







Problemas de manejo de solución nutritiva y dosel en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivado hidropónicamente

González-Pérez, Josué, S.¹; Becerril-Román, Alberto, E.^{1*}
Arévalo-Galarza, Ma. de Lourdes¹; López-Jiménez, Alfredo¹
San Martín-Hernández, César¹; Velasco-Cruz, Ciro¹

¹ Colegio de Postgraduados, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56264.

* Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

Problema

En el cultivo hidropónico de arándano se presentan deficiencias nutricionales, necrosis foliar, y trastornos en el crecimiento y desarrollo de la planta, asociados a problemas en el manejo del pH, conductividad eléctrica, radiación y poda. La literatura reporta que el cultivo de arándano en suelo o sustrato debe mantenerse con un pH entre 4.0-5.5, y una conductividad eléctrica (CE) $\leq 1 \text{ dS m}^{-1}$. Además, el dosel de la planta debe mantenerse bajo sombreado constante (20-50%), y realizarse podas en ramas primarias completas o segmentos de estas. Sin embargo, poner en práctica la aplicación de estas técnicas bajo un sistema de cultivo hidropónico, afecta significativamente la condición biológica de la planta; es decir, establecer condiciones experimentales similares a las reportadas en publicaciones científicas concernientes a pH, CE, sombreado, y podas en arándano, no es garantía de éxito en el cultivo.

Solución planteada

Se estableció el cultivo hidropónico de arándano cv Biloxi bajo cubierta plástica, y manejo de humedad del sustrato a capacidad de contenedor permanente de tres meses de edad en estado biológico similar y sin trastornos nutricionales visibles. El sustrato se lavó con agua de riego acidulada a pH de 5.0, y CE=0.53 dS m^{-1} (Cuadro 1).

Cada planta se trasplantó a una bolsa de plástico (calibre 700) de 18 L. El sustrato fue una mezcla de tezontle ($\leq 12 \text{ mm}$), polvo con fibra de coco, turba y perlita (proporción 33:27:27:13 v/v) (Cuadro 2).

Manejo del pH

El rango de pH fue de 4.0-5.5 en el medio adyacente a la raíz, que es el óptimo para el arándano. Durante seis meses se mantuvo la solución nutritiva a (Steiner al 35%) pH=4.8, por medio de la acidulación del agua de riego con ácido sulfúrico. Bajo estas condiciones,

Cómo citar: González-Pérez, J. S., Becerril-Román, A. E., Arévalo-Galarza, Ma. de L., López-Jiménez, A., San Martín-Hernández, C., & Velasco-Cruz, C. (2023). Problemas de manejo de solución nutritiva y dosel en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivado hidropónicamente. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.222>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 17-23.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Cuadro 1. Características químicas del agua de riego del experimento.

pH	Característica		Aniones			Cationes				
	CE	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	RAS
	dS m ⁻¹	meq L ⁻¹								
6.86	0.53	-----	3.2	0.6	0.76	1.4	2.3	0.8	0.11	0.58

la absorción de Mg por las plantas fue perjudicada, ya que este nutriente es mayormente disponible en un pH de 5.5-6.5. A los cuatro meses las plantas tenían tres o cuatro ramas de aproximadamente 40 cm de altura y aparecieron síntomas visuales de deficiencia de Mg, los cuales, se agravaron (Figura 1). Por lo anterior, a partir del sexto mes la solución nutritiva tuvo pH entre 5.3-5.5 a fin de propiciar mayor absorción de Mg. En tres meses la deficiencia de Mg fue totalmente corregida. En México, se tiene documentado el cultivo de arándano sin deficiencias nutricionales en suelos con pH entre 6.0 y 7.2.

Manejo de la conductividad eléctrica

Se sabe que, en el medio adyacente a la raíz y la solución nutritiva, debe haber una CE ≤ 1.0 dS m⁻¹. Desde el trasplante, la solución nutritiva tuvo una CE máxima de 1.23 dS m⁻¹ (0.53 dS m⁻¹ del agua de riego + 0.7 dS m⁻¹ de la solución Steiner al 35%). Sin embargo, el 3 de octubre aparecieron síntomas de deficiencia de N, P, y K, y 26 días después se tornaron graves (Figura 2). Entonces, se consideró que el valor de CE aceptado como perjudicial para el arándano (CE ≥ 1 dS m⁻¹), deja poco margen de manejo de la solución nutritiva en casos donde el agua de riego tenga CE de 0 a 1 dS m⁻¹. De hecho, no siempre se reporta el valor de CE del agua utilizada en la preparación de solución nutritiva. En este aspecto, aunque el agua de riego tenga CE=0, y la CE de la solución nutritiva sea 1 dS m⁻¹ por los fertilizantes, no se cubre el requerimiento nutricional del arándano.

Después de realizar una revisión bibliográfica y conversaciones con especialistas y un productor de arándano de Guanajuato, se suministró solución Steiner al 48.5% (CE total=1.5 dS m⁻¹) durante el quinto mes, y al 59.4% (CE total=1.645 dS m⁻¹) durante el sexto mes. El cambio de la concentración de la solución nutritiva del 35% al 59.4%, indujo la desaparición de los síntomas de deficiencia de N, P, K y Mg, al mes once del ciclo (Figura 3).



Figura 1. Apariencia visual de las hojas de arándano cv. Biloxi con muestra evidente de deficiencia de Mg.

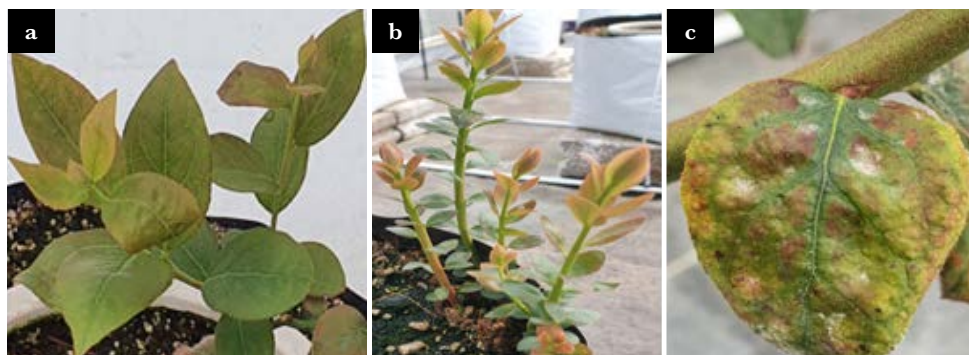


Figura 2. Deficiencias de N (a), P (b), y K (c), en el cultivo hidropónico de arándano.

El aumento de la concentración de la solución nutritiva, aunado a la suspensión de lavados de sales del sustrato al undécimo mes, provocó que el sustrato alcanzara una CE media de 5.07 dS m^{-1} . Aunque el tejido foliar se vio afectado (Figura 4), las plantas reanudaron su desarrollo después de un lavado de sustrato realizado en el doceavo mes del ciclo, lo cual redujo la CE a 0.67 dS m^{-1} . Para el treceavo mes las plantas estaban completamente recuperadas (Figura 5). El arándano parece no ser sensible a la salinidad en la medida que se afirma, de hecho en huertas comerciales la CE del medio adyacente a la raíz llega a ser hasta de 3 dS m^{-1} .

Manejo de la radiación

El arándano es una especie de sotobosque, no obstante, investigaciones de arándano cultivado en clima templado de altura no reportan manejo de sombreado. Por lo anterior, se pensó que las plantas crecerían bien sin sombreado; sin embargo, desde el trasplante hubo quemaduras en hojas de 1 a 3 semanas de edad. Entonces se adaptó un manejo de sombreado con base en el requerimiento de sombra del arándano (20-50%), clima, época del año, estado del tiempo, porcentajes de sombreado de la cubierta plástica del experimento (20%), umbráculo (30%), malla antiáfidos (19%) y uso de un rastreador de clima (WatchDog 305, Spectrum Tech. Inc[®]).



Figura 3. Plantas de arándano cv. Biloxi recuperadas de las deficiencias de N, P, K, y Mg.



Figura 4. Necrosis foliar causada por una CE media igual a 5.07 dS m^{-1} en el sustrato.

Bajo la cubierta plástica, durante primavera, específicamente abril y mayo la temperatura (T) máxima del aire fue de $39 \text{ }^\circ\text{C}$. El verano fue lluvioso, con cielo despejado la T máxima del aire fue $36 \text{ }^\circ\text{C}$ (perjudicial para el arándano) pero con nubosidad y lluvia, la T osciló entre 12 y $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y el sombreado fue de 25 a 35% (20% de la cubierta plástica más 5 - 15% de la nubosidad y lluvia). Durante el verano, el uso de umbráculo (30% sombra) evitó el ascenso de la temperatura del aire a 35 - $36 \text{ }^\circ\text{C}$ durante cielo despejado y generó que en momentos nublados o lluviosos el sombreado fuera de 55 - 65% (20% cubierta plástica, 5 - 15% nubosidad y lluvia, 30% umbráculo), esto provocó la detención del crecimiento de arándano, mientras que, en otoño e invierno el plástico del invernadero solo mantiene la T del aire entre 4 y $22 \text{ }^\circ\text{C}$, la cual es adecuada para el arándano.

Así, durante abril y mayo se instaló el umbráculo (30% sombra) (Figura 6). Con esto se alcanzó un 50% de sombreado. Además, la T° del aire al interior del invernadero disminuyó entre 10 y $12 \text{ }^\circ\text{C}$, por lo que se mantuvo entre 27 y $29 \text{ }^\circ\text{C}$. De junio a agosto se fijó una malla antiáfidos (19% sombra) para alcanzar 39% de sombreado y oscilación de T° del aire entre 16 y $23 \text{ }^\circ\text{C}$ en momentos de cielo despejado, 44 - 54% sombreado y T° del aire de 12



Figura 5. Crecimiento (a), floración (b), y fructificación (c) de arándano, después de un lavado de sustrato que redujo la CE de 5.07 a 0.67 dS m^{-1} .



Figura 6. Manejo de la radiación a través del uso de umbráculo con 30% sombra.

a 22 °C en momentos nublados y lluviosos. De septiembre a marzo no se usó umbráculo, el sombreado fue 20% y la T° osciló entre 6.5 y 22 °C.

Podas

Existe escaso conocimiento referente a podas de arándano cultivado hidropónicamente en sistema siempre verde. Existen la poda de ramas primarias completas que fructificaron, y la poda de segmentos de rama (cuya longitud es el 20% de la longitud total de la misma) después de la aplicación de reguladores del crecimiento. Sin embargo, el primer tipo de poda implica pérdida casi total de la estructura del dosel, hojas fotosintéticamente activas y reservas foliares y caulinares. Del segundo tipo no se reporta el estatus nutricional del cultivo, ni la condición biológica general al momento de la aplicación de reguladores del crecimiento.

La realización del primer tipo de poda provocó detención de la acumulación de biomasa. No existió un incremento acumulado del dosel y rendimiento, como sí ocurre con podas realizadas en arándano cultivado en suelo en E.U.A. El segundo tipo de poda (omitiendo el uso de biorreguladores) provocó detención indefinida del crecimiento primario, y la reanudación de este varió entre 1 y 6 semanas en diferentes ramas. En consecuencia, hubo diferentes fases fenológicas en cada rama de una misma planta y entre plantas, y la calendarización de actividades no pudo ser planeada de acuerdo con fases fenológicas a nivel población. Además, emergieron flujos vegetativos de 5 cm inferiores al punto de poda (Figura 7), y el dosel tuvo un número de ramas de último orden tal, que carecían de vigor. Por lo anterior, se dio el mismo manejo agronómico a las plantas y se realizaron podas progresivas de ramas raquílicas en fechas específicas. Estas podas estimularon la emisión de ramas primarias, lo que uniformizó fases fenológicas.

Por lo anterior es recomendable que antes de iniciar el cultivo de arándano, se consideren las condiciones del medio (agua y luz) que pudieran afectar el cultivo. Asimismo, el cultivar y sus requerimientos de radiación y podas, todo con el fin de establecer el manejo de cultivo más preciso y tener preparadas modificaciones eventuales del manejo técnico (Figura 8).



Figura 7. Ramas generadas por la poda de un segmento de rama primaria.



Figura 8. Plantas de arándano cv. Biloxi en pleno desarrollo. A: hojas sanas. B: crecimiento vegetativo. C: fructificación y D: floración.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Tipo de innovación	Descripción	Transferido	Actividad sustantiva	Impacto sector	Indicador general	Indicador específico	Subindicador
Proceso	Recomendaciones técnicas para el cultivo hidropónico de arándano. Esto con el objetivo de promover un prolífico crecimiento y desarrollo del cultivo, a través un manejo adecuado de agua, fertilizantes, y dosel.	Productores de arándano	Vinculación	Sector primario	Ciencia y tecnología Económico Educación	Recursos Humanos Capacitación	Número de productores beneficiados

