

DESEMPEÑO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) CULTIVADAS EN DIFERENTES SUSTRATOS Y PISOS ALTITUDINALES

Yeltsin A. Álvarez Robledo¹, Manuel Oliva Cruz¹, Roicer Collazos Silva¹,
Nuri C. Vilca Valqui¹ y Eyner Huaman Huaman¹

RESUMEN

En la actualidad, el arándano representa uno de los frutales con mayor proyección; sin embargo, su producción depende de la capacidad de adaptarse a distintos manejos y áreas de cultivo y manejo. El propósito de este estudio fue evaluar el desempeño agronómico de cuatro variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) usando tres sustratos en tres pisos altitudinales. Los experimentos se realizaron bajo un diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial de los tratamientos (variedad x sustrato), en ensayos independientes en tres localidades ubicadas en un rango de altitud entre 2000 y 3000 msnm. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y prueba de Tukey. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los niveles de ambos factores, pero sin efectos de interacción entre ellos. La variedad Biloxi mostró mayor altura de planta, ramificación y rendimiento en las distintas áreas de establecimiento. Por su lado, la capacidad de ramificación fue significativamente mayor en las plantas establecidas en el sustrato compuesto de turba de pino+turba de bosque+suelo franco-arenoso. Los resultados brindan información acerca de la adaptabilidad y producción de las variedades evaluadas.

Palabras clave adicionales: Altitud, frutales, porosidad del sustrato, ramificación del tallo, turba, zonas geográficas

ABSTRACT

Agronomic behavior of four blueberry varieties grown on different substrates and altitudinal zonations

Currently, blueberry represents one of the fruits with the greatest projection; however, its production depends on its ability to adapt to management practices and cultivation areas. The purpose of this study was to evaluate the agronomic behavior of four varieties of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) grown on three substrates and three altitudinal zonations. The experiment was carried out under a completely randomized block design with factorial arrangement of treatments (variety x substrate). The study was independently established in three locations with altitudes ranging between 2000 and 3000 meters above sea level. The obtained data was subjected to Anova and Tukey test. The results showed significant differences among levels of the two factors, but without interactions between them. Biloxi variety showed greater height, branching and yield in the different establishment areas. On the other hand, the branching capacity was significantly higher in plants established on a substrate composed of pine peat+forest peat+sandy-loam soil. The findings provide information about adaptability and production of the evaluated varieties.

Additional keywords: Altitude, fruits, geographic zones, peat, stem branching, substrate porosity

INTRODUCCIÓN

El arándano es un fruto oriundo de las zonas frías del hemisferio norte, que pertenece al grupo de arbustos del género *Vaccinium*. En los últimos años, su consumo ha presentado un acelerado crecimiento, debido a las bondades que brinda para la salud. Esto se atribuye a su alto contenido de antocianinas, flavonoles, antioxidantes y a sus bajos niveles en calorías (Zorenc et al., 2016;

Salgado et al., 2018), así también, por su contenido de compuestos bioactivos que previenen el riesgo de enfermedades degenerativas y cardiovasculares (Kalt et al., 2020).

A nivel mundial, el mercado del arándano es controlado por Estados Unidos, que junto con Canadá poseen el 88 % de la producción global (Baldomero et al., 2017). En Perú, la producción para el año 2018 alcanzó casi 90 mil toneladas,

Recibido: Noviembre 25, 2019

Aceptado: Junio 15, 2020

¹ Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Chachapoyas, Perú. e-mail: yelrobledo@gmail.com; soliva@indes-ces.edu.pe (autor de correspondencia); rcollazos@indes-ces.edu.pe; nuricarito.02@gmail.com; eyner.huaman@untrm.edu.pe

cifra 71.6 % superior respecto al año anterior (AGAP, 2019). Por esta razón representa uno de los frutales con mayor proyección y de gran valor económico a nivel nacional.

Sin embargo, la producción de arándano ha sido limitada por factores climáticos y por su especial requerimiento de suelo (Bădescu et al., 2009), debido a que su mejor desarrollo se da en suelos bien drenados, de textura franco-arenosa, ácidos y con alto contenido de materia orgánica (Muñoz et al., 2017).

Debido a los requisitos específicos de suelo, encontrar áreas disponibles y sobre todo apropiadas para el cultivo del arándano es un factor limitante en diversas partes del mundo (Voogt et al., 2014; Ochmian et al., 2019). Frente a esta problemática surgió la posibilidad de cultivar arándanos empleando contenedores con diferentes sustratos (Ochmian et al., 2019). La producción en contenedores puede permitir un mejor control del crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (Voogt et al., 2014), además de manejar mayor densidad de plantas por unidad de superficie, y en consecuencia, obtener mejores beneficios en términos de producción. Para acceder a este tipo de tecnologías se debe considerar la disponibilidad de los sustratos en la región y su influencia sobre el desarrollo de la variedad que se elija cultivar.

Esta investigación tuvo por finalidad evaluar el desempeño agronómico de cuatro variedades comerciales de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), bajo diferentes sustratos establecidos en tres localidades de la región Amazonas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se establecieron en la provincia de

Chachapoyas, departamento Amazonas, en el norte de Perú, en los distritos de la Jalca (anexo Ubilón), ubicado a 6°30' S y 77°50' W, a 2060 msnm con temperatura media de 15,8°C; Molinopampa, ubicado a 6°12' S y 77°40' W, a 2426 msnm con temperatura media de 14,6°C; y Olleros, ubicado a 6°3' S y 77°38' W, a 3060 msnm con una temperatura media de 12,6°C.

Material vegetal, sustrato y área experimental

Los ensayos se realizaron con plántones de las variedades Biloxi, Bluecrop, Star y Legacy de 6 meses de edad. La siembra se realizó en bolsas de polietileno de 60 x 60 cm, utilizando las siguientes tres combinaciones de sustratos: S1 (turba de pino+turba de bosque+suelo franco-arenoso, en proporción 3:3:1), S2 (pajilla de arroz+turba de bosque+suelo franco-arenoso, en proporción 3:3:1) y S3 (turba de bosque+arena de río+suelo franco-arenoso, en proporción 3,5:1,5:1), cuyas características físico-químicas se describen en el Cuadro 1.

Se empleó una densidad de siembra de 6666 plantas por hectárea, a una distancia entre hileras de 1,5 m y entre plantas 1,0 m. El área de cada parcela experimental fue de 160 m², conformado por 48 plantas evaluadas. Se fertilizó con 8 g de urea, 4 g de fosfato diamónico y 4 g de cloruro de potasio, fraccionados en dos aplicaciones. El riego fue aplicado a través de un sistema de goteo. De forma periódica se realizó el monitoreo y control de plagas y enfermedades.

Variables evaluadas

A los seis meses desde siembra, en todas las plantas, se determinó la altura, el número de tallos basales por planta y el número de ramas por tallo. El rendimiento total se evaluó durante los 6 meses posteriores.

Cuadro 1. Características físico-químicas de los sustratos empleados para el cultivo de cuatro variedades de arándano en diferentes pisos altitudinales

Sustrato	pH	CE (1:1)	P	K	C	MO	N	D _{Ap}	D _R	Porosidad
	(1:1)	(dS·m ⁻¹)	(mg·kg ⁻¹)	(mg·kg ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	(g·cm ⁻³)	(g·cm ⁻³)	(%)
S1	4,44	0,24	17,07	419,39	4,28	7,38	0,37	0,16	0,55	70,9
S2	3,99	0,34	18,60	451,74	3,80	6,55	0,33	0,17	0,63	73,0
S3	4,48	0,23	13,12	142,66	4,08	7,03	0,35	0,43	0,95	54,7

CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; D_{Ap}: densidad aparente; D_R: densidad real

Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza

Diseño experimental y análisis estadístico

El estudio se realizó bajo diseño en bloques completamente al azar con arreglo bifactorial (sustrato x variedad), con 12 tratamientos y 4 cuatro repeticiones. Los experimentos fueron establecidos independientemente en tres localidades (Ubilón, Molinopampa y Olleros), determinadas como heterogéneas en cuanto a sus altitudes y condiciones climáticas. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples por Tukey empleando el programa estadístico InfoStat versión 2017.

RESULTADOS**Altura de la planta**

Se detectaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) para la altura de planta entre las variedades evaluadas (Cuadro 2A). En Ubilón y Olleros, el mayor promedio de altura de planta se obtuvo en la variedad Biloxi, el cual fue significativamente superior a la media alcanzada por las variedades restantes. Por su parte, en Molinopampa si bien se evidenciaron ciertas variaciones numéricas éstas no arrojaron diferencias estadísticas entre variedades. En general, se observó una tendencia en las plantas a alcanzar menor altura a medida que se avanzó de Ubilón (2060 msnm) a Molinopampa (2426 msnm) y hasta Olleros (3060 msnm). Se destaca

que los sustratos evaluados y la interacción sustrato x variedad no mostraron efecto significativo sobre la altura de planta; razón que justifica considerar a los sustratos como un factor que no presenta influencia importante sobre esta variable en las variedades en estudio (Cuadro 2B).

Número de tallos por planta

En las tres localidades, la variedad y la interacción sustrato x variedad no mostraron diferencias significativas, es decir, todas las variedades tuvieron similar respuesta para el número de tallos (Cuadro 3A). No obstante, se encontró un efecto significativo ($P \leq 0,05$) del sustrato sobre el número de tallos por planta (Cuadro 3B). La diferencia estadística sólo fue observada en la localidad de Ubilón, donde el mayor número de tallos (6,25) se obtuvo en plantas que se establecieron en el sustrato S1, superando significativamente a los promedios de los sustratos S2 y S3. Para Molinopampa el rango se encontró ente 4,50 y 4,94 tallos, mientras que en Olleros el rango varió de 2,75 y 3,50 tallos por planta. Al igual que para la altura de la planta, estos valores muestran una tendencia a producir menor número de tallos a medida que se avanzó de la localidad de menor altitud (Ubilón), a la altitud media (Molinopampa) y hasta la de mayor altitud (Olleros).

Cuadro 2. Altura de planta de variedades comerciales de arándano (A), evaluadas en diferentes sustratos (B), y tres localidades

A	Variedad	Altura de planta (cm)		
		Ubilón	Molinopampa	Olleros
	Biloxi	62,75 a	47,17 a	47,50 a
	Bluecrop	46,17 b	46,08 a	41,58 b
	Star	46,08 b	42,00 a	37,75 b
	Legacy	45,92 b	43,92 a	37,92 b

B	Sustrato	Altura de planta (cm)		
		Ubilón	Molinopampa	Olleros
	S1	52,75 a	43,44 a	40,56 a
	S2	51,00 a	43,88 a	40,94 a
	S3	46,94 a	47,06 a	42,06 a

Promedios con ninguna letra común son significativamente diferentes (prueba de Tukey, $P \leq 0,05$)

Cuadro 3. Número de tallos por planta de variedades comerciales de arándano (A), evaluadas en diferentes sustratos (B), y tres localidades

A	Variedad	Número de tallos por planta		
		Ubilón	Molinopampa	Olleros
	Biloxi	4,83 a	4,83 a	2,83 a
	Bluecrop	4,58 a	4,00 a	3,25 a
	Star	6,17 a	4,17 a	3,50 a
	Legacy	4,50 a	4,25 a	2,92 a

B	Sustrato	Número de tallos por planta		
		Ubilón	Molinopampa	Olleros
	S1	6,25 a	4,50 a	3,13 a
	S2	4,63 ab	4,94 a	3,50 a
	S3	4,19 b	4,50 a	2,75 a

Promedios con ninguna letra común son significativamente diferentes (prueba de Tukey, $P \leq 0,05$)

Número de ramas por tallo

Para el número de ramas por tallo, el análisis de la varianza mostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre variedades en las plantas establecidas en Ubilón, y altamente significativas ($P \leq 0,01$) para el registro obtenido en Molinopampa (Cuadro 4A). En estas localidades

se determinó que el promedio de ramas por tallo de la variedad Biloxi fue significativamente superior a las demás variedades; dicha tendencia también fue observada en Olleros, pero la alta variabilidad de las lecturas no permitió detectar diferencias estadísticas entre variedades.

Cuadro 4. Número de ramas por tallo de variedades comerciales de arándano (A), evaluadas en diferentes sustratos (B), y tres localidades

A	Variedad	Número de ramas por tallo		
		Ubilón	Molinopampa	Olleros
	Biloxi	16,75 a	14,17 a	16,67 a
	Bluecrop	6,42 b	7,58 b	12,50 a
	Star	7,92 b	9,67 ab	12,08 a
	Legacy	12,17 ab	7,33 b	11,25 a

B	Sustrato	Número de ramas por tallo		
		Ubilón	Molinopampa	Olleros
	S1	15,69 a	11,56 a	15,18 a
	S2	10,69 ab	10,13 a	10,69 a
	S3	6,06 b	7,38 a	13,50 a

Promedios con ninguna letra común son significativamente diferentes (prueba de Tukey, $P \leq 0,05$)

Por su parte, los sustratos, influyeron significativamente ($P \leq 0,01$) sobre los valores que la variable registró en Ubilón (Cuadro 4B), donde el mayor número de ramas por tallo se obtuvo en plantas que se establecieron en el sustrato S1 (15,69), el cual superó significativamente a los promedios de los sustratos S2 (10,69) y S3 (6,06). En las localidades de Molinopampa (entre 7,38 y 11,56) y Olleros (entre 10,69 y 15,18) el promedio de ramas por tallo no mostró diferencias estadísticas. Tampoco hubo efectos significativos con relación a la interacción sustrato x variedad.

Rendimiento

La variedad Biloxi alcanzó el mayor rendimiento y resultó superior a las otras variedades ($P \leq 0,05$) en las localidades de Ubilón y Molinopampa (Cuadro 5A). En la localidad de Olleros hubo un retraso en la floración y, en consecuencia, no se registró la presencia de frutos durante la evaluación. Por su parte, se destaca que ni el sustrato ni la interacción sustrato x variedad tuvieron influencia significativa sobre el rendimiento (Cuadro 5B).

Cuadro 5. Rendimiento de variedades comerciales de arándano (A), evaluadas en diferentes sustratos (B), y tres localidades

A	Variedad	Rendimiento (g/planta)	
		Ubilón	Molinopampa
	Biloxi	220 a	250 a
	Bluecrop	110 b	120 b
	Star	90 b	60 bc
	Legacy	70 b	30 c

B	Sustrato	Rendimiento (g/planta)	
		Ubilón	Molinopampa
	S1	170 a	140 a
	S2	120 a	120 a
	S3	50 a	70 a

Promedios con ninguna letra común son significativamente diferentes (prueba de Tukey, $P \leq 0,05$)

DISCUSIÓN

Variabes morfológicas

Las variables morfológicas como la altura y el número de ramas desarrolladas en los tallos mostraron variación significativa entre las variedades de estudio. Independientemente del piso altitudinal de establecimiento, la variedad Biloxi expresó los mejores niveles de estas variables; lo cual sugiere que la capacidad de crecimiento y desarrollo del cultivo está influenciada por el potencial genético de la planta, que es inherente a cada especie, variedad o genotipo (Neagu et al., 2012; Asănică et al., 2017; Muñoz et al., 2017). Los resultados son similares al reporte realizado en otros estudios, donde Biloxi mostró mejor desarrollo respecto a variedades como Sharpblue y Duke (Caballero,

2015; Huamantigo, 2016).

Un factor importante que limita el crecimiento de la planta es la condición ambiental bajo la cual se desarrolla. Por ejemplo, la temperatura puede modificar el proceso fenológico de las plantas, y dado que es particular en cada localidad y normalmente varía según la altitud, es un factor importante que afecta la adaptación de los cultivares a distintas zonas de establecimiento (Yepes y Silveira, 2011; Medeiros et al., 2018). Y dado que el desarrollo vegetativo es una etapa altamente susceptible a las condiciones climáticas (Retamales, 2014; Asănică et al., 2017) se pueden producir cambios en la elongación de tallos, desarrollo de hojas y formación de ramas. Las diferencias en crecimiento que las plantas expresan con relación a los cambios altitudinales ha sido reportado por Huamantigo (2016) y Lima

(2019). Según Yepes y Silveira (2011) estas diferencias pueden atribuirse a que la variación en el rango de temperaturas óptimas estimula la síntesis de proteínas vinculadas al proceso de aclimatación y pueden activar señales de estrés que influyen en el crecimiento.

La capacidad de ramificación también presentó diferencias de acuerdo al tipo de sustrato. Es así que las plantas desarrollaron mayor número de ramas en el sustrato compuesto por turba de pino+turba de bosque+suelo franco-arenoso (S1). La influencia positiva de este sustrato es probable que se relacione con la alta proporción de turba en su composición; sustratos que son capaces de retener niveles adecuados de agua (Ochmian et al., 2019), además de poseer propiedades físicas que favorecen la distribución del agua, el desarrollo de raíces y la retención de nutrientes (Kingston et al., 2017). Por su parte, la capacidad de ramificación más baja se registró en el sustrato S3 (turba de bosque+arena de río+suelo franco-arenoso), lo cual se atribuye a su bajo nivel de porosidad de 54,7 % (Cuadro 1), lo cual limitaría la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas. Ello ratifica la exigencia especial del arándano de suelos bien drenados señalada por Muñoz et al. (2017). La baja porosidad del sustrato S3 se atribuye a que uno de sus componentes, la arena de río, resultó estar constituida por un sedimento arenoso de grano muy pequeño, que no cumplió con la función de aportar poros grandes al sustrato y lo cual hace que no sea un material apto para su uso en el cultivo de arándano.

Rendimiento

La producción de frutos fue baja, pero la variedad Biloxi mostró un mejor potencial de fructificación. Los bajos promedios de producción pueden ser propios de su estado de desarrollo; debido a que en los primeros años de vida las plantas registran poca formación de inflorescencia por encontrarse en fase de crecimiento y formación (Neagu et al., 2012; Kotrotsios y Hoza, 2017). Esta variabilidad según su ciclo fenológico también fue reportada en cultivares Highbush y Rabbiteye (Gündüz et al., 2015). Por su lado, Kotrotsios y Hoza (2017) indican que el número de inflorescencias también puede ser influenciada por el manejo de podas, las cuales estimulan el desarrollo de un mayor número de ramas productivas.

Algunos estudios indican que la actividad productiva se ve mejorada en plantas cultivadas en contenedores respecto a las establecidas en campo, atribuido a la mayor capacidad de retención de agua y de intercambio iónico, lo cual permite una adecuada disponibilidad de nutrientes (Kingston et al., 2017). Cabe mencionar que durante el experimento, en Olleros, el desarrollo de inflorescencias fue retrasada, por consiguiente, no fue posible comparar los rendimientos. En Perú, la productividad es variable y muestra un promedio de 1,5 kg por planta (Gutarra, 2017); sin embargo, el rendimiento tiende a incrementarse año a año (MINAGRI, 2016).

CONCLUSIONES

El sustrato compuesto por una mezcla de turba de pino+turba de bosque+suelo franco-arenoso favorece significativamente las características morfológicas de la planta, y su adaptabilidad responde a las características biológicas propias de cada variedad. El estudio evidencia que el mejor desarrollo y rendimiento se obtuvo en la variedad Biloxi establecida entre los 2060 y 2426 msnm, correspondientes a las localidades de Ubilón y Molinopampa, respectivamente.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el financiamiento del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) a través del proyecto “Comportamiento Productivo de variedades de arándanos provenientes de la propagación *in vitro* por pisos altitudinales-provincia de Chachapoyas, Región Amazonas” de contrato N° 001-2016-INIA-PNIA/UPMSI/IE, ejecutado por el Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

LITERATURA CITADA

1. AGAP (Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú). 2019. Producción nacional de arándanos creció 71.6% en 2018. <https://agapperu.org/noticias/produccion-nacional-de-arandanos> (consulta de noviembre 1, 2019).
2. Asănică A., E. Delian, V. Tudor y R.I.

- Teodorescu. 2017. Physiological activity of some blueberry varieties in protected and outside conditions. *AgroLife Scientific Journal* 6(1): 31-39.
3. Baldomero N., A. Yescas y V.J. Morales. 2017. Manejo agronomico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en la sierra norte de Oaxaca. *Universidad y Ciencia* 6: 138-155.
 4. Bădescu C., C. Bădescu, E. Delian y A. Bădescu. 2009. Productivity characteristics of 15- to 40-year-old highbush blueberry in Romanian submountaine areas. *Acta Horticulturae* 810: 495-500.
 5. Caballero J.D. 2015. Crecimiento y desarrollo vegetativo de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) Biloxi y Sharpblue en la sabana de Bogota. Tesis de Grado. Universidad Militar Nueva Granada, Bogota. Colombia.
 6. Gündüz, K., S. Serçe y J.F. Hancock. 2015. Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis, Amsterdam* 38: 69-79.
 7. Gutarra, S.I. 2017. Estrategias de comercialización para la exportación de arándanos (*Vaccinium myrtillus*) de la región Lambayeque al mercado de Estados Unidos. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Perú. 176 p.
 8. Huamantigo, J.A. 2016. Evaluación del crecimiento de plantines de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en tres pisos altitudinales a condiciones de vivero en Abancay Apurímac. Tesis. Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac. Perú. 105 p.
 9. Kalt, W., A. Cassidy, L.R. Howard, R. Krikorian, A.J. Stull, F. Tremblay y R. Zamora-Ros. 2020. Recent research on the health benefits of blueberry and their anthocyanins. *Advances in Nutrition* 11(2): 224-236.
 10. Kingston, P.H., C.F. Scagel y D.R. Bryla. 2017. Suitability of sphagnum moss, coir, and douglas fir bark as soilless substrates for container production of highbush blueberry. *HortScience* 52(12): 1692-1699.
 11. Kotrotsios, I. y D. Hoza. 2017. Preliminary research regarding the behavior of some blueberry varieties in the area of Garditsa, Grecia. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 21(1): 47-49.
 12. Lima, A.M. 2019. Crecimiento y desarrollo vegetativo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. Var. Biloxi) en tres pisos altitudinales en la provincia de Loja. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja, Loja. Ecuador. 64 p.
 13. Medeiros, J.G., L.A. Biasi, C.M. Bona y F.L. Cuquel. 2018. Phenology, production and quality of blueberry produced in humid subtropical climate. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40(3): e-520.
 14. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2016. El arándano en el Perú y el mundo. Lima.
 15. Muñoz, P., H. Serri, M.D. Lopéz, M. Faundez y P. Palma. 2017. Efecto de diferentes intensidades de poda sobre el rendimiento y calidad de fruta en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Brigitta. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* 33(3): 285-294.
 16. Neagu, T., D. Hoza y L. Ion. 2012. Research regarding the behavior of some blueberry plant varieties in the conditions from the Bucharest area. *Scientific Papers, Series B, Horticulture* 56: 93-96.
 17. Ochmian, I., R. Malinowski, M. Kubu, K. Malinowska, Z. Sotek y M. Racek. 2019. The feasibility of growing highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) on loamy calcic soil with the use of organic substrates. *Scientia Horticulturae* 257: 108690.
 18. Retamal, J.A. 2014. Influencia de las condiciones microclimáticas bajo túnel alto sobre respuestas fisiológicas y productivas de arándano. Tesis. Universidad de Concepción, Chillán. Chile. 33 p
 19. Salgado, C., P. Sánchez-García, V.H. Volke-Haller, y M.T.B. Colinas. 2018. Respuesta agronomica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmotico. *Agrociencia* 52: 231-239.

20. Voogt, W., P. Van Dijk, F. Douven y R. Van Der Maas. 2014. Development of a soilless growing system for blueberries (*Vaccinium corymbosum*): nutrient demand and solution. *Acta Horticulturae* 1017: 215-221.
21. Yepes, A. y M. Silveira. 2011. Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (Revisión). *Colombia forestal* 14(2): 213-232.
22. Zorenc, Z., R. Veberic, F. Stampar, D. Koron y M. Mikulic-Petkovsek. 2016. Changes in berry quality of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during de harvest season. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 40: 855-864.