

Rooting of cuttings in three blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.)

Enraizamiento de estacas en tres cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)

Castro-Garibay, Sandra L.¹; Villegas-Monter, Angel^{1*}; Contreras-Maya, Rosalba¹

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa Fisiología Vegetal. Texcoco, Estado de México, México.

*Autor para correspondencia: avillega@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of indolbutyric acid (IBA) on rotting of three blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.) Biloxi, Victoria and Ventura.

Design/methodology/approach: The experimental design was the completely randomized with factorial arrangement 3×4. Herbaceous cuttings of blueberry cultivars Biloxi, Victoria and Ventura, with 7 cm length and 2 mm diameter, were collected at the end in April 2017. The IBA concentrations were tested 0, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹. The cuttings were placed in peat and perlite substrate (50:50, v:v). Forty days after, the variables evaluated were rooting percent, cuttings died percent, number and length of primary roots, number of secondary roots, and survival percent after the transplant. Test of medians comparison Tukey (0.05) was did for the variables, except for all percent.

Results: The cv Victoria presented the higher average rooting percent with 61 %, moreover it obtained the less cuttings died percent. For the variables evaluated from roots, only number of primary roots and number of secondary roots had differences, the cv Victoria had 4.3 primary roots and cv Biloxi had 12.65 secondary roots. The survival percent was higher 95 % to all cultivars after the transplant.

Limitations on study/implications: In some cultivars, the high concentrations of auxins inhibit rooting.

Findings/conclusions: The proposed protocol let the rooting blueberry cuttings.

Keywords: Indolbutyric acid, *Vaccinium corymbosun*, number of roots, length of roots.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de tres cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) Biloxi, Victoria y Ventura.

Diseño/metodología/aproximación: Fue empleado un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×4. Estacas herbáceas de arándano cultivares Biloxi, Victoria y Ventura, con 7 cm longitud y 2 mm de diámetro, fueron recolectadas a finales de abril de 2017. Las concentraciones de AIB utilizadas fueron 0, 1000, 2000 y 3000 mg L⁻¹. Las estacas se colocaron en sustrato de turba y perlita (50:50, v:v). Cuarenta días después se evaluó porcentaje de enraizamiento y de estacas muertas, número y longitud de raíces primarias, número de raíces secundarias, y porcentaje de sobrevivencia después del trasplante. Se realizó prueba de comparación de medias Tukey (0.05), excepto a los datos de porcentaje.



Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 3, marzo. 2019. pp: 63-68.

Recibido: enero, 2019. **Aceptado:** febrero, 2019.

Resultados: El cultivar con mayor porcentaje de enraizamiento promedio fue Victoria con 61%, también presentó el menor porcentaje de estacas muertas. Para las características de raíces evaluadas, solo existió diferencia para número de raíces primarias y secundarias; donde el cv. Victoria presentó 4.3 raíces primarias y el cv Biloxi 12.65 raíces secundarias. El porcentaje de sobrevivencia en todos los cultivares después del trasplante fue mayor al 95%.

Limitaciones del estudio/implicaciones: En algunos cultivares, la concentración alta de auxinas inhibió el enraizamiento.

Hallazgos/conclusiones: El protocolo propuesto permite el enraizamiento de estacas de arándano.

Palabras clave: Ácido indolbutírico, *Vaccinium corymbosum*, número de raíces, longitud de raíces.

tacas, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de las concentraciones de ácido indolbutírico (AIB), en el enraizamiento de estacas de tres cultivares de arándano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal. Estacas herbáceas de tres cultivares de *Vaccinium corymbosum* L. "Biloxi", "Victoria" y "Ventura", fueron recolectadas de ramas laterales, a finales de marzo de 2017. Al momento de obtener las estacas, fueron colocadas en bolsas de plástico debidamente identificadas y trasladadas al laboratorio de Cultivo *in vitro*, Genética, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados.

Las estacas fueron seleccionadas con longitud de 7 cm y 2 mm de diámetro aproximadamente; las hojas se eliminaron con bisturí, dejando un par en la parte superior (Figura 1), se utilizó solución de Manzate[®] (Mancozeb 80 %) 2 g L⁻¹, para desinfección por cinco minutos. Se utilizó ácido indolbutírico (AIB) en polvo (Radix[®] 10000), en concentraciones 0, 1000, 2000 y 3000 mg L⁻¹. Una vez preparadas las estacas, se colocaron en domos de plástico 25×14.5×9 con mezcla de turba y perlita (1:1, v/v), el cual fue pasteurizado con vapor durante 30 minutos.

Diez estacas de cada cultivar fueron colocadas con la misma concentración de AIB por domo de plástico (Figura 1). Cinco domos (repeticiones), 50 estacas en total por cultivar y concentración. Las estacas se colocaron en cuarto de incubación en condiciones controladas con temperatura promedio de 24 °C, 16 horas luz y 8 horas oscuridad.

INTRODUCCIÓN

La producción de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) (Ericaceae) ha incrementado en los últimos años, debido a sus propiedades nutraceuticas, principalmente alto contenido de antocianinas, lo cual le confiere gran potencial antioxidante (Peña *et al.*, 2012). En México, la superficie cultivada en el año 2000 era de 60 ha, mientras que para 2017 se incrementó a 3 334 ha (FAOSTAT, 2019) lo que pone en evidencia la importancia de esta frutilla para nuestro país.

La propagación de arándano se puede realizar por semillas, injertos y estacas; aunque para producción comercial se utilizan principalmente estacas semi-leñosas y herbáceas; sin embargo, el enraizamiento de algunos cultivares es bajo (Fachinello, 2008; Peña *et al.*, 2012).

Existen factores que afectan la capacidad de enraizamiento de estacas, entre los que destacan tipo de sustrato, reguladores de crecimiento exógenos y endógenos, nutrición y condición fisiológica de las plantas madre, tipo de estaca, época de enraizamiento, condiciones climáticas (Trevisan *et al.*, 2008; Peña *et al.*, 2012; Picoletto *et al.*, 2015).

Las auxinas juegan un papel importante en la diferenciación de raíces, y son utilizadas en propagación vegetativa por estacas, para estimular y uniformizar el enraizamiento. La auxina más utilizada es el ácido indolbutírico (AIB), ya que tiene la característica de ser estable y traslocarse fácilmente en las estacas (Villa *et al.*, 2003; Fogaça y Fett-Neto., 2005; Lobato de Oliveira *et al.*, 2008).

Se han realizado diversos trabajos con el propósito de enraizar estacas de arándano; Wagner *et al.* (2004) probaron tipos de lesión en la base de las estacas y concentración de 2000 mg L⁻¹ de AIB; mientras que Pelliza *et al.* (2011) utilizaron diferentes sustratos con 2000 mg L⁻¹, de AIB, determinaron que el sustrato compuesto por Plantmax[®] y cáscara de arroz carbonizada fue donde se obtuvieron resultados mejores. Peña *et al.* (2012) probaron cinco concentraciones de AIB en líquido y talco, la aplicación líquida fue mejor. En México, se carece de un protocolo para el enraizamiento de es-



Figura 1. Selección de estacas de arándano (A) y domo de plástico utilizado para enraizamiento (B).

Variables evaluadas. Después de 40 días del establecimiento se evaluó: porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces primarias, número de raíces secundarias. Para estacas muertas la evaluación fue semanal.

Análisis estadístico. El diseño utilizado fue factorial completamente al azar, producto de tres cultivares de arándano y cuatro concentraciones de AIB. Para las variables número y longitud de raíces primarias, número de raíces secundarias se realizó análisis de varianza, 10 estacas por combinación fue la muestra. Los datos se analizaron con el software SAS 9.4. Para estacas enraizadas y muertas, solo se obtuvo porcentaje.

Trasplante de estacas enraizadas. Después de realizar la evaluación las plantas se trasladaron en macetas de un litro. Previo al trasplante, las estacas se trataron con Manzate® 2 g L⁻¹, durante 5 minutos. El sustrato mezcla de corteza de pino, tezontle, lombricomposta (60:20:20, v:v:v). Posteriormente, las macetas se metieron en bolsas de plástico transparente, cerrándola con liga (Figura 2), para evitar que las plantas sufrieran deshidratación.

Retiradas las bolsas, las plantas fueron mantenidas en malla sombra (50 %), regándolas una vez por semana durante 3 meses, las plantas se fertilizaron cada dos semanas, aplicando 50 mL de solución de DAP® (3 g L⁻¹). Después los riegos y fertilizaciones fueron realizados cada que la planta lo necesitó.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Enraizamiento. Todos los cultivares mostraron respuesta al tratamiento de auxina con diferente magnitud, así en cv. Victoria el enraizamiento incrementó con la concentración, mientras que en Biloxi disminuyó; sin embargo, en el cv. Ventura, el efecto fue mínimo (Figura 3), lo anterior muestra que además de la concentración de auxina, el cultivar tiene efecto importante en la respuesta al enraizamiento.



Figura 2. Estacas de arándano trasplantadas en mezcla de sustrato corteza de pino, tezontle y lombricomposta (60:20:20, v:v:v).

Peña et al. (2012) determinaron que AIB en concentraciones de 8000 mg L⁻¹ obtuvieron hasta 52.1 % promedio de enraizamiento en estacas semi-leñosas de arándano, sin embargo, los porcentajes de enraizamiento para el cultivar Climax fue 50.6 % y Florida 30.4 %. Los resultados obtenidos en trabajos previos y en esta investigación muestran que es necesario continuar trabajando para tener pro-

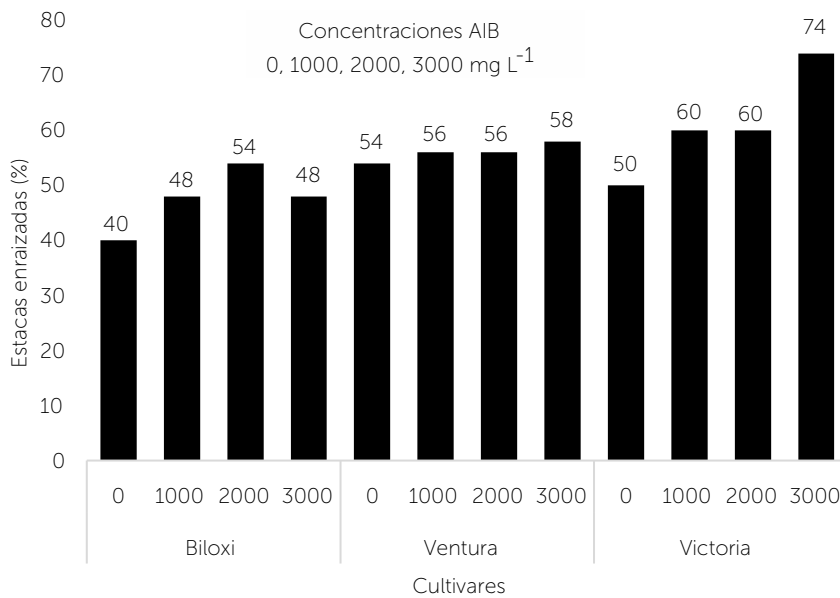


Figura 3. Porcentaje de estacas enraizadas en tres cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).

tración de auxina en los cultivares Biloxi y Ventura, que fueron igual estadísticamente, pero en el cv. Victoria existieron diferencias, donde el testigo fue superior a 3000 mg L⁻¹, lo que muestra el efecto inhibitorio de la auxina en el enraizamiento de este cultivar (Cuadro 1). Datos similares obtuvo Lobato de Oliveira et al. (2008) donde con 1000 mg L⁻¹ presentó mayor número y longitud de raíces, 8 y 4.8 cm; que 4000 mg L⁻¹ con 6.7 raíces y 4 cm.

Para longitud de raíces, no existieron diferencias significativas para las concentraciones de AIB utilizadas (Cuadro 1). Sin embargo, existen evidencias donde muestran que auxina en altas concentraciones inhibe el número y longitud de raíces (Eliasson et al., 1989; Fachinello et al., 2005).

Para el número de raíces secundarias, solo las estacas del cultivar Biloxi, mostraron diferencias significativas, con rango de 6.38 a 12.65;

tolos más eficientes de enraizamiento de estacas en arándano.

Cabe mencionar que factores como el cultivar, manejo de la planta madre y las características fisiológicas de las estacas al momento de ser recolectadas afectó el porcentaje de enraizamiento de las estacas utilizadas.

De acuerdo con Fachinello et al. (2005) el aumento en concentración de auxina exógena estimula crecimiento de raíces hasta cierto valor máximo, pero a partir de ese punto puede tener efecto inhibitorio. En el presente trabajo, en las estacas del cv. Biloxi, la concentración más alta de AIB inhibió el proceso de enraizamiento, mientras que el cv. Victoria; no mostró la misma respuesta.

Número y longitud de raíces. En el análisis de varianza se determinó que existen diferencias significativas tanto para los factores cultivar y dosis de AIB, con valores de $p=0.00538$ y $p=0.04863$, respectivamente, mientras que para la interacción no hubo

diferencias significativas. Al no existir interacciones entre los factores, las pruebas de medias se realizaron para determinar la mejor concentración de AIB para los cultivares utilizados.

Para número de raíces, no hubo efecto significativo de la concen-

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias con relación al cultivar de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) y la concentración de AIB (mg L⁻¹).

Cultivar	AIB mg L ⁻¹	NR	LR (cm)	NRS
Biloxi	0	3.10 a	1.96 a	6.38 b
	1000	2.10 a	2.15 a	10.02 ab
	2000	3.40 a	2.25 a	10.45 a
	3000	2.90 a	2.25 a	12.65 a
DMS		1.56	1.03	6.65
Ventura	0	2.80 a	1.33 a	4.97 a
	1000	3.10 a	2.03 a	6.37 a
	2000	3.00 a	2.03 a	7.32 a
	3000	3.30 a	2.00 a	6.69 a
DMS		1.97	1.00	4.71
Victoria	0	4.30 a	1.53 a	5.22 a
	1000	3.90 ab	1.70 a	6.28 a
	2000	3.80 ab	1.81 a	6.55 a
	3000	2.80 b	2.09 a	8.67 a
DMS		2.12	1.03	4.40

NR: Número de raíces; LR: Longitud de raíces; NRS: Número de raíces secundarias. Medias con letras distintas en cada variable por cultivar, indican que existen diferencias estadísticas significativas (Tukey, 0.05).

mientras que en el cultivar Ventura fue de 4.97 a 7.32, y en el cultivar Victoria osciló de 5.22 a 8.67 (Cuadro 1).

Wagner et al. (2004) utilizaron 2000 mg L⁻¹ de AIB en cuatro cultivares de arándano, donde el número mayor de raíces por estaca fue 4.54 de 2.13 cm de longitud; en este trabajo, con la misma dosis de AIB las estacas presentaron 3.80 raíces de 2.25 cm.

Lobato de Oliveira et al. (2008) mencionan el cultivar influye en el enraizamiento, ya que en estacas de arándano de los cultivares Delite y Bluebelle el número de raíces fue de 14 y 0.2, utilizando 2000 mg L⁻¹ de AIB.

Vignolo et al. (2012) utilizaron 0, 1500, 3000, 4500 y 6000 mg L⁻¹ de AIB, para enraizar estacas de arándano, y observaron raíces de 5 y 7 cm de longitud aproximadamente en las concentraciones baja y alta, respectivamente.

Estacas muertas. Respecto al porcentaje de estacas muertas, el cv. Victoria presentó menor promedio (5 %), seguido de Ventura con 7 % y Biloxi con 12 %. Con relación a las concentraciones de AIB utilizadas, con 2000 mg L⁻¹ se obtuvo menor porcentaje de estacas muertas en todas las cultivares utilizados (Figura 4). Sin embargo, con 3000 mg L⁻¹ de auxina, el porcentaje de estacas muertas aumentó, desconocemos las causas de la respuesta observada, dado que no hay reportes que informen del efecto de auxinas en la muerte de estacas de arándano. Cabe indicar que, Pacholczak y Nowakowska (2015) mencionan que en estacas de arándano enraizadas con AIB, el contenido aminoácidos libres aumenta, lo cual hace que las plantas sean más susceptibles a ataque de patógenos.

Los síntomas que presentaron las estacas fueron necrosamiento de hojas y tallos (Figura 5), posteriormente pudrición y muerte de éstas. Tejido de las estacas se colocaron en PDA (papa-dextrosa-agar) para aislar el patógeno, una vez aislado, se cultivó en medio B de King. Se

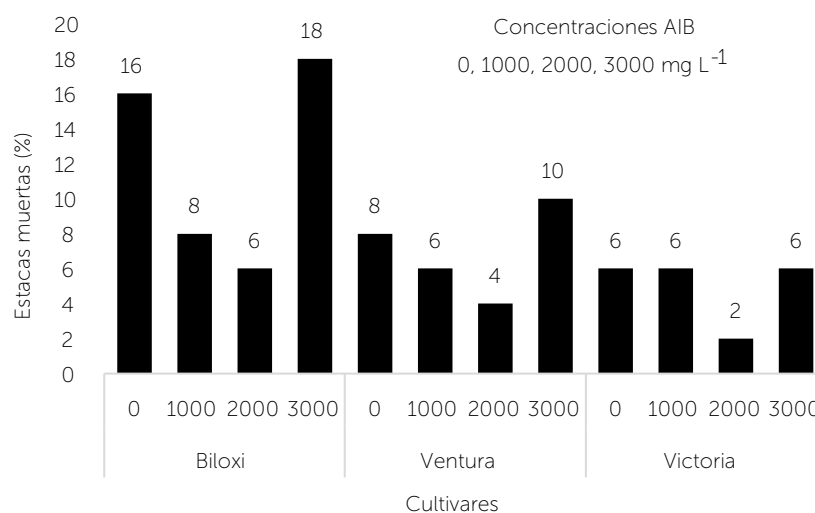


Figura 4. Porcentaje de estacas muertas en tres cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).

identificó que los síntomas y posterior muerte de las estacas se debió a una bacteria.

Los síntomas que presentaron las estacas en el presente trabajo coinciden con los reportados por Vaughan (1956), Guerrero y Lobos (1989), Kobayashi (1995) y Kaluzna et al. (2013), por lo que probablemente la muerte de las estacas se debió a la presencia de *Pseudomonas* spp.

Trasplante. Un mes después de trasplante, se evaluó el porcentaje de sobrevivencia de las estacas de arándano (Figura 6). El alto porcentaje de sobrevivencia muestra que el número y tamaño de raíces no afecta la sobrevivencia en esta especie. Otro factor importante es el manejo, donde la utilización de bolsas de plástico (Figura 2), mantuvo alta la humedad relativa, evitando la transpiración excesiva de la estaca; además de temperatura favorable, que aumentó el metabolismo de la planta y con esto su establecimiento. En trabajos previos con plantas micropropagadas de vid (Ravidra y Thomas, 1995) y crisantemo (Panicker et al., 2009), que fueron aclimatadas con bolsa de plástico, obtuvieron de 90 a 100% de sobrevivencia, por lo que este método para aclimatizar plantas es simple, de bajo costo y eficiente en cuanto a trabajo ya que las plantas no se riegan durante este proceso.



Figura 5. Necrosamiento en hojas y tallos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).

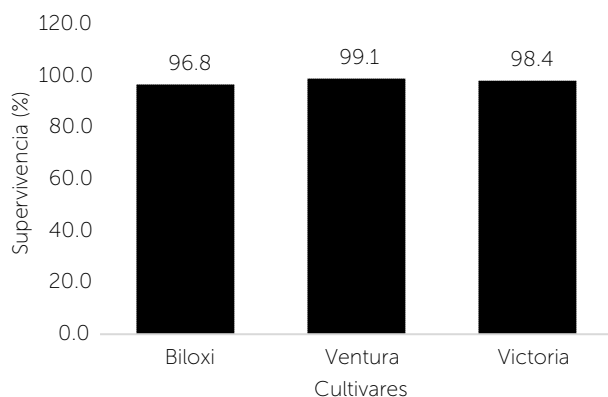


Figura 6. Supervivencia de estacas enraizadas de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) un mes después del trasplante.

CONCLUSIONES

El protocolo propuesto, permite el enraizamiento de estacas de *V. corymbosum*. El cv. Victoria presentó mayor porcentaje de enraizamiento y tolerancia al ataque de la bacteria. El manejo de plantas durante y después del trasplante es de vital importancia para obtener altos porcentajes de supervivencia.

LITERATURA CITADA

- Eliasson, L., Bertell, G., and Bolander, E. (1989). Inhibitory action of auxin on root elongation not mediated by ethylene. *Plant Physiology*, 91(1), 310-314.
- Fachinello, J.C. (2008). Mirtilo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30(2), 285-289. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200001>
- Fachinello, J. C., Hoffmann, A., Nachtigal, J.C., & Kersten, E. (2005). Propagação vegetativa por estaquia. In: Fachinello, J.C., Hoffmann, A., Nachtigal, J. C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. pp. 69-109.
- FAOSTAT. (2019). Food and Agricultural Organization of the United Nations. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#search/Blueberries>
- Fogaça, C.M., & Fett-Neto, A. G. (2005). Role of auxin and its modulators in adventitious rooting of *Eucalyptus* species differing in recalcitrance. *Plant Growth Regulation*, 45, 1-10. doi: 10.1007/s10725-004-6547-7
- Guerrero, C.J. & Lobos, A.W. (1989). Determinación de *Pseudomonas syringae* en arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.), en el sur de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*, 49(3), 224-227.
- Kaluzna, M., Pulawska, J., & Mezka, B. (2013). A new bacterial disease on blueberry (*Vaccinium corymbosum*) caused by *Pseudomonas* spp. *Journal of Plant Protection Research*, 53(1), 32-36. doi: 10.2478/jppr-2013-0004
- Kobayashi, D. Y. (1995). A bacterial leaf spot on highbush blueberry hardwoods cuttings caused by *Pseudomonas andropogonis*. *Plant Disease*, 79(8), 839-842.
- Lobato de Oliveira, F.D., Fachinello, J.C., Corrêa, A.L.E., Fiss, T.C.R., & Giacobbo, C.L. (2008). Enraizamiento de estacas semilenhosas de mirtilo sob o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30(2), 557-559. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200051>
- Pacholczak, A., and Nowakowska, K. (2015). The *ex vitro* rooting of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) microcuttings. *Folia Horticulturae*, 27(2), 145-150. doi: 10.1515/fhort-2015-0024
- Panicker, B., Thomas, P., and Jnakiram, T. (2009). Acclimatization and field evaluation of micropropagated plants of chrysanthemum cv. 'Arka Swarna'. *Journal Horticultural Science*, 4(1), 32-35.
- Pelizza, T.R., Damiani, C.R., Rufato, A.D.R., De Souza, A.L.K., Ribeiro, M.F., & Schuch, M.W. (2011). Microestaquia em mirtilo com diferentes porções do ramo e substratos. *Bragantia*, Campinas, 70(2), 319-324.
- Peña, M.L.P., Gubert, C., Tagliani, M.C., Bueno, P.M.C., & Biasi, L.A. (2012). Concentrações e formas de aplicação do ácido indolbutírico na propagação por estaquia dos mirtilos cvs. Flórida e Clímax. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 33(1), 57-64. doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n1p57
- Picolotto, L., Kleinick, V.G., Dos Santos, P.I., Aldrighi, G.M., & Corrêa A.L.E. (2015). Enraizamiento de estacas de amoreira-preta em função da adubação nitrogenada na planta matriz. *Revista Ceres*, Viçosa, 62(3), 294-300. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562030009>.
- Ravindra, M. B., and Thomas, P. (1995). Sachet technique -an efficient method for the acclimatization of micropropagated grapes (*Vitis vinifera* L.). *Current Science*, 68, 546-548.
- Trevisan, R., Franzon, R.C., Fristche, N.R., Da Silva, G.R., & Corrêa A.L.E. (2008). Enraizamiento de estacas herbáceas de mirtilo: influenciada lesão na base e do ácido indolbutírico. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 32(2), 402-406. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000200009>.
- Vaughan, E.K. (1956). A strain of *Pseudomonas syringae* pathogenic on cultivated blueberry. *Phytopathology*, 46(11), 640.
- Villa, F., Pio, R., Chalfun, N.N.J., Almeida, G.T.C., & Ferreira, D.L. (2003). Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 27(4), 829-834. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000400013>
- Vignolo, K., G., Lobato de Oliveira F., D., Fernandes A., V., Jeske K., R., y Corrêa A., L. E. (2012). Enraizamiento de estacas lenhosas de três cultivares de mirtilo com diferentes concentrações de AIB. *Ciência Rural*, Santa Maria, 42(5), 795-800. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000017>.
- Wagner, J.A., Couto, M., Raseira, M. do C. B., & Franzon, R.C. (2004). Efeito da lesão basal e do ácido indolbutírico no enraizamiento de estacas herbáceas de quatro cultivares de mirtilo. *Revista Brasileira de Agrocência*, 10(2), 251-253. DOI: <http://dx.doi.org/10.18539/cast.v10i2.954>