes, ajustando el aporte de fertilizante a las necesidades nutritivas del cultivo.

Actualmente en España, la superficie de regadío representa aproximadamente un 19% de la superficie agrícola útil y supone más del 55% de la producción final agraria; una hectárea de regadío es entre diez y treinta veces más productiva que una hectárea de secano.

En fertirrigación, el fertilizante se disuelve y se aplica directamente en el agua de riego, de forma que donde llega el agua, llega el fertilizante. Por tanto cualquier sistema de riego, si se complementa con fertilizante, puede ser denominado fertirrigación, desde los sistemas de riego por gravedad, en los que se disuelve el fertilizante directamente en el canal de riego, los sistemas automotrices o aspersiones, que se inyectan en la vena de agua, hasta los sistemas de aplicación de fertilizantes en riego por goteo.

En los últimos años la evolución de los sistemas de fertirrigación, y dentro de ellos el riego localizado, ha sido espectacular. En la década de los noventa contábamos con algo más de 400.000 hectáreas en riego localizado. En el año 2000, sólo la provincia de Jaén contaba con más de 300.000 hectáreas de olivar con riego localizado. En 2005 alcanzamos la cifra de 1.000.000 de hectáreas de riego localizado en España. En 2008 ya se ha superado el 1.500.000 hectáreas en riego localizado, lo que supone el 45,9% de los regadíos españoles, cuando en 2004 sólo suponía el 27%.

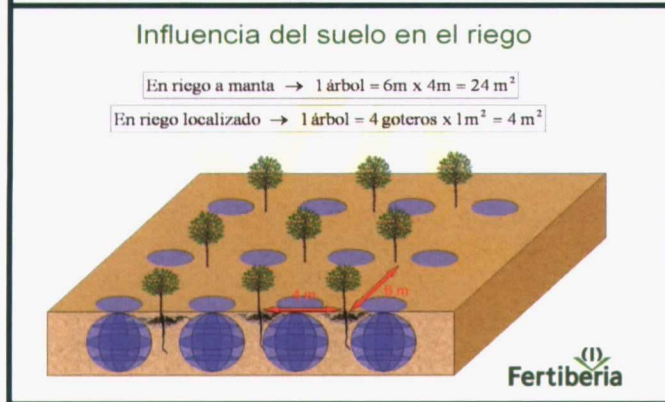
**El resultado del análisis foliar como corrector del abonado, es imprescindible en cultivos en riego por goteo, ya que es la mejor forma de controlar y dirigir la nutrición**

La fertirrigación ha evolucionado conforme lo han hecho los sistemas de riego. Existen sistemas avanzados tales como la hidroponía, principalmente practicada en cultivos en invernadero, en la que las plantas se desarrollan sin suelo, en un medio inerte, y donde las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua, con todos los nutrientes esenciales para el correcto desarrollo de la planta.

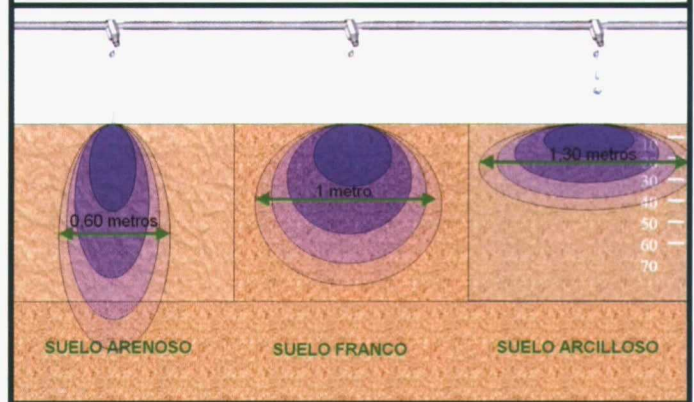
## Fertirrigación en riego localizado y ahorro de agua

La principal ventaja de la fertirrigación la constituye, sin duda, el ahorro de agua y de fertilizantes. En cualquier sistema de riego que no sea el localizado, se moja toda la superficie de la parcela regada, con la consiguiente lixiviación y evaporación de agua. En los sistemas localizados, el agua se aporta a través de distintos goteros o microaspersores, colocados en la línea de riego, mojando sólo la superficie ocupada por el emisor de agua. Esto provoca que la superficie húmeda creada en el riego localizado, sea sensiblemente inferior a la producida por cualquier otro sistema de riego, siendo más eficiente en lo que a consumo de agua se refiere. Al concentrar la superficie mojada en la zona de acción del emisor, las raíces absorbentes de nutrientes, se desarrollarán más en este entorno húmedo, por lo que conseguiremos un ahorro de fertilizantes, al localizarse su aplicación; además permite fraccionar los aportes, aumentando su eficiencia y evitando pérdidas (figura 1).

**FIGURA 1.** Superficie mojada en riego localizado.



**FIGURA 2.** Influencia de la textura del suelo.



Asimismo, este sistema permite la adaptación a la orografía del terreno, la adaptación a todo tipo de suelos, ya sean estos pedregosos, arenosos o salinos; la posibilidad de utilizar aguas de mala calidad agronómica y la posibilidad de la automatización total, con el consiguiente ahorro de mano de obra.

La óptima aplicación del agua que este sistema permite, minimiza el impacto ambiental de la aplicación de fertilizantes, ya que la lixiviación se reduce y se disminuye la escorrentía, evitándose la erosión.

Los cultivos tienen unas necesidades hídricas que la fertirrigación nos permite satisfacer con un menor aporte de agua. En definitiva, el riego localizado logra mejorar de manera significativa la eficiencia en el uso del agua, definida como la relación existente entre el volumen de agua aportado en el riego y el volumen de agua absorbida por la planta.

### Influencia del suelo en la fertirrigación con riego localizado

La textura del suelo es un factor muy importante en el cálculo de las necesidades hídricas ya que, dependiendo del tipo de textura, tendremos distintos tipos de bulbos húmedos. En un suelo franco tendremos un bulbo húmedo de forma redondeada, en un suelo arenoso dicho bulbo será de forma alargada verticalmente y muy profunda, en cambio en un suelo arcilloso tendremos una forma alargada horizontalmente y poco profunda (figura 2).

Aunque el suelo influye también en la aportación de los nutrientes, en el riego localizado su importancia es menor. El análisis de suelo no supone, por tanto, una herramienta definitiva, ya que el bulbo húmedo tiene un comportamiento muy dinámico; no obstante, nos aporta los valores de dos parámetros de

gran importancia: el porcentaje de arcilla y el contenido de carbonatos totales.

El porcentaje de arcilla es el factor que más influye en el abonado nitrogenado y potásico, mientras que los carbonatos totales, influyen en el abonado fosfatado. Para el cálculo de las aportaciones de nitrógeno, se debe considerar el porcentaje de arcilla, de forma que con niveles bajos se deberán aumentar las dosis de nitrógeno, ya que pueden presentarse problemas de pérdidas por lixiviación. En caso de niveles altos de arcilla, se deben reducir las aportaciones de nitrógeno, ya que no se producen prácticamente pérdidas por lixiviación.

Para el cálculo del potasio, sin ser éste un elemento tan móvil como el nitrógeno, se sigue un criterio similar. Cuando el suelo es arenoso, este nutriente no es retenido por el complejo de cambio y por tanto, puede lixiviarse

## EQUIPOS DE FERTIRRIGACIÓN



### ELECTROFERTIC

Bomba dosificadora eléctrica de gran capacidad de inyección, alta presión y regulación electrónica



### CONTROLADORES

Controladores de Fertirrigación. Regulación de pH y EC. Dosisificación proporcional



### HIDRÁULICA PROPORCIONAL

Bombas dosificadoras volumétricas proporcionales



### FERTIC

Inyector hidráulico para la incorporación de abonos líquidos o solubles en la red de riego



### AGITADOR DE TURBINA

Agitación por turbina direccional



### MULTIFERTIC

Bomba dosificadora eléctrica modular de inyección independiente



Mar Adriàtic, 4  
Pol. Ind. Torre del Rector  
P.O. Box 60  
Tel (+34) 93 544 30 40  
Fax (+34) 93 544 31 61

Fresno, CA 93729  
7991 USA  
P.O. Box, 27991

Tel. 1 800 555 8013  
Fax 1 559 261 4026

itc@itc.es  
www.itc.es

debiéndose aumentar la dosis de potasio. Si el suelo presenta un exceso de arcilla, el complejo de cambio retiene en exceso los cationes de potasio, con lo que disminuye su concentración en la solución de suelo y tendremos que realizar mayores aportaciones de potasio.

El porcentaje de carbonatos presente en el bulbo determina la dosis de fósforo a aplicar. El manejo de este nutriente en fertirrigación es especialmente importante, debido a que reacciona con otros nutrientes y se hace insoluble y por lo tanto no disponible para las plantas. Como ejemplo, un pH mayor a 6,5 en el bulbo, hace que el fósforo se puede precipitar con el calcio ( $Ca^{2+}$ ) y con el magnesio ( $Mg^{2+}$ ).

## El análisis foliar en la fertirrigación

Existe una relación biológica entre el contenido de nutrientes en hoja y el desarrollo de la planta, por lo que el análisis foliar es de utilidad para predecir las necesidades de fertilización de manera anticipada (Ulrich, 1978).

Así, el procedimiento para realizar un diagnóstico foliar se inicia con una toma de muestras en campo y finaliza con una recomendación racional de fertilización (Rodríguez y Rodríguez, 2000).

El resultado del análisis foliar como corrector del abonado, es imprescindible en cultivos en riego por goteo, ya que es la mejor forma de controlar y dirigir la nutrición.

Afortunadamente la toma de muestras foliares está correctamente estandarizada así como los métodos analíticos. La clave es obtener una buena interpretación analítica para poder hacer una correcta fertilización.

La manera de evaluar el estado nutricional de un cultivo mediante el análisis foliar consiste en la comparación de unos valores de una muestra determinada con los valores de un cultivo de referencia (Rodríguez y Rodríguez, 2000).

Técnicas cualitativas como el diagnóstico visual son muy utilizadas para detectar problemas nutricionales. Pero una vez los síntomas son visibles, la reducción de cosecha ya se ha producido.

### Proyecto Siddra

Históricamente Fertiberia ha ofrecido a sus clientes un servicio gratuito de asesoramiento técnico a través de su Servicio Agronómico y apoyado en su Laboratorio Agronómico, proponiendo las dosis y equilibrios más adecuados de nutrientes; aquéllos que permiten maximizar los rendimientos de los cultivos y conservar la fertilidad del suelo mejorando la rentabilidad de la actividad agraria.

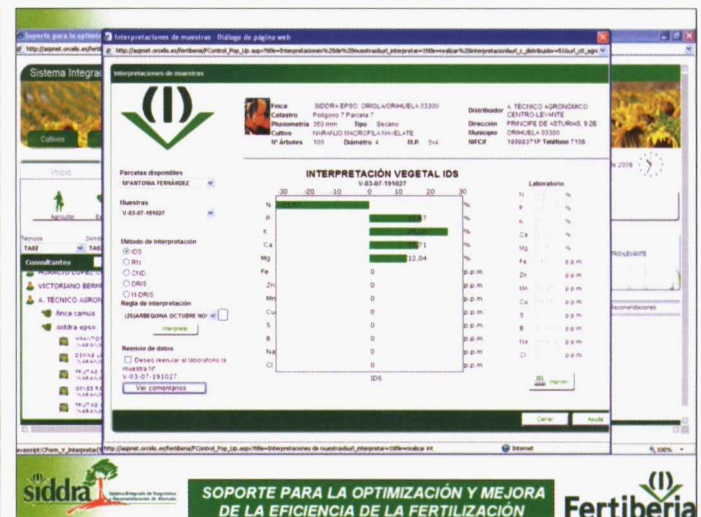
Conscientes de la importancia que para los agricultores españoles tiene el cuidado de su medio ambiente y como no, la rentabilidad de sus explotaciones, Fertiberia, en colaboración con las Universidades de Valencia, Alicante y Miguel Hernández, ha desarrollado un ambicioso proyecto denominado Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación de Abonado (Siddra). El objetivo era desarrollar

una metodología de interpretación de resultados analíticos, consiguiendo integrar todos los parámetros que intervienen en el complejo suelo-agua-planta, lo que ha permitido incorporar a la experiencia y conocimientos de Fertiberia, la aplicación de los más novedosos sistemas de diagnóstico en el ámbito del tratamiento estadístico e interpretación de los análisis de suelo, agua y vegetales, establecer nuevos periodos óptimos de muestreo foliar, así como perfeccionar las tablas de interpretación de suelo que Fertiberia ya manejaba.

El desarrollo de Siddra ha exigido una importante tarea de investigación para la elaboración de las tablas actualizadas de interpretación de suelos y establecer una metodología para la interpretación de los análisis foliares de los distintos cultivos. Se han obtenido tablas de interpretación de la situación nutricional de numerosos cultivos herbáceos y leñosos, y dentro de cada cultivo para cada una de las variedades más frecuentes en cada comarca agrícola. Todo este trabajo se ha apoyado en los más de 80.000 resultados de análisis, realizados en todas las regiones agrícolas españolas, que tiene Fertiberia en su base de datos histórica y en los más de 10.000 nuevos análisis realizados específicamente para este proyecto, lo que ha supuesto la generación de más de 5.000 tablas de interpretación foliar.

Siddra logra aportar mejoras a la hora de realizar una recomendación de abonado, que los resultados de su interpretación sean más precisos para tomar mejores decisiones referidas a la nutrición del cultivo, consiguiendo

Foto izquierda. En fertirrigación, el fertilizante se disuelve y se aplica directamente en el agua de riego, de forma que donde llega el agua llega el fertilizante. Foto derecha. Fertiberia dispone de un sistema de diagnóstico nutricional y recomendación de abonado muy avanzado.



de esta forma evaluar, optimizar y realizar las recomendaciones de la forma más respetuosa para el medio ambiente y con la consiguiente mejora de la rentabilidad de las explotaciones agrícolas.

## Fertilizantes para fertirrigación

La característica principal en un fertilizante para su uso en fertirrigación es la capacidad que tiene para disolverse. Los productos aportados al agua de riego se deben disolver en ésta formando una solución nutritiva que pueda ser absorbida por las raíces de los cultivos. Así pues, la solubilidad en agua de un fertilizante es un dato básico que debe ser conocido para poder manejar eficazmente esta técnica.

Un aspecto fundamental relacionado con la solubilidad es la pureza del producto, que directamente depende del fabricante. Un contenido de trazas insolubles acarrea problemas lógicos de disolución. La presencia de partículas insolubles en suspensión en el agua de riego, produce asentamientos indeseados en depósitos o filtros y lo que es más importante, obturación de goteros, con la consiguiente pérdida de eficiencia de nuestro sistema de riego.

Se debe también tener en cuenta que los fertilizantes son sales que elevan la concentración salina del agua de riego, modificando su conductividad eléctrica (CE). Es importante conocer las características iniciales del agua de riego para poder dosificar el fertilizante a la concentración adecuada, ya que un exceso de salinidad en la solución nutritiva es perjudicial para el cultivo.

Otro factor a estudiar en la interacción agua-fertilizante es el pH de la solución nutritiva resultante. El aumento o disminución del pH inicial del agua de riego, puede traer consigo problemas de toxicidad si los valores son extremos, o bien la disminución de riesgos de precipitación y obstrucción de goteros, lo que supondría un efecto positivo. Para el riego localizado, siempre que sea posible, se aconseja utilizar fertilizantes que acidifiquen la solución, ya que su efecto evita la precipitación del calcio que suele estar presente en el agua.

Por último, es importante estudiar la compatibilidad entre los distintos productos que se van a utilizar, en el caso de mezclas hay que asegurar que no se produzcan interacciones negativas entre los distintos fertilizantes o entre éstos y las sales que pueda contener el agua de riego.

### CUADRO I.

Fertilizantes sólidos	Riqueza	pH	CE (mmho/cm) 1%	Solubilidad (g/l)
Nitrato amónico	34,5% N	5.17	11.58	1.970
Nitrato cálcico	15,5%N 27%CaO	5.87	1.18	1.260
Nitrato magnésico	11%N 15,7% MgO	5.43	0.88	420
Sulfato magnésico	15% MgO	5.43	0.75	360
Fosfato monoamónico	12% N 61%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.9	0.89	380
Nitrato potásico	13%N 46%K <sub>2</sub> O	7.02	1.36	320
Cloruro potásico	60% K <sub>2</sub> O	7.01	1.88	340
NPK cristalino	varios	-	-	-
Fertilizantes líquidos	Riqueza	pH	CE (mmho/cm) 1 g/l	Solubilidad (g/l)
Solución nitrogenada 32%	32%N	5.54	0.69	-
Solución nitrogenada 20%	20%N	6.37	0.87	-
Ácido nítrico	12,5%N	<1	<0.5	-
Solución N. cal	8%N 16%CaO	6.4	0.63	-
Solución N. magnésico	7%N 9,5% CaO	5.4	0.5	-
Ácido fosfórico	52%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<1	1.5	-
Solución potásica	varios	-	-	-
Solución NPK	varios	-	-	-

A título de ejemplo, en el cuadro I se muestran algunos de los fertilizantes más usados en fertirrigación.

## Conclusiones

La fertirrigación aporta importantes mejoras a la sostenibilidad de los cultivos, permitiendo un uso muy eficiente tanto del agua como de los nutrientes.

Un correcto manejo de la fertirrigación en riego localizado, exige el conocimiento pormenorizado de las necesidades hídricas y nutricionales de los cultivos, permite la utilización de equipos automáticos y bien calibrados, que nos permitan optimizar simultáneamente las operaciones de riego y fertilización. Para completar el buen manejo de esta técnica de cultivo, es indispensable el conocimiento del comportamiento de la gran diversidad de fertilizantes que son susceptibles de utilización en fertirrigación, controlando su disolución y posibles interacciones entre ellos, la conductividad eléctrica y pH que creamos en el medio, determinándose por estos medios la concentración de nutrientes en agua más adecuada según los cultivos.

El sistema Siddra desarrollado por Fertiberia, es una herramienta de apoyo al cálculo de una correcta fertilización de los cultivos, que facilita al técnico responsable de la fertirrigación de la explotación, el mejor método para definir un plan de fertilización rentable y sostenible. ●

## BIBLIOGRAFÍA

EDWARDS, A. 1999. [http://www.yandillapark.com.au/Growers/ohs\\_main.htm](http://www.yandillapark.com.au/Growers/ohs_main.htm)

FALIVENE, S. 2005. [http://www.arapahocitrus.com/files/OHS\\_Stage\\_Publications.pdf](http://www.arapahocitrus.com/files/OHS_Stage_Publications.pdf)

HALLMARK, W. y BEVERLY R. 1991. An update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. *Review. J. Fert. Iss.* 8: 74-88.

LUCENA, J.J. 1997. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plants a critical review. *Acta Hort.* 448:179-192.

MARTÍNEZ-VALERO R. and FERNÁNDEZ C. 2004. Preliminary Results In Citrus Groves Grown Under The MOHT System., en X International Citrus Congress, Agadir.

MOURAO, F. 2004. Dris Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. *Sci. Agric. Brasil.* 61-5:550-560.

MORRIS, D. 2007. [http://www.irec.org.au/research/07\\_pdf/Benefits%20of%20open%20hydroponics%20in%20horticulture.pdf](http://www.irec.org.au/research/07_pdf/Benefits%20of%20open%20hydroponics%20in%20horticulture.pdf)

RODRÍGUEZ, O. y RODRÍGUEZ, V. 2000. Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. *Rev. Fac. Agron. Venezuela.* 17:449-470.

ULRICH, A. 1948. Plant análisis. Methods and interpretation of results. In *Diagnostic Techniques for Soils and Crops*. Ed. H.B. Kitchen, Washington, The American Potash Institute. pp.157-158.