



Efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de arándano (*Vaccinium corimbosum* L.)

Effect of indolbutyric acid (AIB) on rooting and adaptability of blueberry nodal segments (*Vaccinium corimbosum* L.)

José Jesús Tejada Alvarado¹, Manuel Oliva^{1*}, Roicer Collazos Silva¹, Nuri Carito Vilca Valqui¹, Eyner Huaman Huaman¹

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de arándano (*Vaccinium corimbosum* L.). Para esto, se utilizaron microtallos de arándano (Bluecrop, Legacy, Star y Biloxi) provenientes de multiplicación in vitro, los cuales fueron sometidos a diferentes dosis de AIB (100, 200, 400, 800 mg/L). El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, donde se evaluó el porcentaje de enraizamiento, longitud de raíz, número de raíces, número de brotes, altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo. Los datos se analizaron mediante la prueba de Kruskal Wallis y análisis de componentes principales. Los resultados mostraron que las dosis de AIB tienen efecto significativo, el rango óptimo es de 100 a 200 mg/L AIB. Por otro lado, se evidencia que la variedad Biloxi presentó mejores parámetros morfológicos. Asimismo, el análisis de componentes principales muestra que la variedad Biloxi tiene mejor respuesta a concentraciones de 100 a 200 mg/L AIB, siendo significativa en comparación con los otros tratamientos.

Palabras clave: ácido indolbutírico, arándano, enraizamiento, segmentos nodales.

ABSTRACT

The goal of this study was to evaluate the effect of indolbutyric acid (AIB) on the rooting and adaptability of blueberry (*Vaccinium corimbosum* L.) nodal segments. For this purpose, blueberry micro-stems (Bluecrop, Legacy, Star and Biloxi) from in vitro multiplication were used, which were subjected to different doses of AIB (100, 200, 400, 800 mg/L). The trial was carried out under a completely randomized design with bifactorial arrangement, where rooting percentage, root length, number of roots, number of shoots, plant height, number of leaves and stem diameter were evaluated. The data was analyzed by the Kruskal Wallis test and principal component analysis. The results showed that the doses of AIB have significant effect, the optimal range is 100 to 200 mg/L AIB. On the other hand, it is evident that the Biloxi variety presented better morphological parameters. Likewise, the analysis of main components shows that the Biloxi variety has better response to concentrations of 100 to 200 mg/L AIB, being significant in comparison with the other treatments..

Keywords: indolbutyric acid, blueberry, rooting, nodal segments.

¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Chachapoyas, Perú

* Autor de Correspondencia, e-mail: soliva@indes-ces.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

Los arándanos (*Vaccinium sp*), también conocidos como frutos del bosque, poseen bajos niveles de azúcares y un alto porcentaje de antioxidantes; aspectos que le permitieron tomar mayor importancia en el mercado mundial (Djurdjina *et al.*, 2012). Este género está conformado por alrededor de 500 especies (Vander Kloet y Dickinson, 2009), que incluye la conocida comercialmente como arándano azul o “Blueberry”.

En los últimos años, este fruto ha tomado gran importancia económica, sin embargo, un factor que limita el potencial desarrollo de muchas especies del género *Vaccinium* son las limitaciones en los sistemas de propagación (Castro-Restrepo y Álvarez-Guzmán, 2013), dado que los métodos tradicionales son procesos lentos y de baja eficiencia (Ostrolucká *et al.*, 2004). Frente a esas dificultades, surgió como alternativa la técnica de micropropagación o cultivo de tejidos, que permite obtener plantas libres de cualquier agente patógeno, además de altos volúmenes de material de siembra (Jiménez-Bonilla y Abdelnour-Esquivel, 2018).

El resultado del proceso de cultivo de tejidos, microtallos, pueden ser enraizados *ex vitro* de forma simultánea con la adaptación, en condiciones no asépticas y en sustratos generalmente en base a turba con perlita (Rodríguez *et al.*, 2015). En este proceso las auxinas juegan un papel fundamental, pues contraloran o favorecen los procesos hormonales que permiten el desarrollo de raíces, además de favorecer la cicatrización de heridas (Rojas *et al.*, 2004; López *et al.*, 2016). Sin embargo, su efecto está influenciado por el material vegetal (Vernier y Cardoso, 2013). Es por ello, que el objetivo de la investigación fue estudiar el efecto del Ácido indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de arándano, provenientes de micropropagación.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó bajo condiciones semicontroladas en un invernadero de tipo microtúnel, en las instalaciones del Instituto de Investigación para el Desarrollo

Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A).

Material vegetal

Se usaron plantas propagadas por multiplicación *in vitro*, en el área de cultivo de tejidos del Laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal (FISIOBVEG) del INDES-CES. Los ensayos fueron realizados con cuatro variedades comerciales de arándano: Biloxi, Legacy, Bluecrop y Star. Las mismas se sometieron a cuatro concentraciones de AIB (100, 200, 400 y 800 mg/L) más un testigo.

Preparación y siembra del material vegetal

Las plantas obtenidas de multiplicación *in vitro*, de forma preventiva fueron sumergidos en una solución de benomil “Benlate” a una concentración de 2g/L, por un periodo de 60 segundos. Posteriormente, cada segmento nodal (tercera parte) fue sumergido en las soluciones de AIB, durante 20 segundos, dejando evaporar el alcohol de la base del micro-tallo. Finalmente, los segmentos nodales fueron introducidos en sustrato “TS1 ARANMIX 8” compuesto por turba, de textura media y con un pH de ácido (4).

Variables de estudio

Las variables evaluadas fueron: a) Porcentaje de enraizamiento, b) Longitud de raíz, c) Número de raíces, d) Número de brotes, e) Altura de planta, f) Número de hojas y g) Diámetro de Tallo.

Diseño experimental y análisis de datos

El ensayo se dirigió bajo un diseño Completamente al Azar (DCA) bifactorial (variedades x concentraciones de AIB). Los datos no presentaron una distribución normal, por lo tanto, se realizó el análisis de varianza mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. Para identificar la interacción de las variables se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Todos los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de significancia de $P < 0,05$ con el software InfoStat versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018).

III. RESULTADOS

Efecto de concentraciones de AIB sobre el porcentaje de enraizamiento, longitud de raíz y número de raíces

Los resultados del porcentaje de enraizamiento evidencian la existencia de diferencias significativas respecto a las distintas concentraciones de regulador de crecimiento. Las concentraciones con mayor éxito en esta variable fueron 100 y 200 mg/L de auxina, variando significativamente en comparación a los tratamientos restantes (Figura 1).

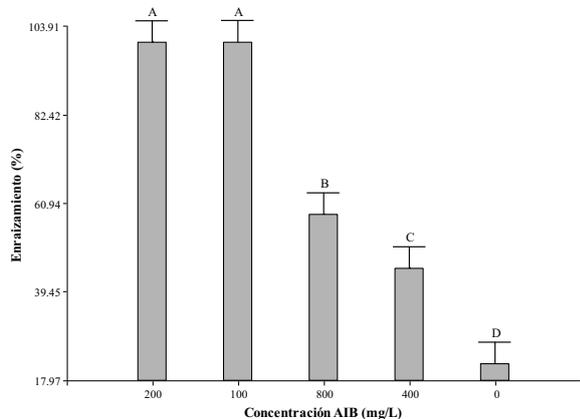


Figura 1. Porcentaje de enraizamiento según concentraciones de AIB. Barra con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para la prueba Kruskal Wallis.

Por otro lado, la longitud de raíz mostro variación significativa como respuesta a las distintas concentraciones de AIB. Al igual que en la variable anterior, los mejores resultados se alcanzaron a concentraciones de 100 y 200 mg/L AIB, contrariamente a la respuesta expresada por el tratamiento control (Figura 2).

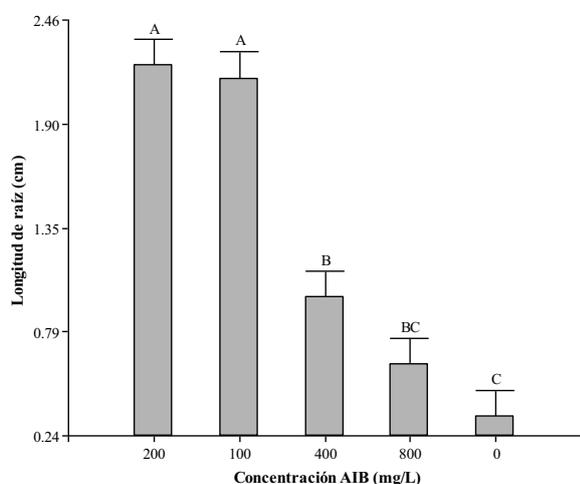


Figura 2. Longitud de raíz según concentraciones de AIB. Barra con letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba Kruskal Wallis.

De forma similar a las variables anteriores, el número de raíces registro la presencia de diferencias significativas para las distintas dosis de AIB. En la figura 3 se observa que el mayor número de raíces se alcanzó a una concentración de 200 mg/L con una media de 5 raíces por planta, a estos resultados le siguieron el efecto obtenido a concentración de 100 mg/L AIB.

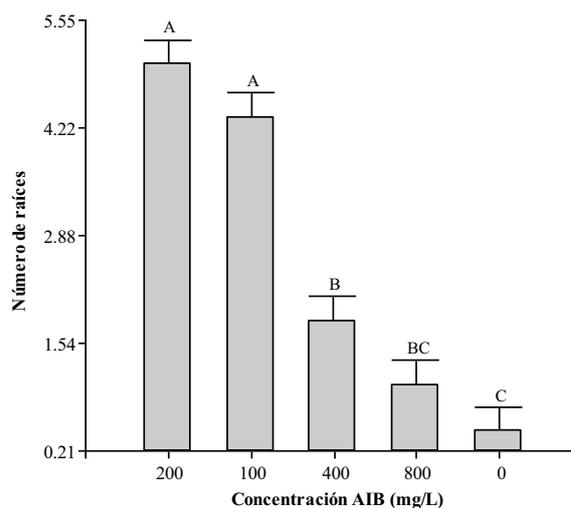


Figura 3. Número de raíces según concentraciones de AIB. Barra con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para la prueba Kruskal Wallis.

Adaptabilidad de variedades comerciales de arándano, expresado en función a parámetros morfológicos

El número de brotes por planta evidencio la presencia de diferencias significativas entre variedades. Los resultados más sobresalientes fueron alcanzados por la variedad Biloxi (Figura 4), con un promedio superior a 2 brotes por planta, seguidos por la variedad Legacy.

En cuanto a la altura de brote, los resultados también mostraron una variación significativa respecto a las variedades. El mayor valor de altura se presentó en la variedad Biloxi (Figura 4), con una media de 9,47 cm, en tanto, la menor altura se registró en la variedad Star (media menor a 5 cm).

Por otro lado, el desarrollo de hojas fue significativo para las distintas variedades evaluadas. Al respecto, en la figura 4 se puede apreciar que la variedad Biloxi respondió con un mayor número de hojas (media de 9,49 hojas), siendo la variedad Star quien desarrollo menor cantidad de hojas por planta (promedio 4,57 hojas).

Respecto al diámetro de tallo, los resultados fueron significativamente diferentes entre las variedades. La

figura 4 muestra que para esta variable los resultados fueron superiores en la variedad Biloxi, mientras que los resultados en las variedades Bluecrop, Legacy y Star no difirieron de forma significativa.

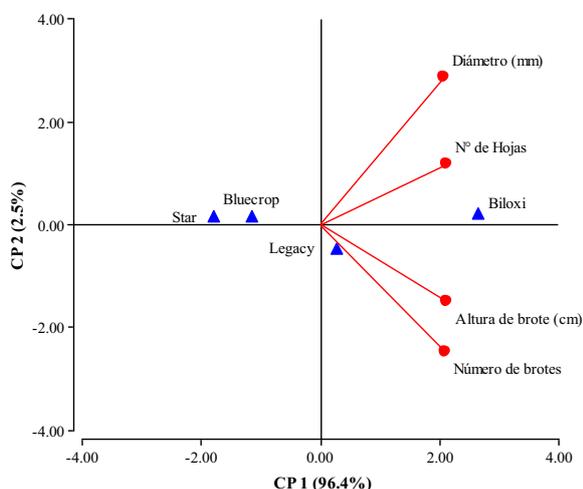


Figura 4. Análisis de componentes principales entre las variedades de arándano y parámetros morfológicos.

Interacción entre concentraciones de AIB y variedades de arándano comercial

La figura 5 indica que la interacción entre la variedad Biloxi y las concentraciones de 100 y 200 mg/L AIB tienen mayor influencia sobre el número de raíces y producción de brotes. Por otro lado, se observa que el diámetro del brote responde independientemente respecto a las otras variables. De otro lado, los autovectores de altura de planta y número de hojas se encuentran superpuestos, lo que indica una correlación altamente positiva.

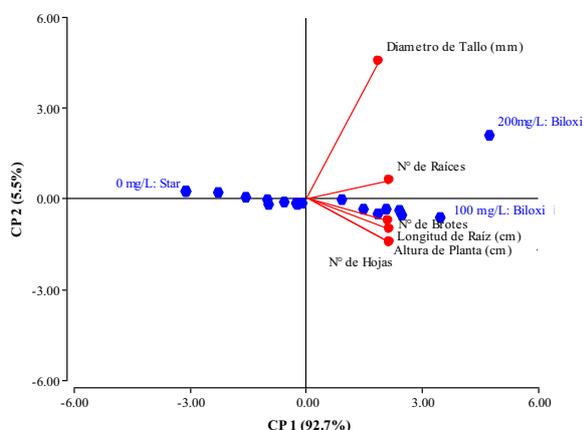


Figura 5. Análisis de componentes principales para la interacción de variedades de arándano y concentraciones de AIB.

IV. DISCUSIÓN

Las variaciones significativas en el porcentaje de enraizamiento, evidencian respuestas diferenciales respecto a las concentraciones de regulador de crecimiento. En ese contexto, las dosis más óptimas se encontraron entre el rango de 100 a 200 mg/L de AIB. Resultados distintos fueron reportados por Castro-Restrepo y Álvarez-Guzmán (2013) en el enraizamiento ex vitro de *Vaccinium* a dosis de 2000 mg/L. Es de resaltar que cada variedad, cultivar o genotipo expresa distinta reacción bajo ciertas concentraciones de fitohormonas.

Por otro lado, la respuesta expresada anteriormente también resalta sobre el tamaño de las raíces. Consecuencia que corrobora el efecto promotor de la rizogénesis ejercido por AIB durante el proceso de enraizamiento (Conesa, 2006; Pacholczak y Nowakowska, 2015). En cuanto al número de raíces, la dosis de 200 mg/L AIB alcanzó una media de 5 raíces por planta. Dichos resultados sugieren que es la dosis de mayor eficiencia para establecer el enraizamiento de variedades de arándano. Esto coincide con lo reportado por Castrillón *et al.* (2008) quienes sugieren dosis de 200 mg/L de AIB para el enraizamiento de estacas, a fin de alcanzar una mayor producción de raíces. Los resultados demuestran que la variedad Biloxi tiene mejor reacción al AIB, lo que coincide con los resultados de otros investigadores (Castro *et al.*, 2019)

En lo que corresponde a los parámetros morfológicos, la variedad con mejor adaptabilidad fue Biloxi en interacción con 200 mg/L AIB, con una media de 2,28 brotes. Los resultados demuestran variaciones influenciadas por la variedad y dosis de AIB. Estos efectos también pueden verse afectados por el tipo de material vegetal empleado (Huamantingo, 2016).

La altura del brote, también fue superior en la variedad Biloxi (9,49 cm) estimulado con una dosis de 200 mg/L AIB. López *et al.* (2016) en su estudio resalta la efectividad de AIB para estimular la elongación de brotes. Sin embargo, estos pueden tener baja tasa de sobrevivencia (González, 2013).

Similar a los parámetros morfológicos anteriores, el

número de hojas y el diámetro de tallo, fueron significativos en la variedad Biloxi, obteniendo una media de 9,49 y 1,43 mm, respectivamente. El incremento en la dosis de AIB puede desencadenar en un aumento del número de hojas, como resultado de la estimulación de elongación de brotes (Debnath, 2007). Respecto al diámetro de tallo, las plantas provenientes del cultivo de tejidos vegetales presentan mayor diámetro de brotes en el desarrollo ex vitro (Kulkamp, 2011).

V. CONCLUSIONES

Las variedades comerciales de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) evaluadas sufrieron variaciones significativas relacionadas con las concentraciones del regulador de crecimiento. Ello demuestra que, para alcanzar resultados favorables, es trascendental encontrar un equilibrio hormonal para cada variedad. Para el presente estudio, se puede afirmar que una concentración de 200 mg/L AIB influyó de forma significativa sobre la variedad Biloxi.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castrillón J. C., E. Carvajal, G. Ligarreto, y S. Magnitskiy. 2008. "El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos." *Agronomía colombiana* 26 (1): 16-22.
- Castro-Restrepo D., y J. A. Álvarez-Guzmán. 2013. "Micropropagación clonal de tres genotipos mortiño, *Vaccinium meridionale* SW., por proliferación de yemas axilares." *Actual Biol* 35 (99): 145-160.
- Castro S.L., A. Villegas, y R. Contreras. 2019. "Enraizamiento de estacas en tres cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)." *Agroproductividad* 12 (3): 63 - 68.
- Conesa O. R. 2006. *Métodos de propagación sexual y vegetativa de Ziziphus lotus (L.) Lam: ensayos de germinación de semillas y enraizamiento de esquejes*. Tesis de Grado. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena (Colombia).
- Debnath S. C. 2007. "Influence of indole-3-butyric acid and propagation method on growth and development of in vitro and ex vitro-derived lowbush blueberry plants." *Plant growth regul* 51 (3): 245 - 253. doi:doi 10.1007/s10725-006-9164-9
- Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, y C. W. Robledo. 2018. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Djurdjina R., V. Tatjana, L. Gabriela, C. Radosav, y G. Alena. 2012. "Micropropagation in vitro of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.)." *Journal of berry research* 2: 97-103
- González P. A. 2013. *Enraizamiento in vitro y ex vitro y aclimatación de Rosa canina L.* Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia (Chile).
- Huamantingo 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 de Grado. Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay (Perú).
- Jiménez-Bonilla V., y A. Abdelnour-Esquivel. 2018. "Protocolo de micropropagación de arándano nativo de costa rica (*Vaccinium consanguineum*)." *Tecnología en marcha* 31 (1): 144-159. doi:10.18845/tm.v31i1.3504
- Kulkamp A. L., M. Wulff, L. E. Corrêa, J. Dutra, y S. Silva. 2011. "Desempenho de mudas de mirtilo obtidas por micropropagação ou estaquia." *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46 (8): 868 - 874.
- López E., A. E. Gil, y A. López. 2016. "Enraizamiento de esquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni (Asteraceae) "Estevia", aplicando dosis creciente de ácido indolbutírico." *Arnaldoa* 23 (2): 569-576.

- Ostrolucká M. G., G. Libiaková, E. Ondrušková, y A. Gajdosová. 2004. "In vitro propagation of *Vaccinium* species." *Acta Universitatis latviensis Biology* 676: 207-212.
- Pacholczak A., y K. Nowakowska. 2015. "The ex vitro rooting of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) microcuttings." *Folia Horticulturae* 27 (2): 145 - 150.
- Rodríguez M., R. Carrillo, M. Chacón, N. Hormazábal, J. Tampe, y R. Tighe. 2015. "Enraizamiento in vitro y ex vitro de microtallos de *Ugni molinae* Turcz., una especie nativa de Chile." *Gayana botánica* 72 (1): 14-20. doi:10.4067/s0717-66432015000100002
- Rojas S., J. Garcia, y M. Alarcon. 2004. *Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. Florencia (Colombia): Corpóica S.A.
- Vander Kloet S.P., y T. A. Dickinson, 2009. "A subgeneric classification of the genus *Vaccinium* and the metamorphosis of *V.* section *Bracteata* Nakai: more terrestrial and less epiphytic in habit; more continental and less insular in distribution." *Journal Plant Research* 122 (3): 253-268.
- Vernier R.M., y B.S Cardoso. 2013. "Influencia do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais." *Revista Eletronica de Educacao e Ciencia* 3 (2): 11-16.