

[ TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ]

## Fertirrigación con riego localizado: un sistema en expansión

**Juan Manuel Bohórquez Caro**  
**Pedro Gavilán Zafra**

IFAPA Centro "Alameda del Obispo", Córdoba. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía

**Benito Salvatierra Bellido**

IFAPA Centro de Los Palacios, Sevilla. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía

La fertirrigación o fertirriego es la técnica que permite la aplicación de los nutrientes que precisa un cultivo junto con el agua de riego, siendo el sistema de riego localizado el que presenta las mayores posibilidades para hacer que esta aplicación sea racional y respetuosa con el medio ambiente. Las ventajas e inconvenientes de la fertirrigación, así como las características generales de los abonos a utilizar son objeto de revisión en el presente artículo.

### MÁS INFORMACIÓN EN:

Sistema de Asistencia al Regante (SAR) del IFAPA ([www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/sar](http://www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/sar))



**E**n una situación de recursos hídricos limitados y como consecuencia de las obras de modernización de muchas zonas regables en toda España, se está produciendo un importante incremento de superficie cultivada con riego localizado y fertirrigación. El riego localizado presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional, entre las que destaca el ahorro considerable de agua. No obstante, en los últimos años se ha demostrado que las mayores posibilidades de este sistema de riego se centran en su utilización como vehículo para una aplicación racional de fertilizantes (Moya Talens, 2002).

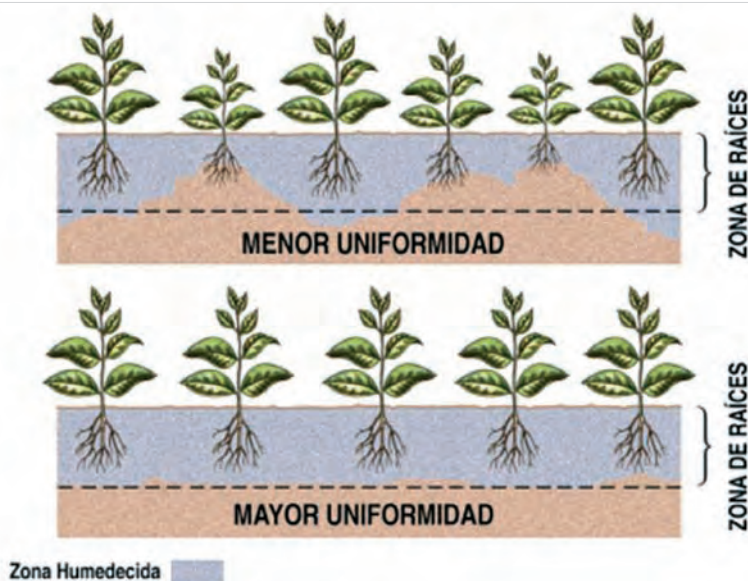
Se define la fertirrigación o fertirrie-

go como la técnica que permite la aplicación de los nutrientes que precisa el cultivo junto con el agua de riego. Mediante esta práctica se consigue poner a disposición del cultivo, y de una forma controlada, los nutrientes necesarios en función del grado de desarrollo de las plantas y exactamente a la medida de un cultivo, un suelo o sustrato, un agua de riego y unas condiciones ambientales determinadas (Cadahía, 2005).

Con la fertirrigación en riego localizado se obtiene además una mayor eficiencia en la aplicación de los elementos nutritivos, al distribuirlos muy próximos a las raíces y en el bulbo húmedo, lo cual facilita la asimilación

**Figura 1:**

Una adecuada uniformidad de distribución del agua en el riego localizado es un factor clave para conseguir una alta eficiencia en la aplicación del agua y los fertilizantes. Fuente: Fernández *et al.* (1999)



por parte de la planta y evita las pérdidas de nutrientes. Para ello, la uniformidad de distribución del sistema de riego tiene que ser lo suficientemente buena, sin que se produzcan excesos ni déficits en la aplicación del agua y el fertilizante (**Figura 1**).

El sistema de fertirrigación es, en definitiva, el método más racional para realizar una fertilización optimizada y respetuosa con el medio ambiente.

Los nuevos usuarios de este sistema de fertirrigación están generando una notable demanda de información para conseguir un manejo eficiente del mismo. En Andalucía, el Sistema de Asistencia al Regante (SAR) del IFAPA ([www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/sar](http://www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/sar)) viene realizando trabajos de transferencia de tecnología y formación en esta materia dirigidos a los agricultores y técnicos.

### Características de los fertilizantes

Las características que debemos conocer en relación con los fertilizantes para fertirrigación son las siguientes:

#### Elementos nutritivos que aporta y riqueza del abono

Estos datos son fundamentales para establecer un plan adecuado de fertirrigación, pudiendo elegir el

abono más adecuado según la concentración del elemento nutritivo en cuestión. Las riquezas del fertilizante se expresan como porcentaje en peso (% p/p), incluso en abonos líquidos, de la siguiente forma:

Macronutrientes: % N (Nitrógeno), %  $P_2O_5$  (Fósforo), %  $K_2O$  (Potasio), % CaO (Calcio), % MgO (Magnesio) y %  $SO_3$  (Azufre).

Micronutrientes: % Fe (Hierro), % Mn (Manganeso), % Zn (Zinc), % Cu (Cobre), % B (Boro) y % Mo (Molibdeno).

Otra forma muy común de expresar la riqueza de un abono es mediante la relación N-P-K, expresada en tanto por ciento. En caso que el fertilizante aporte otros elementos nutritivos, se indican a continuación de la relación anterior.

#### Unidades Fertilizantes

Las necesidades de elementos nutritivos de los cultivos se expresan en Unidades Fertilizantes. Una Unidad Fertilizante equivale a un kilogramo de elemento puro: N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , etc.

#### Asimilación por parte de la planta

Se debe conocer si el nutriente en cuestión lo asimila la planta fácilmente o ha de sufrir un proceso de transformación previo.

### Equilibrio del abono

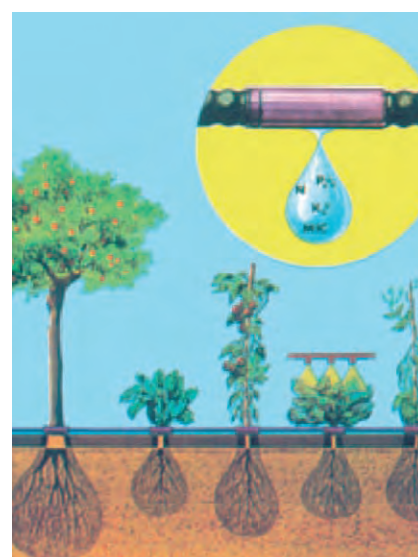
Este equilibrio es la relación existente entre los elementos nutritivos que lo componen. Se trata de saber cuántas veces se está aportando un elemento más que otro. Este concepto es necesario puesto que según el estado de desarrollo de la planta la proporción de los elementos nutritivos debe variar. Para saber el equilibrio del abono, simplemente basta dividir las distintas concentraciones del abono por la cantidad más pequeña.



**Se obtiene además una mayor eficiencia en la aplicación de los elementos nutritivos, al distribuirlos muy próximos a las raíces y en el bulbo húmedo, lo cual facilita la asimilación por parte de la planta y evita las pérdidas de nutrientes**

**Figura 2:**

La fertirrigación con el riego localizado permite aplicar los nutrientes directamente en la zona de acción de las raíces en el entorno del bulbo húmedo, favoreciendo así su asimilación por la planta. Fuente: Fernández *et al.* (1999).





## ↑ Ventajas

- Interacción positiva agua / nutrientes
- Asimilación eficaz de los nutrientes aportados ya que existe un alto grado de humedad en torno a las raíces, lo que facilita que el fertilizante se disuelva y pueda ser mejor absorbido (**Figura 2**)
- Ahorro de fertilizantes, comparado con otros sistemas, debido a su aplicación localizada sobre la propia planta, distribuyéndose el abono cerca de las raíces y, además, menor pérdida por lavado o lixiviación. El ahorro de fertilizantes puede variar entre un 25% y un 50%
- Ahorro de mano de obra en la aportación
- La cantidad y tipo de abono que se aporta está en función del estado de desarrollo de la planta, respetando las necesidades y equilibrio que cada fase de cultivo requiere
- Posibilidad de abonar en el momento más adecuado para el cultivo. Se puede actuar con rapidez y eficacia ante situaciones en que las plantas requieran algún tipo de elemento nutritivo, denominadas estados carenciales
- Control riguroso de la dosis y uniformidad de distribución
- Posibilita el uso de la instalación para incorporar otros productos a las plantas, como puedan ser: insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc
- Reduce notablemente el impacto medioambiental negativo (contaminación) que supone el uso de los fertilizantes
- Posibilidad de un alto grado de automatización del proceso (**Figura 3**), evitando además errores en los suministros ocasionados por el accionamiento manual, como desfases horarios e inexactitudes en la dosificación, tanto por exceso (pudiendo ocasionar elevada salinidad) como por defecto (provocando carencias nutricionales o falta de agua).

**Figura 3:**  
Equipo de fertirrigación automático



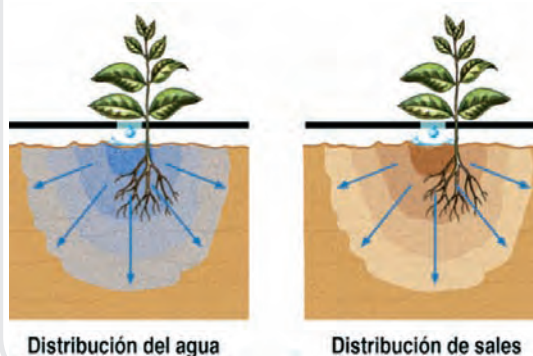
## ↓ Inconvenientes

Se pueden evitar en gran medida con un buen manejo del sistema

**Figura 4:**  
Residuos de sales en torno a un emisor de riego localizado, que provocan un aumento de salinidad del suelo y elevan el riesgo de obturación del propio gotero



**Figura 5:**  
Movimiento del agua y las sales en el bulbo húmedo con el riego. Fuente: Fernández *et al.* (1999)



- Obturaciones de los emisores de riego (**Figura 4**), ocasionadas principalmente por la precipitación de los fertilizantes, mala disolución y posibilidad de reacción de algunos fertilizantes con el agua de riego, incompatibilidades entre algunos de ellos e impurezas que a veces puedan llevar incluidas
- Aumenta la salinidad del agua de riego, con riesgo de que también se produzca salinización del suelo (**Figura 5**)

Fuente: Cadahía (2005); Pastor (2005).

**Tabla 1:**

**Características de algunos de los fertilizantes más utilizados en fertirrigación**

Fertilizante	Riqueza (%) N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O	Índice de sal (1)	Solubilidad (g / l) 20 °C	Reacción	pH 0,5 g / l	Dosificación recomendada fertirriego
Nitrato amónico	34,5 - 0 - 0	105	1.850	ácida	5,6	1 g / l
Urea	46 - 0 - 0	75,4	1.200	ácida	5,7	1 - 2 g / l
Nitrato potásico	13 - 0 - 46	73,6	316	neutra	6,6	0,25 - 0,50 g / l
Nitrato cálcico	15 - 0 - 0	52,5	1.220	alcalina	6 - 7	1 - 2 g / l
Solución N-20	20 - 0 - 0	57,3	líquido	neutra	6,8	1 g / l
Solución N-32	32 - 0 - 0	70,1	líquido	neutra	6,6	1 g / l
Ácido nítrico	13 - 0 - 0	-	líquido	ácida	2 - 3	Variable
Ácido fosfórico 75%	0 - 52 - 0	-	líquido	ácida	2,8	0,25 - 0,50 g / l
Fosfato monoamónico	12 - 61 - 0	34	500	ácida	5	0,25 g / l
Sulfato potásico	0 - 0 - 50	46	110	ácida	6,6	0,25 - 0,50 g / l
Cloruro potásico	0 - 0 - 60	-	350	alcalina	7,5	0,25 - 0,50 g / l
Sulfato magnésico	16 MgO	2	500	ácida	6 - 7	0,4 g / l

(1) Representa el aumento de presión osmótica que produce el abono en la solución del suelo, si se compara con el producido por el nitrato sódico (índice de sal = 100). Fuente: Pastor (2005).

**Solubilidad del fertilizante**

Es la cantidad de fertilizante que se disuelve en un litro de agua a una temperatura de 20 °C. De forma general, al aumentar la temperatura del agua se puede disolver más cantidad de abono. La solubilidad hace alusión a los abonos sólidos, puesto que en caso de fertilizantes líquidos la solubilidad es absoluta. El fertilizante debe tener una adecuada solubilidad en el agua de riego a las temperaturas usuales de trabajo.

Podemos comentar aquí el caso de los abonos nitrogenados que, al disolverlos, provocan enfriamiento del agua, por lo que su solubilidad puede verse afectada. Cuando se disuelven varios fertilizantes, los nitrogenados deben dejarse para el final, ya que el excesivo enfriamiento del agua dificultaría la dilución de otros fertilizantes, como por ejemplo, el potasio. El ácido fosfórico, en cambio, provoca un calentamiento del agua al disolverlo. Los abonos sólidos para la fertirrigación no son los mismos que para el abonado “en seco”, ya que no tienen los mismos componentes, por lo que tiene que especificarse en sus etiquetas las expresiones “cristalino soluble” o “soluble para fertirrigación”. En definitiva, tienen que ser completamente solubles y no llevar materias extrañas.

taría la dilución de otros fertilizantes, como por ejemplo, el potasio. El ácido fosfórico, en cambio, provoca un calentamiento del agua al disolverlo. Los abonos sólidos para la fertirrigación no son los mismos que para el abonado “en seco”, ya que no tienen los mismos componentes, por lo que tiene que especificarse en sus etiquetas las expresiones “cristalino soluble” o “soluble para fertirrigación”. En definitiva, tienen que ser completamente solubles y no llevar materias extrañas.

**Aumento de la salinidad**

La salinidad se mide por la Conductividad Eléctrica (CE) en milimhos por centímetro (mmho/cm) o deciSiemens por metro (dS/m). Es necesario saber cuánto aumenta la conductividad eléctrica al incorporar los fertilizantes en



**El conocimiento de la densidad del fertilizante líquido es importante para realizar los cálculos de dosificación. Es necesario convertir la cantidad de abono que se suele calcular en base a peso, a la cantidad de litros**

el agua de riego, para poder establecer la máxima cantidad permisible a disolver según el tipo de cultivo y fase de desarrollo del mismo. Es deseable que exista un bajo riesgo de salinización del agua de riego y del suelo.

**Variación del pH**

Cada elemento fertilizante puede variar el pH del agua de riego. Hay abonos que lo reducen (ácidos) y otros que lo elevan (básicos o alcalinos). Por ello es necesario conocer cómo reacciona cada uno de los fertilizantes empleados en fertirrigación, para poder corregir la posible variación de pH. Los abonos de reacción ácida, es decir, aquéllos que al disolverlos en agua bajan el pH de la solución resultante, contribuyen a mejorar la absorción de los nutrientes por las raíces y a reducir el riesgo de obturación de goteros.

**Compatibilidad química**

Se hace referencia aquí a compatibilidad química con otros fertilizantes, en especial cuando se tengan que realizar mezclas en tanque a nivel de fin-

**Tabla 2:**

**Compatibilidad de los fertilizantes en la preparación de las soluciones madres para fertirrigación**

FERTILIZANTE	Nitrato amónico	Sulfato amónico	Soluc. nitrogenada	Urea	Nitrato cálcico	Nitrato potásico	Fosfato monoamónico	Ácido fosfórico	Sulfato potásico	Cloruro potásico
Nitrato amónico	--	C	X	X	I	X	X	X	C	C
Sulfato amónico	C	--	C	X	I	C	I	I	C	C
Soluc. nitrogenada	X	X	--	X	X	X	X	X	C	C
Urea	X	X	X	--	X	X	X	X	C	C
Nitrato cálcico	I	I	X	X	--	X	I	I	I	C
Nitrato potásico	C	C	C	X	C	--	C	C	C	C
Fosfato monoamónico	X	I	X	X	I	C	--	C	C	C
Ácido fosfórico	X	I	X	X	I	C	C	--	C	C
Sulfato potásico	C	C	C	C	I	C	C	C	--	C
Cloruro potásico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	--

C = compatibles, se pueden mezclar;

X = se pueden mezclar en el momento de su empleo;

I = incompatibles, no se pueden mezclar porque forman precipitados insolubles en el tanque.

Fuente: Fernández *et al.* (1999) y Pastor (2005).



ca, y con el agua de riego (Pastor, 2005). Como ejemplo típico, podemos citar que los abonos que aportan calcio son incompatibles con los que aportan fosfatos y sulfatos.

## Riesgo de fitotoxicidad en el cultivo

## Capacidad de corrosión del fertilizante

Determinados fertilizantes pueden presentar acción corrosiva frente a algunos materiales metálicos utilizados en la instalación de riego, tales como filtros, agitadores de depósitos, etc.

## Peligrosidad en su manejo

La utilización de algunos productos fertilizantes, principalmente el ácido nítrico, ácido sulfúrico y ácido fosfórico, puede entrañar algún riesgo en su manipulación. Los accidentes más usuales son los causados por salpicaduras, provocando quemaduras más o menos graves en función de la zona afectada, aunque también se pueden producir vapores que pueden ser inhalados. Por ello, en su manipulación, se deben de emplear equipos de protección individual adecuados: gafas, mascarillas, pantallas, guantes, ropa, etc.

## Fertilizantes más utilizados en fertirrigación para aportar macronutrientes

Los abonos se incorporan a la red de riego previa preparación de la solución



nutritiva o solución madre. Esta solución se obtiene tras disolver los fertilizantes que contienen los distintos elementos en proporciones equilibradas, según las necesidades nutritivas de las plantas.

La solución nutritiva se puede obtener adquiriéndola directamente en forma de abono líquido con los elementos ya proporcionados y equilibrados, o bien preparándola a partir de abonos sólidos solubles.

Para algunos de los fertilizantes de uso habitual en fertirrigación, (sólidos y líquidos) se presentan datos sobre sus características (**Tabla 1**), sobre su compatibilidad a la hora de preparar una solución madre (**Tabla 2**) y, finalmente, sobre los principales criterios para evaluar su uso (**Tabla 3**).

## Fertilizantes líquidos

La utilización de abonos líquidos está ampliamente difundida en las técnicas de fertirrigación, debido a la comodidad de manejo que presentan. Una característica importante que debemos conocer de ellos es su densidad o peso específico, que es el peso en kilogramos de un litro (= el peso en toneladas métricas de un metro cúbico) de la solución fertilizante.

El conocimiento de la densidad del fertilizante es de suma importancia para realizar los cálculos de dosificación, ya que es necesario convertir la cantidad de abono necesario que se suele calcular en base a peso, a la cantidad de litros, que son más fáciles de medir en el momento de la aplicación en el campo. En el **Cuadro 1** se indican algunos abo-

## Cuadro 1:

**Fertilizantes líquidos simples de uso frecuente en fertirrigación (se indica su riqueza y densidad)**

Solución nitrogenada N-20 (20% N; densidad 1,26)

Solución nitrogenada N-32 (32% N; densidad 1,32)

Ácido nítrico (13% N; densidad 1,32)

Ácido fosfórico (Entre 40% y 50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; densidad entre 1,40 y 1,43)

nos líquidos simples, junto a su riqueza y densidad, de uso habitual en fertirrigación.

Además, en la actualidad es perfectamente factible adquirir abonos líquidos complejos con el equilibrio adecuado para el cultivo ya preparado en fábrica (fertilizantes “a la carta”), como por ejemplo: 4 - 8 - 2, 8 - 1 - 10, 0 - 20 - 10, etc.

## Bibliografía

Cadahía, C. 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Fernández, R., Yruela, M. C., Milla, M., García, J., Ávila, R., Gavilán, P. y Oyonarte, N., 1999. Manual de Riego para Agricultores. Módulo 4: Riego localizado. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Moya Talens, J. A. 2002. Riego localizado y fertirrigación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Pastor, M. 2005. Cultivo del olivo con riego localizado. Ed. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. •

**Tabla 3:** Principales criterios para evaluar algunos de los fertilizantes de uso frecuente en fertirrigación

Características del fertilizante	Fertilizante					
	Urea	Solución N - 32	Nitrato amónico	Nitrato potásico	Ácido fosfórico	Fosfato monoamónico
Solubilidad	3	3	3	2	3	2
Formación de precipitados	2	2	1	1	1	3
Miscibilidad	3	3	3	2	2	3
Corrosividad	1	2	2	1	3	2
Pérdidas por volatilidad	3	3	3	1	1	1
Daños a plantas	2	2	2	1	3	2

Evaluación: 1 = baja; 2 = intermedia; 3 = alta. Fuente: Pastor (2005).