



**Proyecto Insignia:  
Resiliencia y gestión  
integral de riesgos en  
la agricultura**

**MANUAL PRACTICO  
DE FERTIRRIGACION**

Instituto Interamericano de Cooperación  
para la Agricultura (IICA), 2016



MANUAL PRACTICO DE FERTIRRIGACIÓN  
se encuentra bajo una licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

Coordinación editorial: Gabriel Rodríguez, Nadia Chalabi  
Diseño de portada: Luis Aquino  
Diagramación: Luis Aquino  
Impresión: Imprenta y Offset Ricaldone

# Indice

<b>PRESENTACION</b>	6
<b>INTRODUCCION</b>	7
<b>FERTIRRIGACION</b>	8
a. Definición	8
b. Ventajas	8
c. Desventajas	9
<b>INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE FERTIRRIEGO</b>	10
a. Cabezal de riego	11
Sistema de tratamiento de agua	11
Sistema de impulsión	11
Sistema de prefiltrado	12
Sistema de filtrado	12
Sistema de fertilización	14
Controlador de agua	15
Programador y ordenador de riego	15
b. Sistema de distribución	16
Red de tuberías y laterales	16
Emisores	17
<b>FERTILIZANTES PARA FERTIRRIEGO</b>	18
a. Consideraciones para la elección de los fertilizantes	18
b. Fertilizantes	18
c. Características fisicoquímicas	18
<b>ANEXOS (TABLAS)</b>	19
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	24

## Presentación

El “MANUAL PRACTICO DE FERTIRRIGACION” es producto del trabajo en conjunto con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) a través del Proyecto Insignia “Resiliencia y gestión integral de riesgos en la agricultura”, el cual financia su publicación y la capacitación a los agricultores; destacando la excelencia de la labor de cooperación técnica que brinda el IICA.

El manual contiene información básica acerca de la fertirrigación, los componentes de la infraestructura, equipos y accesorios de los sistemas de fertirriego y las características de los fertilizantes más apropiados para ser usados en esta moderna técnica agrícola.

El propósito del documento es proporcionar las bases de esta tecnología que permite nutrir a los cultivos a través del suministro de su requerimiento hídrico, difundir su beneficio en la optimización del uso del recurso agua, los insumos como los fertilizantes y promover su implementación y manejo adecuado para una eficiente interacción agua-suelo-planta.

Ruby Vega Ravello, Ing. Agr. Mg. Sc.  
Consultora

Proyecto Insignia “Resiliencia y gestión integral  
de riesgos en la agricultura”  
Instituto Interamericano de Cooperación para  
la Agricultura (IICA)

## Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (UNESCO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Instituto de Recursos Mundial - *World Resources Institute* (WRI), entre otras organizaciones e instituciones internacionales reportan que el volumen total de agua en el planeta es de 1 385.98 millones de km<sup>3</sup>, del cual el 97.5 % es agua salada y 2.5 es agua dulce. De esta distribución destacan que el 69 % del agua dulce constituye los glaciares, el 30 % es agua subterránea y el 1 % está en la superficie. Además, los lagos representan el mayor porcentaje del agua dulce superficial (87 %), seguido por los pantanos con 11 y los ríos poseen los menores volúmenes (2 %).

Considerando que el agua es la principal fuente de vida para el ser humano, los valores referidos son reflejo de que el agua dulce al estado líquido y accesible al hombre es limitada; por lo que nuestra proyección a futuro debe enfocarse en la conservación de nuestro recurso hídrico y en la búsqueda de tecnologías para optimizar su uso en las diversas actividades del hombre.

La fertirrigación es una moderna técnica agrícola que nos permite proporcionar las necesidades hídricas y proveer los nutrientes al cultivo según su requerimiento fisiológico, las condiciones edafoclimáticas y su manejo. Su infraestructura es la vía por donde la solución nutritiva recorre el camino para llegar al campo y se suministre directa y homogéneamente el agua y los nutrientes a la zona radicular. El sistema de riego presurizado reduce las pérdidas en la conducción, distribución y aplicación de los valiosos recursos e incrementa la eficiencia del uso del agua y la de los insumos.

# Fertirrigación

## A. DEFINICIÓN

Es una moderna técnica agrícola que utiliza al agua de riego como vehículo para suministrar los fertilizantes a los cultivos, donde su sistema de riego presurizado facilita el momento, las cantidades y la concentración nutritiva que se aplica (Kafkafi y Tarchitzky, 2012).

Camacho y Fernández (2008) y Pizarro (1996) lo refieren como riego localizado de alta frecuencia (RLAF), donde el agua y los nutrientes recorren los conductos del sistema presurizado.

para ser aplicados directamente al sistema radicular por medio de dispositivos. El riego localizado no humedece todo el suelo, lo que reduce la capacidad de almacenamiento de agua, por lo que el suministro hídrico es frecuente.

Cadahía (2005) y Urrestarazu (2004) lo destacan como una técnica que aporta racionalmente los nutrientes por medio del agua de riego, en concentraciones y equilibrios relativamente constantes en el tiempo y adecuados a los requerimientos del cultivo.

## B. VENTAJAS

La fertirrigación es una de las prácticas agrícolas de la que más beneficios obtenemos, tanto en el aspecto agronómico como en el económico y de manejo. Dadas las características del sistema de fertirriego, nos permite:

- Ahorrar el recurso hídrico al reducir las pérdidas, medir y controlar el agua aplicada e incrementar la uniformidad del riego.
- Aprovechar aguas de baja calidad.
- Mantener el nivel óptimo de humedad en el suelo en tiempo y espacio al usar un riego de alta frecuencia.

- Reducir el efecto de las sales al mantenerlas más diluidas en suelos con óptimo contenido de humedad.
- Proveer una nutrición optimizada al dosificar racionalmente el aporte de los fertilizantes.
- Preparar e inyectar soluciones nutritivas equilibradas y con mayor espectro de combinación de nutrientes.
- Obtener que predomine la absorción radicular con respecto a la foliar.

- Ahorrar insumos al manejar y proporcionar correctamente los fertilizantes, incrementar la eficiencia de absorción de los nutrientes y actuar rápidamente ante las deficiencias.
- Aprovechar suelos marginales al incorporar áreas con suelos altamente permeables, compactados, con fuerte pendiente, problemas de sales y/o topografía irregular.
- Incrementar el rendimiento y la calidad de los productos.
- Realizar diversos manejos de cultivos al adaptarse a cultivos acolchados o con microtúneles, entre otros.
- Realizar otras prácticas agrícolas.
- Reducir las enfermedades, las pérdidas de productos por lavado, las quemaduras de hojas cuando el RLAF mantiene el follaje seco.
- Reducir las malezas.
- Aplicar otros productos.
- Ahorrar mano de obra al ser un sistema automatizado.
- Ampliar el número de horas de riego.
- Contribuir a una agricultura sostenible al controlar la contaminación, respetar el medio ambiente y utilizar recursos marginales.

## C. DESVENTAJAS

Las desventajas son:

- Posee un alto costo inicial para la instalación de la infraestructura.
- Necesita un suministro hídrico permanente.
- Obturación de goteros al no realizar un manejo adecuado de la solución fertirrigadora.
- Es un sistema de riego complejo con respecto a los métodos tradicionales.
- Necesita personal especializado para el manejo del sistema.

# Infraestructura del sistema de fertiriego

Los diversos autores indican que la infraestructura del sistema de fertirrigación posee dos componentes, el cabezal de riego y el sistema de distribución, los cuales están constituidos por equipos y accesorios diversos (Ilustración 1).

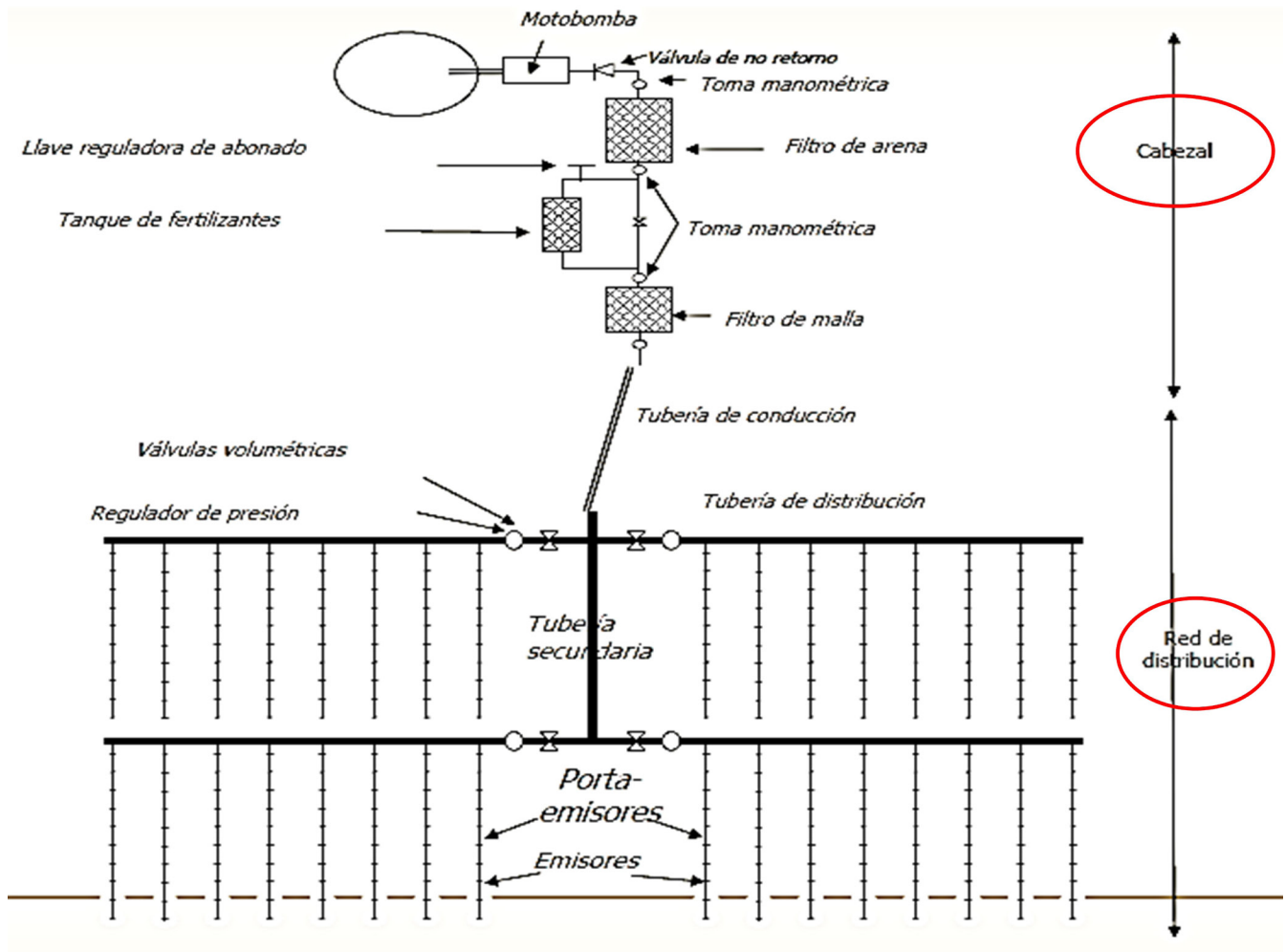


Ilustración 1. Componentes del sistema de fertirrigación.

(Hayashi, 2014)



## A. CABEZAL DE RIEGO

Es el primer componente por donde el agua ingresa al sistema de riego presurizado. Está constituido por un conjunto de elementos

que permiten el tratamiento del agua de riego, su filtrado y medición, el control de la presión y de la aplicación de fertilizantes.

## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Constituido por equipos o infraestructuras para el tratamiento del agua.

Mejora la calidad del agua de riego.

## SISTEMA DE IMPULSIÓN

Consiste en una bomba accionada por un motor, la cual incrementa la presión del sistema y la man-

tiene constante para impulsar el ingreso del agua al cabezal de riego y favorecer a su transporte y distribución hacia los emisores (Ilustración 2).



Foto: R. V. Ravello

Ilustración 2. Sistema de impulsión.

## SISTEMA DE PREFILTRADO

Es un componente que no se instala en todos los sistemas de fertirrigación porque depende de la calidad de agua.

Lo consideramos como componente cuando el agua de riego posee altos porcentajes de arena, limo y arcilla.

Su presencia incrementa la calidad física del agua, pero no elimina elementos finos.

Los equipos más usados son los hidrociclones o decantadores (Ilustración 3).



Foto: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía

Ilustración 3. Sistema de prefiltrado.

## SISTEMA DE FERTILIZACIÓN

El sistema de filtrado limpia las impurezas en el agua y en la solución fertirriego; pero no las impurezas de origen químico, las cuales se manejan a través del pH, siendo el rango de pH entre 5.5 y 6 el más favorable para la solución fertirrigadora. Las impurezas de origen biológico

se contrarrestan evitando la exposición del agua a la luz o con productos químicos. Es importante tener presente que la presencia de impurezas afecta a los emisores, alterando su descarga o la aplicación de agua a la planta. Tenemos:

- *Filtros de grava*

Depósitos rellenos de grava por donde atraviesa el agua (Ilustración 4). Se recomienda usarse en aguas contaminadas con partículas de origen orgánico. Disminuyen las impurezas orgánicas (como algas) e inorgánicas (como partículas minerales) e incrementan la calidad física del agua de riego.

- *Filtros de malla*

Poseen un bastidor cilíndrico rígido forrado por una malla con orificios de diámetro que

depende del tamaño de las partículas a filtrar. Reducen las impurezas de la solución fertirriego. No se usan cuando el agua está contaminada con partículas de origen biológico.

- *Filtros de anillos*

Compuesto de un bastidor cilíndrico fijo donde se colocan anillos apilados (Ilustración 5). Son los más modernos y eficientes en la limpieza del agua. Se suelen usar como complemento de uno de los anteriores.



Foto: R. V. Ravello

Ilustración 4. Sistema de filtrado: Filtro de grava.



Foto: R. V. Ravello

Ilustración 5. Sistema de filtrado: Filtro de anillos.

## SISTEMA DE FERTILIZACIÓN

Constituido por los materiales y equipos de fertilización (Ilustración 6).

Posee un filtro después de los equipos de inyección.

Incluye:

- *Tanques de fertilización*

Son los depósitos donde se preparan las soluciones nutritivas. Varían en número y tamaño según el diseño del sistema de fertirriego para el cultivo dado. El material más usado para su fabricación es el plástico por ser resistente a las soluciones ácidas.

- *Equipos de inyección*

Son los equipos que permiten la inyección de la solución nutritiva al sistema de distribución. Trabajan con una bomba que eleva la presión de inyección de la solución nutritiva con respecto a la del sistema presurizado. Varían de acuerdo al volumen y tiempo de inyección.

Pueden ser:

- Venturi
- Bombas inyectoras



Ilustración 6. Sistema de fertilización.

## CONTROLADOR DE AGUA

Es un equipo que registra el caudal instantáneo. Deben ir siempre después de los filtros debido a que son muy sensibles a las impurezas.

## PROGRAMADOR Y ORDENADOR DE RIEGO

Es un software que permite programar el riego y la fertilización obteniendo un fertirriego con

propiedades continuas de pH, CE y equilibrio de nutrientes durante todo el tiempo de riego (Ilustración 7).



Foto: R. V. Ravello

Ilustración 7. Programador de riego.

## B. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Es el componente del sistema que contiguo al cabezal de riego. Está constituido por:

### RED DE TUBERÍAS Y LATERALES

Son las tuberías (Ilustración 8), mangueras (Ilustración 9) o cintas por donde se transporta y distribuye el agua y los nutrientes hacia los cultivos.



Foto: R. V. Ravello

Ilustración 8. Tuberías.



Foto: R. V. Ravello

Ilustración 9. Mangueras de riego.

## EMISORES

Son los dispositivos que entregan el agua de riego a las plantas. De acuerdo al sistema de riego presurizado pueden ser goteros, aspersores o microaspersores.

El funcionamiento de los equipos y accesorios de la infraestructura de riego durante la fertirrigación sigue un proceso que se inicia en la toma del agua en la fuente para su ingreso al cabezal de riego con ayuda de un impul-

sor, su limpieza a través del sistema de filtrado en cada fase del proceso que se necesite, la inyección de las soluciones nutritivas y su transporte a la red de distribución, todo programado y controlado en el software (Ilustración 10).

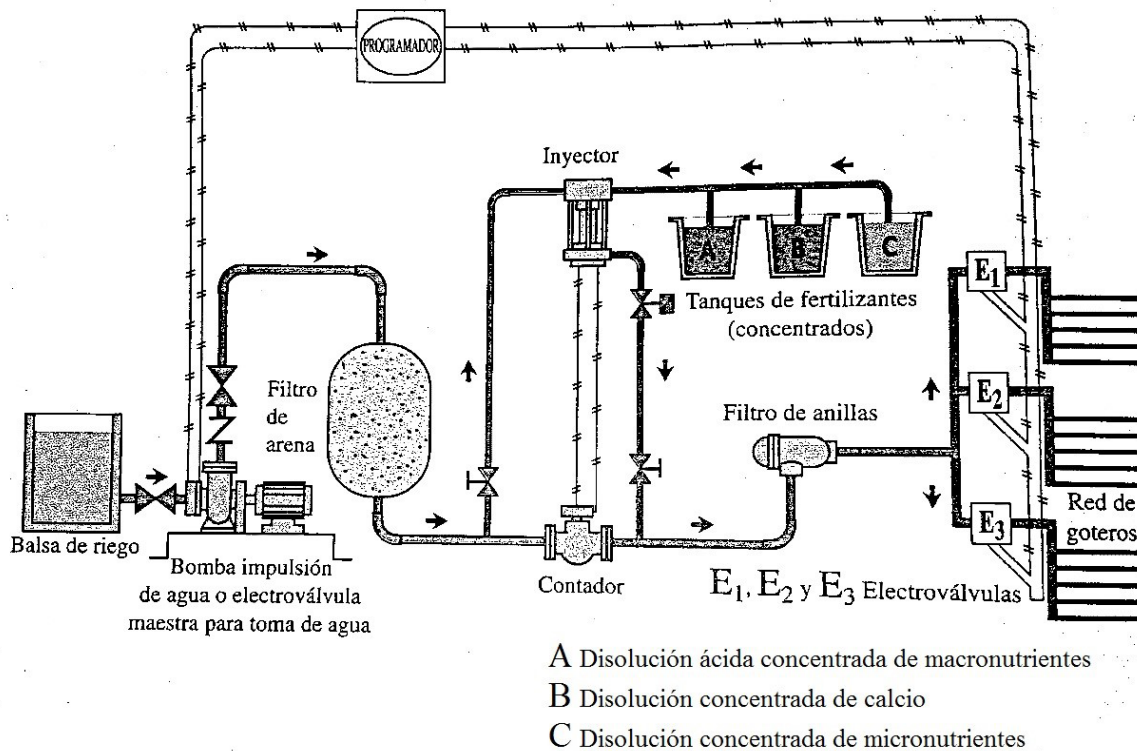


Ilustración 10. Esquema del proceso de fertirrigación (Cadahía, 2005).

# Fertilizantes para fertirriego

## A. CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN DE LOS FERTILIZANTES

- Tipo de cultivo.
- Etapa fenológica.
- Características edáficas.
- Calidad del agua de riego.
- Disponibilidad.
- Utilidad que genera el cultivo.
- Precio.

## B. FERTILIZANTES

Los fertilizantes más usados en fertirriego son:

- Nitrato de amonio
- Urea
- Ácido nítrico
- Nitrato de calcio
- Sulfato de amonio
- Fosfato monoamónico
- Ácido fosfórico
- Fosfato monopotásico
- Cloruro de potasio
- Nitrato de potasio
- Sulfato de potasio
- Sulfato de magnesio
- Nitrato de magnesio

## C. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

En la Tabla 1 se ha recopilado las principales características fisicoquímicas de los fertilizantes usados en fertirriego nombradas a continuación.

Sólidos o líquidos, su elección dependerá de la disponibilidad, características químicas de la solución nutritiva que se desea aplicar y precio.

Alta calidad, solubilidad y grado de pureza, dado que los iones deben estar en solución y la solución nutritiva no debe tener impurezas.

Bajo índice de salinidad, los fertilizantes son sales y en lo posible se debe tratar de usar aquellas fuentes que no incrementen excesivamente la conductividad eléctrica de las soluciones nutritivas para que la solución fertirriego no genere estrés salino.

Reacción exotérmica o endotérmica.

Alta compatibilidad al mezclarlos, la interacción de los fertilizantes debe ser positiva para prevenir la precipitación de compuestos y la reducción de la eficiencia del producto. Evitar preparar soluciones con calcio y fosfatos o sulfato cuando la solución no sea ácida (Tabla 2).

Baja corrosividad, los fertilizantes son sales con pH muy variados y extremos, las fuentes muy alcalinas o muy ácidas deterioran los equipos y accesorios del sistema de riego presurizado.



## Anexos (Tablas)

FERTILIZANTE	FORMULA QUIMICA	LEY (%)					
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
Urea	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46.0					
Nitrato de amonio	NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>	33.0					
Sulfato de amonio	SO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	21.0					23.0
Ácido fosfórico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		61.0				
Cloruro de potasio	ClK			60.0			
Sulfato de potasio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			50.0			18.0
Nitrato de calcio	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	15.5			25.5		
Fosfato monoamónico	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	12.0	61.0				
Fosfato monopotásico	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>		52.0	34.0			
Nitrato de potasio	KNO <sub>3</sub>	13.5		45.0			
Sulfato de magnesio	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O					16.0	13.0

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los fertilizantes usados en fertirriego.

SOLUBILIDAD (g/l)	INDICE DE HIGROSPICIDAD			INDICE DE SALINIDAD	INDICE DE BASICIDAD	INDICE DE ACIDEZ
	10 °C	30 °C	40 °C			
1050	20	27.5	32	75		80
1923	33.1	40.6	47.5	105		60
754	19	20.8	21.8	69		110
350				114	N	
				46	N	
1760	44.6	53.3	64.5	61 (53)	21	
				30		55
230	3.8	7.1	7.1	8		
316	7.7	9.5	12.1	74	23	
700				44 (65)		

	Urea	Nitrato de amonio	Sulfato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de potasio	Cloruro de potasio
Urea	√					
Nitrato de amonio	√	√				
Sulfato de amonio	√	√	√			
Nitrato de calcio	√	√	x	√		
Nitrato de potasio	√	√	√	√	√	
Cloruro de potasio	√	√	√	√	√	√
Sulfato de potasio	√	√	R	x	√	R
Fosfato de amonio	√	√	√	x	√	√
Sulfatos de Fe, Zn, Cu, Mn	√	√	√	x	√	√
Quelatos de Fe, Zn, Cu, Mn	√	√	√	R	√	√
Sulfato de magnesio	√	√	√	x	√	√
Acido fosfórico	√	√	√	x	√	√
Acido sulfúrico	√	√	√	x	√	√
Acido nítrico	√	√	√	√	√	√

√ = compatible x = incompatible R = compatibilidad reducida

Tabla 2. Carta de compatibilidad entre fertilizantes (Kafkafi y Tarchitzky, 2012).

Sulfato de potasio	Fosfato de amonio	Sulfato de Fe, Zn, Cu, Mn	Quelatos de Fe, Zn, Cu, Mn	Sulfato de magnesio	Acido fosfórico	Acido sulfúrico	Acido nítrico
√							
√	√						
R	X	√					
√	R	√	√				
R	x	√	√	√			
√	√	√	R	√	√		
R	√	√	√	√	√	√	
√	√	√	x	√	√	√	√

## Bibliografía

Cadahía, C. 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 681 pp.

Camacho, F., Fernández, E. 2008. Manual práctico de fertirrigación en riego por goteo. Sistemática de resolución de problemas. Ejemplos resueltos. Ediciones Agrotécnicas, S.L. Madrid, España. 169 pp.

Hayashi, R. 2014. Curso: Riego localizado. Facultad de Agronomía, Universidad de la República de Uruguay. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/riego/RIEGO%20LOCALIZADO%20intensivos2014.pdf>

Kafkafi, U., Tarchitzky, J. 2012. Fertirrigación. Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo de agua. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA) e Instituto Internacional de la Potasa (IIP). Paris, Francia y Horgen, Suiza. 149 pp.

Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF). Goteo, microaspersión, exudación. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 513 pp.

Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía (2016). Curso: el riego por goteo. Diseño, operación y evaluación. Consultado en <http://www.agronegocios.pe/foro/presentandonos/9188-curso-riego-por-goteo-universidad-nacional-agraria-la-molina-29-y-30-enero-2016-evalua-tu-sistema-de-riego-mejora-el-rendimiento-de-tus-cultivos>

Urrestarazu, M. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 914 pp.

Valdemício Ferreira de Sousa, Waldir Aparecido Marouelli, Eugenio Ferreira Coelho, José Maria Pinto, Maurício Antonio Coelho Filho. 2011. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, Brasil. 769 pp.





**Resiliencia y gestión  
integral de riesgos en  
la agricultura**



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura,  
Oficina en El Salvador  
Av. Manuel Gallardo y final 1 era. Av. Norte  
Santa Tecla, La Libertad  
Teléfono: 2241-1500  
Sitio Web: [www.iica.int/es/countries/el-salvador](http://www.iica.int/es/countries/el-salvador)  
E-mail: [iica.sv@iica.int](mailto:iica.sv@iica.int)