

Soluciones nutritivas para hortalizas con y sin suelo

Autor: Adolfo Donoso Meneses, INIA La Platina

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO INIA REMEHUE N° 314 - AÑO 2024

El cultivo de hortalizas en sistemas sin suelo se ha incrementado en el mundo en las últimas décadas. Entre los sistemas de uso más extensivo de hortalizas de fruto están el cultivo enarenado y el cultivo en bolsas o macetas con sustratos como fibra de coco, lana de roca u otros de tipo orgánicos,

mientras que para hortalizas de hoja se utilizan los sistemas de mesa flotante y NFT. Estos sistemas se basan en la utilización de una solución nutritiva como único aporte de nutrientes, existiendo actualmente también programas de fertirrigación que complementan a la fertilización tradicional. En

Tabla 1. Recomendación referencial de una solución nutritiva para hortalizas de hoja, pimentón y tomate bajo cultivo sin suelo.

Berro, lechuga, baby leaf.	Estado fenológico		Tomate sin suelo	Estado fenológico			
	Propagación	Producción		Trasplante	Floración	Toma de color	Cosecha
	Dosis de fertilización (kg/1000 m ³)			Dosis de fertilización (kg/1000 m ³)			
N total	125	125-150	N total	80-90	120-150	180-200	120-150
Nitrato (NO ₃ ⁻)	87-108	87-129	Nitrato (NO ₃ ⁻)	64-72	96-120	144-160	96-120
Amonio (NH ₄ ⁺)	17-38	17-45	Amonio (NH ₄ ⁺)	16-18	24-30	36-40	24-30
P₂O₅	16-40	16-40	P₂O₅	69-92	69-92	69-92	69-92
K₂O	130-210	130-210	K₂O	145-169	217-265	277-301	217-265
Ca	40-140	40-140	Ca	180-220	230-250	180-220	180-220
M	14-47	14-47	M	40-50	40-50	40-50	40-50
Brásicas, espínaca, acelga.	Estado fenológico		Pimentón sin suelo	Estado fenológico			
	Propagación	Producción		Trasplante	Cuaje frutos	Toma de color	Cosecha
	Dosis de fertilización (kg/1000 m ³)			Dosis de fertilización (kg/1000 m ³)			
N total	125	175-200	N total	50-60	80-100	100-120	130-150
Nitrato (NO ₃ ⁻)	62	88-100	Nitrato (NO ₃ ⁻)	42-50	67-83	83-100	108-125
Amonio (NH ₄ ⁺)	62	88-100	Amonio (NH ₄ ⁺)	8-1	13-17	17-20	22-25
P₂O₅	16-40	16-40	P₂O₅	115-138	183-229	229-274	298-344
K₂O	130-210	130-210	K₂O	90-96	121-145	169-193	217-241
Ca	40-140	40-140	Ca	-	-	-	-
M	14-47	14-47	M	-	-	-	-

ambos casos el objetivo es generar una solución con los nutrientes requeridos por la planta para cada estado fenológico, permitiendo un manejo oportuno de los nutrientes en la zona radicular.

La preparación de una solución nutritiva debe en consecuencia ser acorde a la especie y estado fenológico, considerar los nutrientes que aporta el agua a utilizar y mantener niveles óptimos de electro-conductividad (CE) y pH. Estos pasos son tratados en detalle a continuación:

1. Definir la solución nutritiva óptima para la especie y estado fenológico

Existen múltiples soluciones nutritivas, debiendo siempre considerar las que hayan sido utilizadas en las condiciones agroclimáticas similares, al ser dependiente de la tasa de crecimiento de las plantas y del manejo del riego. En la **Tabla 1** se presenta una recomendación dada hortalizas de hoja y solanáceas sin suelo, debiendo considerarse agregar una formulación con micronutrientes en caso de que el agua de riego sea insuficiente. En el caso de la fuente de nitrógeno en especies sensibles a amonio como tomate y pimentón, se recomienda no superar el 15 a 20 % del nitrógeno entregado en esta forma.

2. Analizar el agua a utilizar y estimar la dosis de nutrientes a agregar

Formular una solución nutritiva implica modificar las propiedades del agua de riego para alcanzar la mejor calidad de esta para las plantas por medio de la modificación del pH y la adición de nutrientes. En la **Tabla 2** se ilustra los nutrientes necesarios a agregar para el caso del agua de riego del canal Lauca en el km 15 del valle de Azapa, Arica. Los análisis de agua normalmente entregan los valores en mg/L, en el

caso que estén en ppm para el caso del agua el factor de conversión es igual a 1. De igual forma el factor de conversión entre los valores de concentración de nutrientes en la **Tabla 2** (mg/L) y los nutrientes en la **Tabla 1** (kg/1000 m³) es igual a 1, para facilitar la estimación de los nutrientes a agregar.

Problemas de calidad en aguas alcalinas y calcáreas

Las aguas calcáreas, comúnmente conocidas como aguas duras, son aquellas cuyos contenidos de Calcio y Magnesio exceden una concentración combinada de Calcio y Magnesio mayor a 50 mg/L (Boman y Obreza 2002), lo tolerado para el uso al cual se destinará esa agua. Generalmente las aguas duras también son aguas alcalinas por su alto contenido de carbonatos, mayor a 90 mg/L, asociándose a obturaciones en los sistemas de riego, a la acumulación de carbonatos en el suelo y a una mayor dificultad para acidificar las aguas de riego.

En estas aguas, la fertilización por fósforo presenta mayores desafíos debido a la complejidad en la utilización de este elemento, ya que los emisores tienen a obstruirse debido a la baja solubilidad del fósforo en el agua. Además, en presencia de calcio y magnesio, se forman fosfatos insolubles que contribuyen a la obstrucción de los emisores de riego. En estos casos la utilización de ácido fosfórico en conjunto a ácido sulfúrico o urea-ácido sulfúrico, permite la fertirrigación con fósforo siempre que se mantenga un pH menor a 5,5 en el agua de riego final. Sin embargo, la inyección de fósforo por el agua de riego no es factible en aguas calcáreas donde la concentración combinada de Calcio y Magnesio es mayor a 50 mg/L, y en aguas alcalinas, donde los niveles de bicarbonato sean mayores a 150 mg/L (Boman y Obreza 2002).

Tabla 2. Nutrientes por agregar para una solución nutritiva de tomate sin suelo en toma de color.

Nutriente	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Solución objetivo (mg/L)	144	36	69	230	180	40
Nutrientes según análisis de agua (mg/L)	0	0	0	8,5	65,2	16,1
Nutrientes por agregar (mg/L)	144	36	69	221,5	114,8	23,9



Figura 1. Lechugas en suelo fertilizadas únicamente mediante fertirriego.

En el caso hortalizas en suelo, se debe complementar con un **análisis de suelo** para estimar el aporte del suelo y restarlo de la demanda de nutrientes estimada del cultivo.

3. Escoger los fertilizantes a utilizar

En el caso de las soluciones nutritivas se debe priorizar los fertilizantes solubles, que aseguran la calidad para su uso disuelto y de baja salinidad. Por ejemplo, en el caso del potasio, se debe evitar usar muriato (KCl) y preferir como fuente de potasio el sulfato de potasio o nitrato de potasio. En cambio, en los fosfatos que en general son de baja solubilidad en agua, es recomendado usar ácido fosfórico como fuente de Fosfato.

En el caso de la **Tabla 2**, para un metro cúbico de solución nutritiva se deberían agregar 143 g de nitrato de potasio, 606 g de nitrato de calcio, 265 g de nitrato de magnesio, 78 g de Urea, 404 g de sulfato de potasio y 84 ml de ácido fosfórico. En

este caso para evitar riesgos de precipitación se recomienda utilizar al menos dos estanques de mezcla, uno con los nitratos y urea, y otro con el sulfato de potasio y ácido fosfórico. Se debe lavar profundamente los equipos en donde se hayan diluido los fertilizantes de Calcio y Magnesio, previo a incorporar fertilizantes con sulfatos y fósforo. Al hacer los preparados se debe recordar que el volumen de riego es el volumen final de la solución, así si se regará con 10 m³ este será el volumen de solución nutritiva a preparar, independientemente que los fertilizantes sean diluidos en un menor volumen de agua que se inyectará en conjunto al riego.

4. Medir el tiempo de inyección

Cada sistema de riego posee equipos de mayor o menor precisión, siendo importante medir que el tiempo de inyección de los fertilizantes sea acorde al tiempo de riego. Conociendo el tiempo de inyección se podrá manejar de mejor forma



Figura 2. Lechugas sin suelo cultivadas en solución nutritiva

los volúmenes de agua necesarios para diluir los fertilizantes en cada situación.

5. Constatar los niveles de electroconductividad y pH

Una vez realizada la solución nutritiva se debe medir el pH y salinidad de esta a la salida de los emisores, para constatar que la formulación posee condiciones óptimas para su utilización y que no se han cometido errores en su preparación. Un pH menor a 5 puede dañar las raíces en el caso de plantas ya establecidas, de igual manera salinidades muy altas no son aconsejables para un manejo óptimo de las plantas.

Referencias

- Boman B., Obreza T. 2002. Fertigation nutrient sources and application considerations for Citrus. Circular 1410, Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences.
- Mattson N.S., Peters C. 2014. A recipe for hydroponic success. Insidegrower p.16-19.
- Silber A., Bar-Tal A. 2008. Nutrition of substrate-grown plants. In: Soilless culture. Theory and practice. Eds. Michael Raviv and J. H. Leith. p. 291-340.



Agradecimientos:

Este informativo fue confeccionado y publicado con el financiamiento de CORFO Región de Los Lagos, "PROGRAMA DE DIFUSIÓN TECNOLÓGICA PARA LA DISMINUCIÓN DE BRECHAS DE INOCUIDAD EN LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DE LA PROVINCIA DE CHILOE", Código 22PDT - 226714.