

Dinámica del desarrollo de plantas de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en distintos sustratos

Developmental dynamics of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) on different substrates

Jaime Alcalá Gómez^{a*}, Martha Reyes Hernández^a, Gabriela Alcalá Gómez^a, Pedro Antonio García Guajardo^a, Diego José Lucatero Chávez^a

^a Universidad Autónoma de Guadalajara, Departamento de Biotecnológicas y Ambientales, Laboratorio de Zoología, Avenida Patria 1201 Colonia Lomas del Valle, Zapopan, Jalisco, México

* autor por correspondencia

RESUMEN

El arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) conocido como blueberry o mora azul, es un fruto que crece en un arbusto perene de la familia Ericaceae. Tiene una distribución amplia a nivel mundial. Su fruto se caracteriza por su sabor y propiedades nutritivas. En los últimos años se ha incrementado la demanda de este fruto y la producción de este. En México los principales estados productores son Jalisco, Michoacán y Sinaloa. A pesar de que México se encuentra entre los principales productores de arándanos, aun se tienen problemas asociados con el uso de sustratos para las plantas. El objetivo del presente trabajo fue analizar la dinámica de las plantas de arándano en diversos sustratos. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar en el que se incluyeron cuatro tratamientos con cinco repeticiones. Los sustratos incluidos en el experimento fueron piedra pómez triturada, perlita, peat moss, turba, vermiculita, tezontle, excretas de bovino y suelo agrícola. Se analizaron las variables, número de brotes, cantidad y calidad de frutos. Los resultados muestran que existe diferencia significativa entre los tratamientos y variables analizadas, de los que sobresale el tratamiento uno (T1), el cual incluye turba, tezontle y vermiculita. Las características que muestra el T1 favorece la absorción de nutrientes, retención de humedad y respiración de raíz.

Palabras clave: Brotes, Calidad, Frutos, Sustratos.

ABSTRACT

The blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.), also known as blueberry, is a fruit that grows on a perennial shrub of the Ericaceae family. It has a wide distribution worldwide. Its fruit is characterized by its flavor and nutritional properties. In recent years, the demand and production of this fruit has increased. In Mexico, the main producing states are Jalisco, Michoacán, and Sinaloa. Although Mexico is among the leading producers of blueberries, there are still problems associated with the use of substrates for the plants. The objective of the present work was to analyze the dynamics of blueberry plants in different substrates. A completely randomized experimental design was applied in which four treatments with five replications were included. The substrates included in the experiment were crushed pumice, perlite, peat moss, peat, vermiculite, tezontle, bovine excreta and agricultural soil. The variables number of shoots, quantity and quality of fruits were analyzed. The results show that there is a significant difference between the treatments and variables analyzed, of

El presente estudio se desarrolló en el Centro de Investigación Agropecuaria y del Medio Ambiente de Tlajomulco de Zúñiga (CIAMAT) de la Universidad Autónoma de Guadalajara. El municipio de Tlajomulco se localiza en la porción media de la región centro del estado de Jalisco a 1575 metros sobre el nivel del mar. Presenta un clima semiseco, con una temperatura media de 19.7 °C y 821.9 milímetros de lluvia media anual (Gobierno del Estado de Jalisco, 2023)

2.2 Diseño del experimento

Se aplicó un diseño completamente al azar, en el que se incluyeron cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno. Las mezclas de sustratos se prepararon de acuerdo con la siguiente descripción: el tratamiento uno (T1) constó de una mezcla homogénea con 50 % de turba (7.5L), 25 % de tezontle (3.75L) y 25 % de vermiculita (3.75L). El tratamiento dos (T2) 46 % (7L) de piedra pómez triturada también denominada Jal, 20 % (3L) de excremento de bovino y 34 (5L) % de perlita. El tratamiento tres (T3) incluyó: tezontle 20 % (3L), vermiculita 20 % (3L), perlita 20 % (3L), turba 26 % (4L) y excremento de bovino 14 % (2L), cada sustrato con 15L de contenido.

2.3 Características del invernadero y plantas

El invernadero usado en el estudio cuenta con una estructura de acero inoxidable, cubierta con membrana de plástico calibre 180. Cuenta con 16 metros de ancho, 20 de largo y 4.5 metros de altura. Fueron seleccionadas plantas de arándano variedad Biloxi de un año. Las plantas se recibieron en bolsas de plástico negro de 20 x 20 centímetros, las cuales contenían tierra agrícola como sustrato (Figura 1).



Figura 1. Trabajo en invernadero, preparación de suelo y colocación de macetas con plantas de arándano variedad Biloxi de un año.

2.4 Trasplante, poda y registro de datos

Se realizó el trasplante en bolsas de plástico de 20L de capacidad, color negro de 40x45. En cada bolsa se agregó un volumen de 15 litros del sustrato que le correspondía. Al finalizar el trasplante, las bolsas con las plantas se colocaron al interior del invernadero. A cada planta se le dio un espacio de un metro cuadrado, para facilitar el manejo de las ramas en cada planta modificado (Álvarez-Robledo et al., 2020). 15 días posteriores a la llegada de las plantas, se realizó un cambio de bolsa, a una de mayor volumen en donde estuvieron toda su etapa productiva. Posterior al cambio de bolsa, se realizó una poda de rejuvenecimiento para el desarrollo de brotes y ramas nuevas. Concluida la poda, para evitar el crecimiento y desarrollo de hongos (Agrios, 2004), se aplicó 50g del fungicida

polvo humectante de marca Mancozeb disuelto en 200ml de pintura vinílica y 100 ml de agua, en las partes donde se realizaron los cortes.

Se realizó un seguimiento posterior a la poda de las plantas, en el que se cuantificó el número de brotes en cada planta. Al pasar la etapa de floración, se realizó el registro de datos donde se contó y pesó el total de frutos en cada planta. Como parte de la evaluación de calidad, se determinó la cantidad de azúcares de los frutos (°Brix) con un refractómetro.

2.5 Análisis de la información

Como variables de respuesta se consideró, el número de brotes posterior a la poda, total de frutos, peso de los frutos y concentración de azúcar en frutos (°Brix). En función de los distintos sustratos aplicados en tres tratamientos y un control. Con los datos obtenidos se realizaron análisis estadísticos mediante modelos lineales generalizados (GLM) y pruebas post-hoc Tukey, con el paquete estadísticos Jamovi versión 2.3.28.

3. Resultados y discusión

3.1 Número de brotes

El análisis estadístico mostró diferencias significativas en el número de brotes entre los distintos sustratos aplicados (GLM: $\chi^2 = 14.4$, $df = 3$, $P = 0.002$). Las pruebas post-hoc de Tukey confirmaron que los tratamientos difieren significativamente del control. El tratamiento 1 (turba 50 %, tezontle 25 %, vermiculita 25 %) fue el más efectivo, con un promedio de 5.67 brotes, superando tanto al control como a los tratamientos 2 y 3, que obtuvieron 2.10, 3.88 y 2 brotes, respectivamente (Figura 2). Estos resultados contrastan con los reportados por Zárate et al., (2019), quienes no encontraron diferencias significativas en un estudio similar. No obstante, la inclusión de corteza de pino en todos los tratamientos en el estudio de Zárate podría haber contribuido a la uniformidad en el número de brotes. En este sentido, Ochmian et al., (2009) sugiere que las variaciones en los sustratos pueden influir en la disponibilidad de nutrientes para la planta, lo cual se ve afectado por el tamaño de las partículas del sustrato. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio podrían estar asociados con las características de las mezclas de sustratos y su influencia en la cantidad de brotes tras la poda.

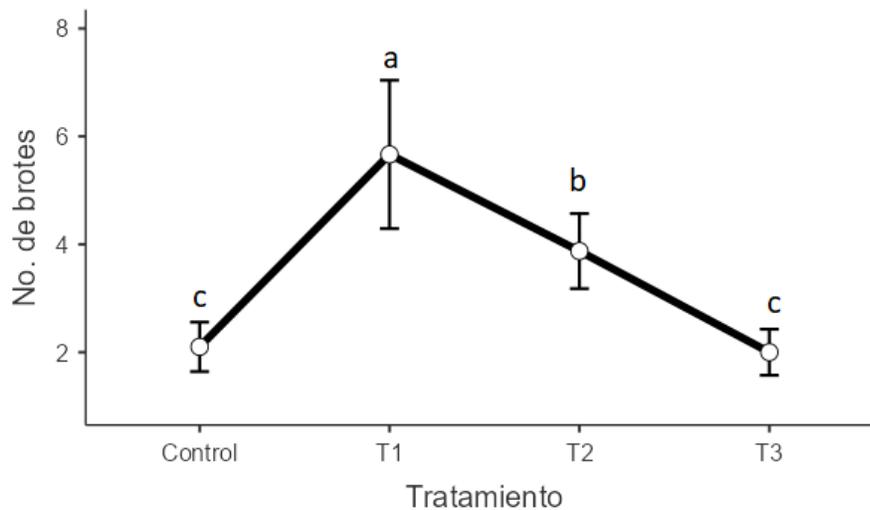


Figura 2. Número de brotes después de la poda de rejuvenecimiento.

3.2 Cantidad y calidad de los frutos

El análisis estadístico mostró diferencias significativas en la producción de frutos en función del sustrato utilizado (GLM: $\chi^2 = 57.0$, $df = 3$, $P < 0.001$). Las pruebas post-hoc de Tukey revelaron que el tratamiento T1 (turba 50 %, tezontle 25 %, vermiculita 25 %) produjo una mayor cantidad de frutos en comparación con el control y los tratamientos 2 y 3 (Figura 3). Este aumento en la producción de frutos en el tratamiento T1 se puede atribuir al alto contenido de turba en la mezcla, dado que, como mencionan Robledo et al., (2020), la turba posee características que permiten retener niveles adecuados de humedad, lo cual beneficia el desarrollo de las plantas. La combinación de turba y vermiculita también parece favorecer tanto la cantidad como la calidad de los frutos. Estudios previos, como el de Zárate et al., (2019), también han encontrado diferencias significativas en la producción al incluir corteza de pino, turba y vermiculita. De manera consistente, las propiedades físicas y químicas de los sustratos influyen en la productividad de las plantas, como lo señala Kingston et al., (2020). Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos en este estudio, donde se observa un incremento en la producción de frutos en los tratamientos con sustratos modificados en comparación con el control.

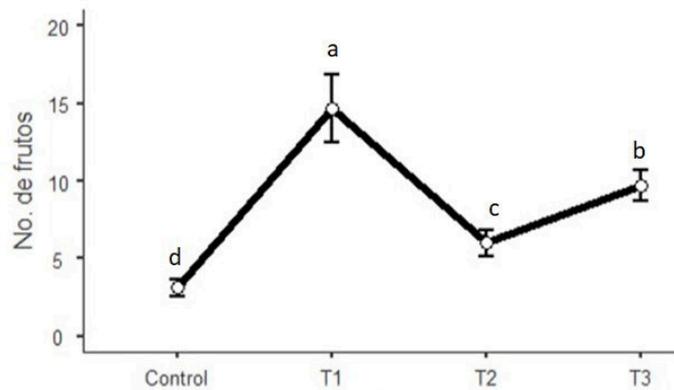


Figura 3. Número de frutos después de la poda de rejuvenecimiento.

El análisis estadístico mostró diferencias significativas en el peso promedio de los frutos entre los diferentes sustratos aplicados (GLM $\chi^2 = 563$, $df = 3$, $P < 0.001$). Las pruebas post-hoc de Tukey revelaron valores similares entre los tratamientos T1 y T3, con promedios de 0.776 y 0.762 gramos, respectivamente (Figura 4). Este desarrollo de frutos puede estar relacionado con las propiedades físicas y químicas de los sustratos, así como con el contenido de materia orgánica, como lo mencionan Xie et al. (2009). No obstante, en este estudio, el control mostró un peso promedio más elevado en comparación con los tratamientos, lo que sugiere que otros factores, como la composición del sustrato o la disponibilidad de nutrientes, podrían haber influido en este resultado.

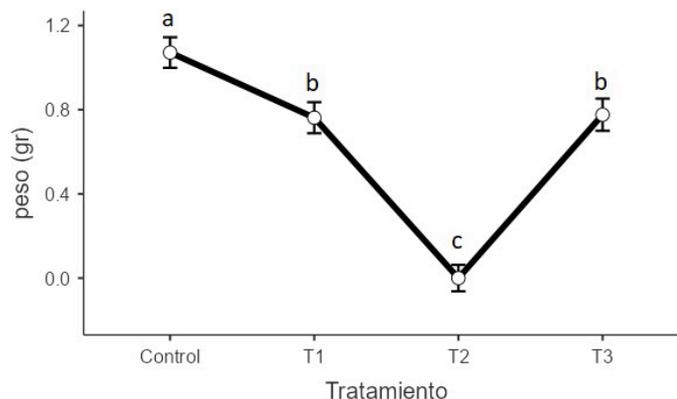


Figura 4. Peso de los frutos en gramos después de la poda de rejuvenecimiento.

El contenido de azúcares (°Brix) es un parámetro clave para la comercialización de frutos tanto en mercados nacionales como internacionales, junto con el peso y tamaño. En este estudio, se observaron diferencias estadísticamente significativas en esta variable entre los distintos tratamientos (GLM: $\chi^2 = 173$, $df = 3$, $P < 0.001$). Las pruebas post-hoc de Tukey mostraron que el tratamiento T1 alcanzó un promedio de 10 °Brix, superando ligeramente al control, que tuvo un promedio de 9.73 °Brix. Los frutos de las plantas en el tratamiento T1 presentaron un mayor contenido de azúcares en comparación con los tratamientos 2 y 3 (Figura 5). Los diferentes sustratos utilizados, así como su capacidad para retener humedad y nutrientes, podrían haber favorecido tanto el tamaño de los frutos como su concentración de azúcares, como lo mencionan estudios previos (Fang et al., 2022; Smerk et al., 2021). Esto sugiere que la elección de sustrato juega un papel crucial en la calidad del fruto en términos de su valor comercial.

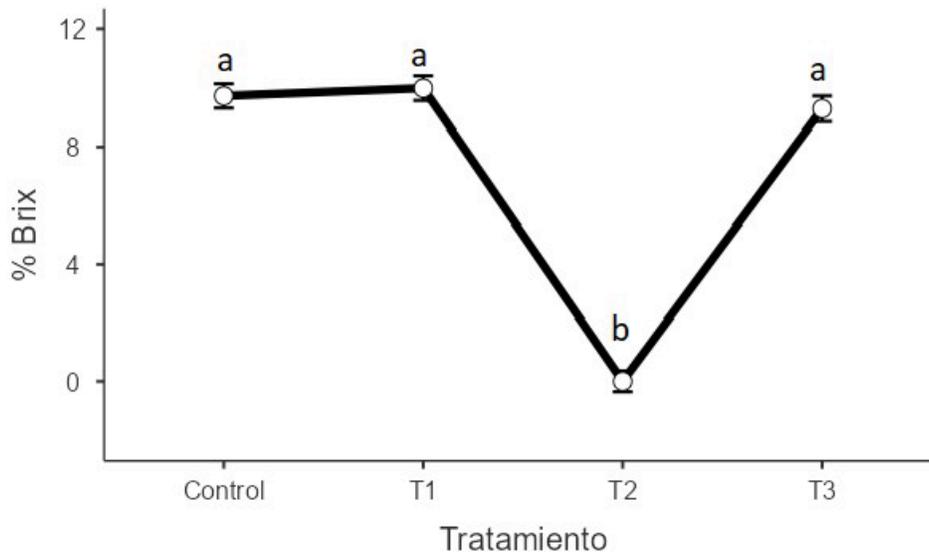


Figura 5. Cantidad de azúcares en °Brix obtenidos de frutos posterior a la poda de rejuvenecimiento.

4. Conclusiones

El tratamiento T1 (compuesto por 50 % turba, 25 % tezontle y 25 % vermiculita) demostró ser el sustrato más adecuado para el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi), al proporcionar condiciones óptimas para el crecimiento y la producción de frutos. Esta mezcla, con sus porcentajes balanceados, mejoró la aireación y la capacidad de intercambio catiónico, lo que favoreció tanto la absorción de minerales y nutrientes como la respiración de las raíces. Como resultado, se observó una mayor cantidad de brotes, así como una mayor calidad y cantidad de frutos. Las propiedades físicas y químicas del sustrato T1 parecen haber creado un ambiente favorable para el desarrollo general de las plantas, optimizando los procesos fisiológicos que sustentan su crecimiento y productividad.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial al personal operativo del rancho CIAMAT de la Universidad Autónoma de Guadalajara por el apoyo otorgado en actividades asociadas a este proyecto.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Contribución de autores

Conceptualización: Jaime Alcalá Gómez y Martha Reyes Hernández; Metodología y desarrollo de del proyecto: Jaime Alcalá Gómez, Martha Reyes Hernández, Pedro Antonio García Guajardo, Diego José Lucatero; Escritura, revisión y edición del manuscrito: Jaime Alcalá Gómez, Martha Reyes Hernández, Gabriela Alcalá Gómez

Referencias

- Álvarez-Robledo, Y. A., Oliva Cruz, M., Collazos Silva, R., Vilca Valqui, N. C., & Huaman, E. H. (2020). Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) Cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. *Bioagro*, 32(3).
- Agrios G. 2004. *Plant Pathology*. 5 ed. Elsevier Academic Press. New York, USA. 922.
- Albert, T., Karp, K., Starast, M., & Paal, T. (2010). The effect of mulching and pruning on the vegetative growth and yield of the half-high blueberry. *Agronomy Research*, 8(1), 759-769.
- Bañados, P., Donnay, D., & Uribe, P. (2007). Poda en verde en arándanos. *Revista Agronomía y Forestal Pontificia Universidad Católica de Chile*, 31(1), 17-19.
- Cruz, O. A. P. (2018). Análisis de la cadena productiva del arándano en México y Chile. *PORTES, Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 12(23), 31-62.
- Fang, Y., Nunez, G., Fisher, P., & Munoz, P. R. (2022). Effect of container size, substrate composition, and genotype on growth and fruit quality of young southern highbush blueberry in a container-based intensive production system. *Scientia Horticulturae*, 302, 111149. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111149>
- Fang, Y., Nunez, G. H., Silva, M. N. D., Phillips, D. A., & Munoz, P. R. (2020). A review for Southern Highbush Blueberry alternative production systems. *Agronomy*, 10(10), 1531. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101531>
- Gruda, N. S. (2019). Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *Agronomy*, 9(6), 298. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060298>
- Kingston, P. H., Scagel, C. F., Bryla, D. R., & Strik, B. C. (2020). Influence of perlite in peat-and coir-based media on vegetative growth and mineral nutrition of highbush blueberry. *HortScience*, 55(5), 658-663. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14640-19>
- Narrea, M., Coca, E. H. H., Jiménez, J. O. D., & Copacandori, J. A. V. (2022). Management of *Chloridea virescens* (Noctuidae) in blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) to promote sustainable cultivation in Peru: A Review. *Peruvian Journal of Agronomy*, 6(1), 78-89. <https://doi.org/10.21704/pja.v6i1.1893>
- Ochmian, I., Grajkowski, J., Mikiciuk, G., Ostrowska, K., & Chelpinski, P. (2009). Mineral composition of high blueberry leaves and fruits depending on substrate type used for cultivation. *Journal of Elementology*, 14(3), 509-516.
- Ortiz-Delvasto, N., Garcia-Ibañez, P., Olmos-Ruiz, R., Bárzana, G., & Carvajal, M. (2023). Substrate composition affects growth and physiological parameters of blueberry. *Scientia Horticulturae*, 308, 111528. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111528>
- Robledo, Y. A. Á., Cruz, M. O., Silva, R. C., Valqui, N. C. V., & Huaman, E. H. (2020). Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. *Bioagro*, 32(3), 187-194.
- San Martín, J. (2009). Manejo de poda en arándanos (N° 40). Instituto de investigaciones agropecuarias. informativo INIA RAIHUEN. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4325>
- Savvas, D., & Gruda, N. (2018). Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry—A review. *Eur. J. Hortic. Sci*, 83(5), 280-293. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2018/83.5.2>

- SIAP (2022). Panorama Agroalimentario 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP-SAGARPA. Ciudad de México. 215p
- Smrke, T., Veberic, R., Hudina, M., Stamic, D., & Jakopic, J. (2021). Comparison of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) under ridge and pot production. *Agriculture*, 11(10), 929. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100929>
- Strik, B. C., Davis, A. J., Bryla, D. R., & Orr, S. T. (2020). Individual and combined use of sawdust and weed mat mulch in a new planting of northern highbush blueberry I. Impacts on plant growth and soil and canopy temperature. *HortScience*, 55(8), 1280-1287. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15122-20>
- Gobierno del Estado de Jalisco. (s. f.). (2023). <https://www.jalisco.gob.mx/tlajomulco-de-zuniga>
- Xie, Z. S., Wu, X. C., & Hummer, K. (2009). Studies on substrates for blueberry cultivation. *Acta Horticulturae*, 810, 513-520. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.810.68>
- Yang, H., Duan, Y., Wei, Z., Wu, Y., Zhang, C., Wu, W., & Li, W. (2022). Integrated Physiological and Metabolomic Analyses Reveal the Differences in the Fruit Quality of the Blueberry Cultivated in Three Soilless Substrates. *Foods*, 11(24), 3965. <https://doi.org/10.3390/foods11243965>
- Zárate, N. B., López, J. P., & Domínguez, V. M. (2019). Evaluación de sustratos ecocompatibles en el cultivo de arándano (*vaccinium corymbosum* l.) en asunción nochixtlán, Oaxaca/Evaluation of ecocompatible substrates in the cultivation of blueberry (*vaccinium corymbosum* l.) in asunción nochixtlán, Oaxaca. *Universidad & ciencia*, 8, 135-146.