



Sistema hidropónico

¿Qué es la solución nutritiva?

Las soluciones nutritivas son una mezcla de agua y fertilizantes, las cuales llega directamente al cultivo mediante el sistema de riego. Los principales nutrientes que se aportan a dichas soluciones son los llamados macronutrientes: nitrógeno (NO_3^-), fósforo (H_2PO_4^-), azufre (SO_4^{2-}), y los demás en forma iónica; potasio (K^+), calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}). Asimismo, los nutrientes requeridos en cantidades pequeñas y llamados micronutrientes son: boro (B) y molibdeno (Mo), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn).

Tipos de soluciones nutritivas

Las soluciones nutritivas son específicas para cada especie y etapa de desarrollo, así como de las condiciones climáticas al momento de aplicarla al cultivo (Sanz *et al.*, 2003). Cada cultivo establecido en hidroponía requiere de una solución nutritiva específica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Soluciones hidropónicas para el cultivo de Jitomate y Pepino.

Nutriente	Schwarz (1975), Douglas (1976), FAO (1990) y Resh (1992)	Gómez y Sánchez (2003)	Zamudio y Félix, 2014
	Jitomate	Jitomate	Pepino
mg/L			
Nitrógeno (N)	150-300	250	168
Fósforo (P)	40-60	60	62
Potasio (K)	200-400	300	274
Calcio (Ca)	150-300	300	160
Magnesio (Mg)	30-60	50	49
Azufre (S)	100-400	200	192
Hierro (Fe)	0.5-3.0	3	-
Manganeso (Mn)	0.5-1.0	0.5	-
Boro (B)	0.5-1.0	0.5	-
Cobre (Cu)	0.05-0.10	0.05	-
Cinc (Zn)	0.05-0.10	0.05	-
Molibdeno (Mo)	0.001-0.10	0.01	-



Relaciones entre iones

De acuerdo con Graves (1983) y Steiner (1984), las principales características que influyen en el desarrollo de los cultivos son: la relación entre los aniones (Cuadro 2), la relación entre los cationes (Cuadro 3), la concentración de nutrimentos (representada por la Conductividad Eléctrica), el pH, la relación NO_3^- : NH_4^+ y la temperatura.

Cuadro 2. Relación mutua entre aniones en porcentaje
(Adaptado de: Steiner, 1961; Asher y Edwards, 1983; Jensen y Collins, 1985; Resh, 1991).

Solución	NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^{2-}
Knop (1865)	79	10	11
Robbins (1946)	74	5	21
Hoagland y Arnon (1950)	74	5	21
Steiner (1961)	60	5	35
Resh (1981)	44	8	48
Graves (1983)	50	6	44

Cuadro 3. Relación mutua entre cationes en porcentaje
(Adaptado de: Steiner, 1961; Asher y Edwards, 1983; Jensen y Collins, 1985; Resh, 1991).

Solución	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+
Knop (1865)	23	66	11	-
Robbins (1946)	26	53	21	-
Hoagland y Arnon (1950)	32	42	21	5
Steiner (1961)	35	45	20	-
Resh (1981)	40	40	12	8
Graves (1983)	40	44	16	-

El concepto de relación mutua entre iones fue establecido por Steiner (1961) y se basa en que la

solución nutritiva debe estar balanceada en sus cationes y aniones. El balance consiste no sólo en la cantidad absoluta de cada uno de ellos, sino, además, en la relación cuantitativa que se establece entre los cationes por una parte y los aniones por la otra. Steiner (1968) señaló que una inadecuada relación entre los iones puede disminuir el rendimiento.

Referencias

- Asher, C. J. y D. G. Edwards. 1983. Modern solution culture techniques. pp. 94-119. In: A. Pirson y M.H. Zimmermann (ed.). Encyclopedia of Plant Physiology Vol. 15-A. SpringerVerlag, Berlin.
- Douglas, J. S. 1976. Advanced Guide to Hydroponics. Drake Publishers. New York.
- FAO. 1990. Soilless culture for horticultural crop production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.
- Gómez H., T. y F. Sánchez D. C. 2003. Soluciones nutritivas diluidas para la producción de jitomate a un racimo. Terra Latinoamericana 21(1):57-63.
- Graves, C. J. 1983. The nutrient film technique. Hort. Rev. 5: 1-44.
- Jensen, M.H. y W.L. Collins. 1985. Hydroponic vegetable production. Hort. Rev. 483-559.
- Resh, H. M. 1991. Hydroponic food production. 4th edition. Woodbridge Press Publishing Company. Santa Barbara, Ca, USA.
- Resh, H. M. 1992. Cultivos hidropónicos. 3a ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Sanz D. G., J., A. Uribarri, S. Sádaba, G. Aguado y J. del Castillo. 2003. Hidroponia en Navarra. Navarra Agraria. ITGA. 37-48 pp.
- Schwarz, M. 1975. Guide to Commercial Hydroponics. Israel Universities Press. Jerusalem, Israel.
- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil 15: 134-154.
- Steiner, A. A. 1968. Soilless culture. pp. 324-341. In: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy.
- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. In: Proceedings 6th International Congress on Soilless Culture. Wageningen, The Netherlands.
- Zamudio G., B. y A. Felix R. 2014. Producción de pepino bajo invernadero en Valles Altos del Estado de México. Folleto Técnico Grupo Produce Estado de México. SAGARPA-INIFAP. 56 p.