



# Análisis de la Solución Nutritiva: Gotero y Drenaje en los Invernaderos

Vázquez-Gómez, V. M.yJ.Z. Castellanos

## Introducción

La horticultura protegida se define como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, para optimizar su productividad y calidad. En México, esta industria crece a un ritmo considerable y produce bajo condiciones de: 1) suelo, 2) hidroponía a solución perdida, y 3) hidroponía en un sistema cerrado o de Recirculación.

## ¿Por qué se usa la Recirculación?

La escasez del recurso agua, el constante incremento en los costos de los fertilizantes y la necesidad de protección del ambiente, han propiciado el establecimiento de los sistemas de recirculación. Estos sistemas permiten ahorros alrededor del 30% en agua y fertilizantes. Sin embargo, es requisito indispensable que el sistema se maneje de manera adecuada, aunado a una esterilización efectiva de la solución nutritiva, a fin de minimizar el riesgo de dispersión de enfermedades.

El uso de la Recirculación es aplicable a todas las tecnologías de invernadero, es decir, cualquier unidad productiva que maneje la hidroponía tiene el potencial para realizar la Recirculación. Por lo que no es solo una “buena práctica de producción”, sino una medida necesaria en términos de eficiencia y sustentabilidad para nuestra horticultura protegida.

Hay que tener en consideración, que la Recirculación se puede realizar únicamente con sustratos ‘limpios’, es decir, que no contengan elementos tóxicos o acumulables (Ej. Na). Generalmente se utiliza la Lana de Roca o la Fibra de Coco (este último bajo previo lavado o después de varias semanas de riego el cual limpia el sustrato).

## ¿Porque realizar periódicamente el análisis de la Solución Nutritiva en muestras de Gotero y Drenaje?

La concentración de nutrientes en los sistemas de recirculación es sumamente dinámica y debe de ajustarse con frecuencia. Un Técnico experimentado conoce la forma de mantener las concentraciones ideales de los iones mediante un correcto manejo nutricional. Dicha tecnología obliga a analizar periódicamente la concentración de macro y micronutrientes, tanto en gotero como en drenaje, durante toda la temporada con una periodicidad consistente.

## ¿Con que frecuencia hay que analizar las Muestras?

Es recomendable analizar muestras de solución nutritiva (SN) y drenaje (D) cada dos semanas, y en caso de situaciones particulares tales como cambios bruscos en el cultivo, errores en los cálculos o en las mezclas, el análisis se debe realizar de manera inmediata. Esto permite ejecutar un programa nutricional óptimo y eficiente.

## ¿Cuál debe de ser la concentración de elementos en la solución nutritiva y el drenaje?

En los cuadros 1 y 2 se presentan las concentraciones comunes de los macro y micronutrientes en la *Solución Nutritiva* y el *Drenaje* para el cultivo de *Tomate*. Es importante recalcar que estos valores solo son indicativos y están sujetos a cambiarse en función del cultivo e incluso de la variedad, del clima, de la condición y etapa de la planta, así como de la propia visión del Técnico y/o Asesor.

**Cuadro 1.** Concentraciones comunes de los iones en la solución nutritiva (entrada) y el drenaje (salida), expresadas en milimoles/, en sistemas de recirculación en cultivo de Tomate.

| Etapa de desarrollo | Nitratos (NO <sub>3</sub> ) |        | Fosfatos (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) |           | Potasio (K) |       | Calcio (Ca) |        | Magnesio (Mg) |           | Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) |       | Cloruro (Cl) <sup>a</sup> |        |
|---------------------|-----------------------------|--------|--|-----------|-------------|-------|-------------|--------|---------------|-----------|-----------------------------|-------|---------------------------|--------|
|                     | SN                          | D      | SN   | D         | SN          | D     | SN          | D      | SN            | D         | SN                          | D     | SN                        | D      |
| <b>Inicio</b>       | 6 – 7                       | 2 – 4  | 1.5 – 2                                    | 0.7 – 1.5 | 8 – 12**    | 4 – 7 | 5 – 8       | 8 – 10 | 2.5 – 3.5     | 3.5 – 4.5 | 3 – 6                       | 4 – 7 | 4 – 7                     | 7 – 10 |
| <b>Producción</b>   | 11 – 16                     | 9 – 13 | 1.5 – 2                                    | 0.7 – 1.5 | 8 – 12**    | 4 – 7 | 4 – 9       | 6 – 10 | 2.75 – 3.5    | 3.5 – 4.5 | 3 – 6                       | 3 – 7 | 3 – 5                     | 5 – 8  |

SN=Solución nutritiva D=Drenaje

\*\* 12, Uvas y Cherries

**Cuadro 2.** Concentraciones comunes de los micronutrientes en la solución nutritiva (entrada) y el drenaje (salida), expresadas en µmoles/L y en ppm en sistemas de recirculación de la solución nutritiva en cultivo de tomates.

| Unidades          | Hierro (Fe) |           | Manganeso (Mn) |           | Zinc (Zn) |           | Cobre (Cu) |            | Boro (B)  |            | Molibdeno (Mo) |             |
|-------------------|-------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|----------------|-------------|
|                   | SN          | D         | SN             | D         | SN        | D         | SN         | D          | SN        | D          | SN             | D           |
| <b>µmoles/L</b>   | 35 – 50     | 20 – 35   | 15 – 25        | 10 – 20   | 7 – 12    | 5 – 10    | 1.0 – 1.5  | 1.0 – 1.5  | 70 – 100  | 100 – 130  | 0.5 – 1.0      | 0.3 – 0.7   |
| <b>mg/L (ppm)</b> | 2.0 – 2.8   | 1.1 – 2.0 | 0.8 – 1.4      | 0.5 – 1.1 | 0.4 – 0.8 | 0.3 – 0.6 | 0.06 – 0.1 | 0.06 – 0.1 | 0.7 – 1.1 | 1.1 – 1.4* | 0.05 – 0.1     | 0.03 – 0.07 |

SN=Solución Nutritiva

D=Drenaje

## ¿Cómo llevar a cabo el muestreo?

Es importante que el contenedor de donde se toman las muestras no contenga algas ni ninguna posible contaminación, ya sea de agua o nutrientes. Las bolsas de cultivo elegidas, deben de ser representativas del sector, tener su número completo de cabezas y el número de goteros correcto. Es decir, se debe de tener el escenario más representativo de lo que la planta está recibiendo (*Gotero y Drenaje*). La metodología para tomar las muestras: la integral de un día completo, es decir, antes de que se dé el primer riego del día: tomar la muestra de la solución (*Gotero y del Drenaje*) que pertenece al día anterior. También se pueden tomar submuestras diarias de 50 ml durante una semana conforme al procedimiento anterior. Las submuestras que se vayan colectando deben conservarse en refrigeración hasta completar la mezcla de la semana, la cual será enviada al laboratorio.

## ¿Es necesario analizar la solución nutritiva en invernaderos de tecnología intermedia?

Todo cultivo, bajo cualquier nivel de tecnología ya sea en alta, media, o baja, tanto en suelo como en sustrato, requiere el monitoreo de los niveles nutrimentales de la Solución Nutritiva. Asimismo, es importante conocer los valores de elementos indeseables como el Na.

Hay múltiples motivos por los que los niveles nutrimentales pueden variar, tales como fallos en el sistema de inyección, medición (sensores), cambios en las concentraciones de los fertilizantes comerciales, errores de cálculo en la formulación, equivocaciones al momento del mezclado de los fertilizantes, entre otras. El Análisis Nutrimental frecuente y consistente del *Gotero* y el *Drenaje* nos permite reducir riesgos, afinar los programas nutrimentales y manejar eficientemente estos sistemas de producción.



**Figura 1.** Cultivo de lechuga en un sistema de recirculación de solución

## ¿Qué determinaciones incluye el análisis?

Conductividad eléctrica (CE), pH, Ca, K, Mg, Na, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, Fe, Mn, Zn, Cu y B. Los macronutrientes se expresan en mmoles/L (se lee: milimoles) y los micronutrientes se expresan en µmoles/L (se lee: micromoles). El análisis completo de la solución permite un diagnóstico correcto, donde se pueden

