

CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA FERTIRRIGACIÓN

Rodrigo Sepúlveda M. Ing. Agrónomo M.S.
Marjorie Allende C. Ing. Agrícola

El principal factor de crecimiento de un cultivo es la nutrición, en este sentido la fertilización pasa a ser uno de los manejos de mayor importancia ya que al cultivar, los nutrientes del suelo se van agotando y aun cuando la planta puede tomar nutrientes del aire, estos no son suficientes y si uno solo de estos es escaso, el crecimiento se limita y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, se realiza la fertilización, concepto que consiste en suplir de nutrientes a la planta como un aporte artificial para que esta pueda cumplir su ciclo de vida sin limitaciones. Este suministro de elementos orgánicos y/o inorgánicos se realiza principalmente a través del suelo y riego, no obstante, otra alternativa puede ser por aspersión directa al follaje, como una forma de absorción más rápida.

Como segundo concepto es especialmente importante destacar que la fertilización debe ser equilibrada y en base a los requerimientos nutricionales del cultivo, evitando pérdidas de dinero por percolación de fertilizantes sobrestimados y que contribuyen a su vez a la contaminación de napas. Este concepto obedece al uso eficiente de los fertilizantes.

- Nutrientes

Los elementos necesarios para el crecimiento de la mayoría de las plantas son dieciséis, en los que se incluye el Carbono, Hidrógeno y Oxígeno extraídos desde el aire y agua del suelo. Los otros trece son extraídos de suelo (cuadro 1) y cada uno de estos nutrientes, cumple funciones fisiológicas específicas no pudiendo ser remplazado por otro, y si existe una ausencia o deficiencia de uno de estos, las funciones fisiológicas que dependen de este no llegarán a completarse.

Estos nutrientes se dividen en dos categorías conocidas como macronutrientes y micronutrientes o microelementos.

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades por lo tanto es común encontrar suelos pobres de estos nutrientes debido a la extracción de los cultivos a lo largo de los años. Por el contrario, los micronutrientes o microelementos, son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Posteriormente, para que las raíces puedan absorber estos nutrientes, deben estar disponibles y encontrarse disueltos en la solución de suelo.

Macronutrientes	Micronutrientes
Nitrógeno (N)	Hierro (Fe)
Fósforo (P)	Manganeso (Mn)
Potasio (K)	Zinc (Zn)
Calcio (Ca)	Cobre (Cu)
Magnesio (Mg)	Boro (B)
Azufre (S)	Cloro (Cl)
	Molibdeno (Mo)

Cuadro 1.- Clasificación de elementos esenciales.

- Generalidades de la Fertilización

Esta técnica permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego, siendo en la actualidad, el método más racional para la incorporación de fertilizantes, no obstante, esta técnica requiere conocer previamente el plan de fertilización, que a su vez debe considerar el tipo de cultivo y la demanda de nutrientes (Kg ha^{-1}) en base al estado fenológico en que se encuentra, lo

que posteriormente determinará el tipo de fertilizante más apropiado y el momento de la aplicación. Para determinar este plan de fertilización es necesario:

1. Elaborar un balance nutricional, dado en gran medida por la calidad del agua de riego y el suelo. Esta calidad y contenido nutricional de ambos, se puede conocer mediante un análisis químico, cuyos resultados deben ser considerados solo como un apoyo para conocer la condición general ya que no indica el grado de disponibilidad, de manera de estimar la cantidad de nutrientes que se debe incorporar.
2. Conocer la curva de extracción del cultivo. Estas curvas son un instrumento que brinda el dato más cercano a lo que en realidad consume un cultivo durante todo su ciclo de vida; siendo un apoyo para ajustar el programa de fertilización. En la actualidad, existen curvas de extracción ya determinadas para diversos cultivos, como es el caso del tomate bajo invernadero.

Por otro lado, la fertirrigación requiere de aspectos estructurales básicos en el área de mezcla, principalmente estanques distribuidos según una secuencia lógica y una disposición que va depender de los fertilizantes utilizados, desde donde se extraen las disoluciones concentradas mediante un inyector para nutrir a la planta y ácido para el control del pH de la disolución nutritiva (Fig 1). En cada caso hay que determinar un programa de tiempos y diluciones con el agua de riego.

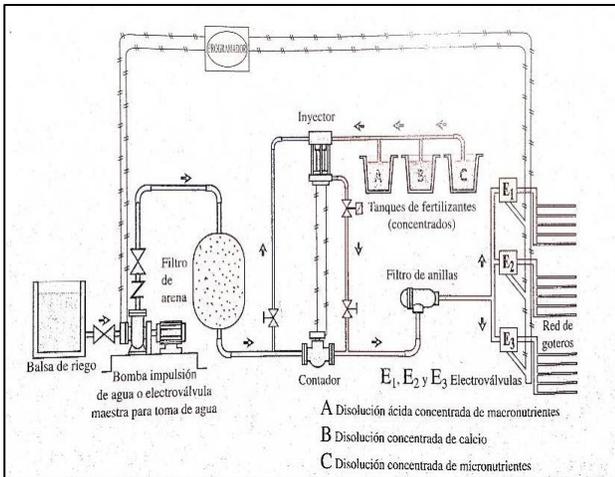


Figura 1. Esquema del proceso de fertirrigación.
Fuente: Cadahía C., Fertirrigación, 2005.

Se recomienda a lo menos, tres estanques de disoluciones madres concentradas, las cuales se detallan a continuación:

Estanque A: Macronutrientes, excepto el Calcio (Ca) en un medio ácido.

Estanque B: Sales exclusivamente Calcio (Ca).

Estanque C: Todos los micronutrientes.

Respecto de la compatibilidad, se debe mencionar que la mezcla de dos fertilizantes de distinto tipo puede producir la formación de precipitados, lo que indica que dichos fertilizantes no son mutuamente compatibles (Fig. 2). Al respecto, se debe tener especial atención de no mezclarlos en el mismo estanque, si no más bien de utilizar estanques por separado (Figura 1).

Por otro lado, la interacción de los fertilizantes con agua de riego duras y/o alcalinas, también puede ocasionar la formación de precipitados y con esto obturación de emisores y filtros ya que se van depositando sobre las paredes de las tuberías

y en los orificios de los emisores, afectando también el aporte de nutrientes a la planta.

Estos problemas pueden ser evitados con una elección correcta de los fertilizantes a mezclar y un manejo adecuado del agua de riego. En este sentido, el Programa de Transferencia Tecnológica de INIA, inicia con esta cartilla, una serie de recomendaciones técnicas como herramienta para los agricultores en el manejo de la fertilización.

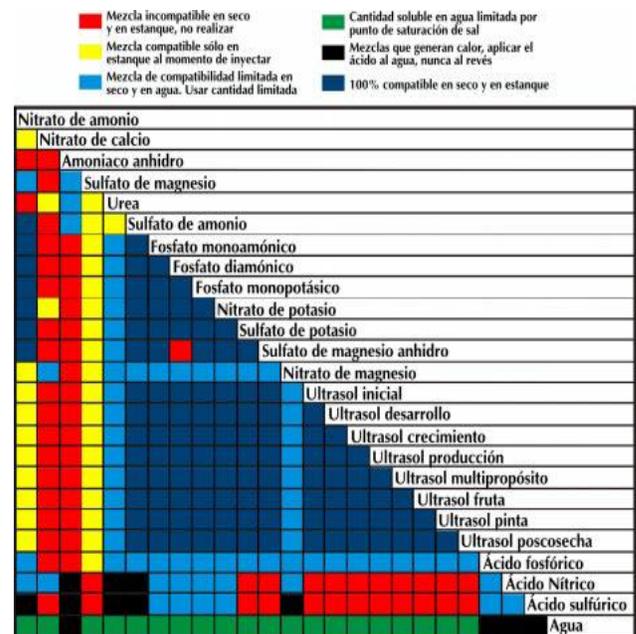


Figura 2. Tabla de compatibilidad de fertilizantes.
Fuente: INA URURI, informativo 16 pdf.

A modo ejemplo, para el tomate que requiere grandes cantidades de nutrientes si se desea obtener altos rendimientos en invernaderos o cultivos bajo malla antiáfido, el nitrato de calcio no puede ser mezclado con ningún fertilizante sulfatado o fosfatado porque se forma un precipitado de sulfato o fosfato de calcio. Algo similar ocurre si se mezcla sulfato de magnesio con fosfato de amonio.

En resumen, los fertilizantes con calcio deben ser disueltos en un estanque, mientras que los fertilizantes que contengan fósforo y sulfatos deberían diluirse en otro estanque. Y cuando al agua de riego sea alcalina y/o “dura”, es recomendable elegir fertilizantes fosforados ácidos como el ácido fosfórico o fosfato monoamónico.

- **Parámetros básicos**

El período que transcurre desde que se realizan las mezclas de fertilizantes (disolución madre concentrada) en el cabezal de riego hasta que las plantas toman los nutrientes del suelo, conlleva una serie de procesos que deben ser controlados y registrados, siendo el pH y la conductividad eléctrica los primordiales.

El **pH** es una escala que mide la concentración de iones hidrógeno y tiene una influencia indirecta en el desarrollo de las plantas ya que determina la disponibilidad de elementos nutritivos (Fig 3). Esta escala se tiene un rango de 1 a 14, donde 1 es extremadamente ácido y 14 extremadamente básico, siendo el rango entre 8 y 8,5 el rango frecuentemente registrado en nuestra Región. Al respecto, el pH en las soluciones de fertirrigación, tanto en cultivo en suelo como en hidroponía, debe ser tal que permita la disolución total de los nutrientes sin dañar las raíces, evitando de este modo la formación de precipitados.

Siguiendo con el ejemplo del tomate, el pH debiera ser en un rango de 6,0 a 6,9. Esto se logra incorporando ácido a la mezcla ya sea Nítrico, Fosfórico u otro dependiendo del

estado fenológico del cultivo. Si el pH es mayor a lo requerido, se induce una reducción de los rendimientos debido a que disminuye la asimilación de los nutrientes.

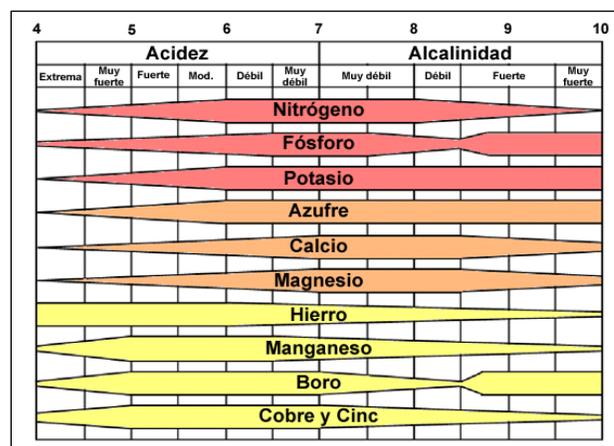


Figura 3. Disponibilidad de nutrientes según pH.

La conductividad eléctrica por su parte, es una medida que permite estimar en forma casi cuantitativa la cantidad de sales que contiene el suelo o el agua según sea el caso, y se llama CE ya que se mide a través de la resistencia que ofrece al paso de la corriente, esta resistencia va a depender de la cantidad y tipo de sales contenidas en los mismos. Una CE alta indica acumulación o exceso de sales. Rangos recomendados para el tomate varían de 2 a 4 mS cm⁻¹. El que se puede manejar con lavados de suelo de forma frecuente.

Referencias bibliográficas

- Hernández, et al. 2011. Cultivo del Tomate en Hidroponía e Invernadero. Chapingo, México. 49-62. 125 pp.
- Sierra, C. 2003 “Fertilización de cultivos y frutales en la zona norte”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Chile), Centro regional de investigación Intihuasi (La Serena). Boletín INIA N°97, 72P.
- FAO, 2002. Los fertilizantes y su uso, 86p.

