



Efecto del ácido indolbutírico en la inducción de raíces de esquejes de tallo con yema de *Codiaeum variegatum* (Euphorbiaceae)

Effect of indolebutyric acid on root induction of stem cuttings with *Codiaeum variegatum* (Euphorbiaceae) bud

Segundo Eloy López-Medina; José Mostacero-León*; Angélica López-Zavaleta; Armando Efraín Gil-Rivero; Anthony J. De La Cruz-Castillo

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

*Autor correspondiente: jmostacero@unitru.edu.pe (J. Mostacero).

ID ORCID de los autores

S.E. López-Medina: <https://orcid.org/0000-0001-7719-8607>

J. Mostacero-León: <https://orcid.org/0000-0003-2556-3013>

A. López-Zavaleta: <https://orcid.org/0000-0001-8935-2683>

A.E. Gil-Rivero: <https://orcid.org/0000-0002-4521-5588>

A.J. De La Cruz-Castillo: <https://orcid.org/0000-0002-5409-6146>

RESUMEN

Codiaeum variegatum "croto" (Euphorbiaceae), originario de Malasia e Islas del Pacífico, con una multitud de formas, tamaños y colores; ha cobrado gran importancia como planta ornamental de interiores y exteriores, se multiplica masivamente por esquejes, constituyendo esta, su principal forma de propagación. El presente trabajo se avocó a determinar el efecto del ácido indolbutírico en la inducción de raíces de esquejes de tallo con yema de *Codiaeum variegatum*. Las estacas semileñosas de "croto" procedieron de los ambientes de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú; las que fueron cortadas a fin de obtener esquejes de tallo con yemas de 2 cm de longitud y 0,6 cm de diámetro, manteniendo siempre su hoja; a las que se le aplicaron diferentes concentraciones de ácido indolbutírico (T1 = 0%; T2 = 0,5% y T3 = 1 %). El análisis estadístico encontró diferencias significativas entre los tratamientos, donde, el T2 indujo la formación del mayor número de raíces y altura de brote y el T1 indujo la mayor longitud de raíz mayor. Se concluye que el T2 es el óptimo para obtener el mayor número de raíces y altura de brote y el T1 para longitud de raíz mayor.

Palabras clave: Auxina; ácido indolbutírico; raíces; esqueje de tallo; *Codiaeum variegatum*.

ABSTRACT

Codiaeum variegatum "croto" (Euphorbiaceae), native to Malaysia and the Pacific Islands, with a multitude of shapes, sizes and colors; it has gained great importance as an indoor and outdoor ornamental plant, it is massively multiplied by cuttings, constituting this, its main form of propagation. The present work focused on determining the effect of indolebutyric acid on the induction of roots of stem cuttings with bud of *Codiaeum variegatum*. The semi-woody stakes of "croto" came from the environments of the University City of the National University of Trujillo, Trujillo, Peru; those that were cut in order to obtain stem cuttings with buds of 2 cm in length and 0.6 cm in diameter, always keeping their leaf; to which different concentrations of indolebutyric acid were applied (T1 = 0%; T2 = 0.5% and T3 = 1%). Statistical analysis found significant differences between treatments, where T2 induced the formation of the largest number of roots and shoot height, and T1 induced the longest root length. It is concluded that T2 is the optimal one to obtain the highest number of roots and shoot height and T1 for the greatest root length.

Keywords: Auxin; indolebutyric acid; root; stem cutting; *Codiaeum variegatum*.

Recibido: 10-04-2020.

Aceptado: 29-06-2020.

INTRODUCCIÓN

Codiaeum variegatum (L.) Rumph. ex A. Juss. "croto" (Euphorbiaceae), es originario de Malasia e Islas del Pacífico, es un arbusto que presenta una variedad de vistosos colores, formas, tamaños y una amplitud de copa con tasa de crecimiento rápido. Tolera los suelos ácidos, alcalinos, arenosos, areno-arcillosos, secos entre los 10 y 2000 m.s.n.m. Constituyendo ser una planta ornamental preferida para espacios públicos (parques, plazuelas y avenidas, etc.) y como plantas de interior en las viviendas (Pöll, 2006).

Para un creciente sector hortícola, es de importancia la obtención de recursos ornamentales de excelente calidad, bajo costo y fácil propagación para satisfacer este mercado. Frente a esta problemática surge la propagación vegetativa como una alternativa que permite la multiplicación masiva, de calidad y de bajo costo de numerosas especies de interés comercial y ornamental (Dirchwolf y Schroeder, 2015). Existen para el efecto, métodos de propagación naturales, si se trata de estructuras propias de las plantas que le permiten reproducirse asexualmente (bulbos, tubérculos, rizomas, estolones, hijuelos, etc.) y artificiales si son producidas por el hombre (estaca, esqueje, injerto, acodo, cultivos *in vitro*), lo que permite obtener plantas idénticas al progenitor, que mantienen y propagan características deseables de la planta madre (López et al., 2005; Sisaro y Hagiwara, 2016).

Siendo la multiplicación por esquejes, una técnica ampliamente utilizada en la horticultura ornamental, tanto de plantas perennes como caducas, en floricultura y en muchas especies frutícolas; la que consiste en separar un fragmento de una planta (tallo, raíz, hoja u órgano especializado) y colocarlo en condiciones favorables como luz, temperatura, humedad y sustrato que conlleven a la regeneración de una planta completa. Es un método económico, rápido y simple que permite obtener plantas

uniformes en superficies reducidas (Saldías, 2016; Durango y Humanéz, 2017; López-Corona *et al.*, 2019).

Los esquejes de tallo pueden estar provistos o no de hojas, pero en todos los casos poseen yemas y, por lo tanto, para convertirse en plantas vegetativas completas, sólo requieren la formación de raíces adventicias a través de un proceso denominado rizogénesis, que implica una transformación de los tejidos de la base del esqueje en la formación de primordios radicales para originar las raíces advénticias (Azcón y Talón, 2000; Peredo *et al.*, 2015).

Proceso dado preferentemente en la zona basal o prebasal del esqueje, en el interior del tallo, y tras su posterior crecimiento atravesando los tejidos periféricos, aparecen visibles en el exterior; y viéndose favorecida por un grupo de hormonas vegetales denominadas auxinas u hormonas de enraizamiento, responsables de la inducción de raíces y mantenimiento de la dominancia de la yema apical; a dosis adecuadas, aceleran la iniciación meristemática radical y aumentan el número y la calidad de raíces formadas. Entre estas hormonas se encuentra el ácido indolbutírico (IBA), fitorregulador auxínico, muy usado para estimular la formación de raíces, así también por su estabilidad, ya que es muy resistente a la oxidación por la luz, enzimas u otros agentes (Azcón y Talón, 2000; Hartmann y Kester, 2000; Latsague *et al.*, 2009; Sisaro y Hagiwara, 2016). No existiendo reportes de investigación, en propagación por esquejes de hojas para *C. variegatum*, pero en base a la experiencia de investigaciones en otras especies (Cotes y Ñustes, 2001; De la Cruz *et al.*, 2014; Dirchwolf y Schroeder, 2015; Saldías, 2016; Mendoza *et al.*, 2020); la presente investigación se orientó a evaluar el efecto del ácido indolbutírico en la inducción de raíces de esquejes de tallo con yema de *Codiaeum variegatum* "croto".

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el invernadero de Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Papa y Cultivos Andinos-UNT, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, ubicada en la avenida Juan Pablo II s/n. Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Colecta de material biológico y registro

El material biológico de *C. variegatum*, procedió de los jardines de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (Figura 1); el que una vez cortado se dividió en dos partes. Una parte debidamente herborizada se depositó y registró en el Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo, con el número 59227, y la otra parte consistente en estacas semileñosas de la sección media de la copa, de individuos que presentaban tallos con crecimientos sanos y vigorosos, fueron trasladados cuidadosamente al invernadero en bandejas plásticas, para su posterior procesamiento.

Instalación de experimento en invernadero

En invernadero, se procedió a realizar cortes basales oblicuos de las estacas a fin de obtener esquejes de tallo con yemas de 2,0 cm de longitud y 0,6 cm de diámetro, aproximadamente, manteniendo su hoja (Figura 2), las cuales fueron colocadas en un recipiente con agua para evitar la desecación durante su manipulación.



Figura 1. Planta madre de *C. variegatum* "croto", donadora de esquejes de tallo con yema.



Figura 2. Esqueje de tallo con yema de *C. variegatum* "croto".

Los esquejes de tallo con yema fueron desinfectados en una solución de benlate al 1% por 5 minutos. Se utilizó como enraizador el Ácido Indolbutírico (IBA) en polvo, a las concentraciones de 0%; 0,5% y 1 %, constituyendo los tratamientos T1; T2 y T3 respectivamente. Los esquejes fueron impregnados con IBA a las concentraciones anteriormente indicadas (Tabla 1), y sembrados en una cama de enraizamiento cuyo sustrato consistió en arena de río lavada con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, según Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) (Figura 3).

Tabla 1

Concentraciones de ácido indolbutírico (IBA), para el enraizamiento de esquejes de tallo con yema de *C. variegatum* "croto"

Tratamiento	IBA (%)
1	0
2	0,5
3	1

Leyenda: IBA (ácido indolbutírico)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 4 y 5 ilustran la gráfica del Diseño en Bloques completos al azar (DBCA) para el carácter número promedio de raíces y longitud de raíz mayor de *C. variegatum* "croto", obtenido a partir de esqueje de tallo con yema, mediante la aplicación de ácido indolbutírico a 0; 0,5; y 1 %, a los 60 días de su aplicación. Evidenciándose buenos resultados.

De allí que, respecto al número de raíces, el análisis de varianza realizado arrojó diferencias significativas entre las distintas concentraciones hormonales ensayadas ($p > 0,05$). Donde *C. variegatum* produjo raíces, incluso sin necesidad de aplicar IBA (Figura 4). Dato que contrasta con Latsague (2008), quien sostiene que al incrementar paulatinamente las dosis de IBA, se obtiene un aumento en el número de raíces en estacas de *Berberidopsis corallina*. De la misma manera Ruiz et al. (2005), sostienen, que al utilizar 2 mg/l de IBA en *Gmelina arborea*, se duplica el número de raíces, y la longitud promedio de las plántulas con respecto al testigo.

Por otro lado, respecto a la longitud de raíz mayor, también existen diferencias significativas ($p < 0,05$) (Figura 5), entre los distintos bloques y tratamientos, existiendo una mayor longitud de raíz a 0 % de concentración de hormona, a diferencia de Latsague (2008). Resultados que afirman el crecimiento y desarrollo de las raíces en *C. variegatum* en ausencia de IBA (Figura 4 y 5); debido probablemente a que las estacas poseen cierta cantidad de hormonas endógenas que pueden inhibir o estimular el desarrollo de raíces adventicias, no siendo necesario adicionar algún fitorregulador (Hartmann et al.,

Se aplicó riegos diarios. Los nuevos brotes de *C. variegatum* "croto", crecieron a partir de las yemas axilares presentes en los explantes (Fig. 4). Una vez finalizado el experimento, que fue a los 60 días, se evaluó número de raíces, longitud de raíz mayor y altura de brote. Se consideró como estaca enraizada la que presentó al menos una raíz de 1 mm de largo, y como estaca brotada la que presentó al menos un brote de 2 mm de largo.



Figura 3. Crecimiento de yema axilar *C. variegatum* "croto", obtenido a partir de esqueje de tallo con yema mediante la aplicación de Ácido indolbutírico a T1: 0; T2: 0,5; y T3: 1 % a los 60 días de su aplicación.

Análisis estadístico

La validación de los resultados de realizó por medio del análisis de varianza, con un nivel de confianza de 95% y las diferencias significativas determinadas por la prueba de Tukey.

2000); de allí que Muñoz y Molina (2016) lograron porcentajes satisfactorios de enraizamiento, tanto en estacas juveniles y maduras de *M. exsucca*; de igual manera De Souza et al. (2014), obtuvo hasta un 100 % de enraizamiento en mini estacas de *Prosopis alba*, sin emplear hormona alguna; aduciendo dicho resultado al estado juvenil de las estacas. Sin embargo, estos resultados no se pueden generalizar para todas las especies vegetales, debido a que López et al. (2016), reportan que en esquejes de *S. rebaudiana* la aplicación de dosis crecientes de IBA evidenciaron diferencias estadísticamente significativas, siendo la concentración de 1% la que evidenció mayor altura, número de raíces y longitud de raíces.

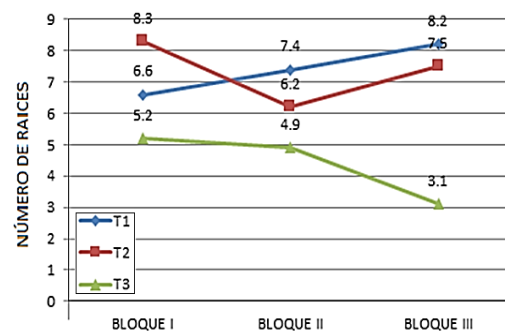


Figura 4. Diseño en Bloques completos al azar (DBCA) para el carácter número promedio de raíces, de *C. variegatum* "croto", obtenido a partir de esqueje de tallo con yema, mediante la aplicación de Ácido indolbutírico a T1: 0; T2: 0,5; y T3: 1% a los 60 días de su aplicación.

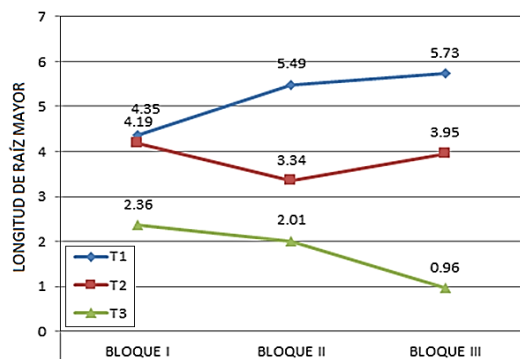


Figura 5. Gráfica del Diseño en Bloques completos al azar (DBCA) para el carácter longitud promedio de raíz mayor, de *C. variegatum* "croto", obtenido a partir de esqueje de tallo con yema, mediante la aplicación de Ácido indolbutírico a T1: 0; T2: 0,5; y T3: 1% a los 60 días de su aplicación.

Por otro lado la Figura 6 ilustra la gráfica de Diseño en Bloques completos al azar (DBCA) para el carácter altura promedio de brote, de *C. variegatum* "croto", donde se evidenció la existencia de diferencias significativas entre tratamientos y entre bloques ($P > 0,05$), con un nivel del 95,0% de confianza; siendo el T2, según la prueba de Tukey, aquel que ejerce el mayor efecto para este parámetro; poniendo de manifiesto el efecto del AIB; resultados que concuerdan con González et al. (2019); quienes atribuyen al ácido indolbutírico la

obtención brotes más vigorosos, con mayores diámetros en *Acer negundo*.

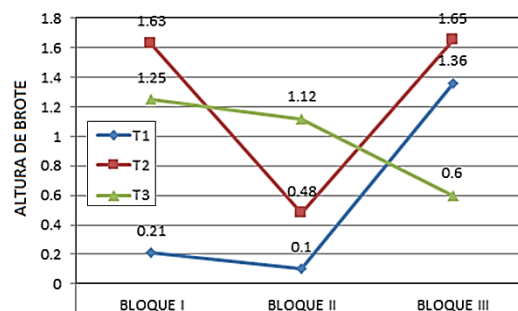


Figura 6. Gráfica de Diseño en Bloques completos al azar (DBCA) para el carácter altura promedio de brote, de *C. variegatum* "croto", obtenido a partir de esqueje de tallo con yema, mediante la aplicación de Ácido indolbutírico a 0; 0,5 y 1%, a los 60 días de su aplicación.

En suma, los resultados obtenidos, muestran que el material vegetal utilizado, tuvo buena respuesta de adaptación y resistencia a las condiciones de enraizamiento, reflejado en su elevada capacidad de sobrevivencia; siendo esta uno de los parámetros más importantes a medir en reproducción vegetativa (Latsague et al., 2008); por lo que el empleo de esta técnica permitirá realizar una multiplicación a gran escala de *C. variegatum* en menor tiempo y sobre todo con menor gasto de producción.

CONCLUSIONES

La concentración de 0,5% de ácido indolbutírico produce mayor número de brotes de *C. variegatum* "croto".

Las concentraciones de 0% y 0,5% de ácido indolbutírico resultaron ser las mejores en relación número de raíces de *C. variegatum* "croto".

La concentración de 0% de ácido indolbutírico resultó ser la mejor con relación a la longitud de raíz mayor de *C. variegatum* "croto".

Se recomienda continuar con investigaciones de esta índole, a fin de optimizar esta técnica en otras especies; toda vez que su empleo resultaría más efectivo y económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azcón, J.; Talón, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2da Edición. Ediciones McGraw-Hill Interamericana. Barcelona, España. 520 pp.
- Cotes, J.; Nustes, C. 2001. Evaluación de dos tipos de esquejes en la producción de semilla prebásica de papa criolla (*Solanum phureja* juz et. buk) variedad "yema de huevo". Agronomía Colombiana 18(1-2): 7-13.
- De la Cruz, J.; Mejía, F.; Mostacero, J.; López, E.; Gonza, A. 2014. Efecto de la concentración del 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en el enraizamiento de estacas de *Rosa* sp., rosa silvestre, en condiciones de invernadero. Revista Indes 2(1): 37-43.
- De Souza, J.; Bender, A.; Tivano, J.; Barroso, D.; Mroginski, L.; Vegetti, A.; Felker, P. 2014. Rooting of *Prosopis alba* mini-cuttings. New Forests 45(5): 745-752.
- Dirchwolf, P.; Schroeder, M. 2015. Establecimiento de un método de propagación vegetativa para *Catharanthus roseus* (L.). Revista Cubana de Plantas Medicinales 19(2): 200-211.
- Durango, E.; Humanez, A. 2017. Enraizamiento de esquejes de Caña Agria (*Cheilocostus speciosus*. J. Koenig) Rev. Colomb. Biotecnol. 19(2): 133-139.
- González, A.; Rodríguez, D.; Corona, A.; Gil, J. 2019. Propagación por estacas y calidad de planta en *Acer negundo* L. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 10(51): 224-243.
- Hartmann, H.; Kester, D. 2000. Propagación de Plantas. Principios Prácticos. 8va edición. Editorial Continental: México. 760 pp.
- Latsague, M.; Sáez, P.; Hauenstein, E. 2008. Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. BOSQUE 29(3): 227-230.
- Latsague, L.; Sáez, P.; Yáñez, J. 2009. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. BOSQUE 30(2): 102-105.
- López, E.; Chico, J.; Neyra, J.; Zavaleta, C. 2005. Microinjertación *in vitro* de yemas apicales y axilares de *Citrus limon* (L.) Burm.f. "limón común" en patrones de *Citrus aurantium* L. "naranja agria". Rebiol 25(1-2): 10-14.
- López, E.; Gil, A.; López, A. 2016. Enraizamiento de esquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni (Asteraceae) "estevia", aplicando dosis creciente de ácido indolbutírico. Arnelo 23(2): 569-576.
- López-Corona, B.; Mondaca-Fernández, I.; Gortáres-Moroyoqui, P.; Meza-Montenegro, M.; Balderas-Cortés, J.; Ruiz-Alvarado, C.; Rueda-Puente, E. 2019. Enraizamiento de esquejes de *Salicornia bigelovii* (Torr.) por quitosano como un bioproducto de origen marino. Terra Latinoamericana 37(4): 361-369.
- Mendoza, W.; López, S.; Mostacero, J.; Gil-Rivero, E.; López, A.; De la Cruz-Castillo, A. 2020. Determinación de las concentraciones adecuadas de 2,4 diclorofenoxiacético y Kelpak en el enraizamiento de estacas de *Vaccinium floribundum* Kunth "pushgay". Manglar 17(1): 21-25.

- Muñoz, M.; Molina, R. 2016. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y edad de las estacas en el enraizamiento de *Myrceugenia exsucca*. BOSQUE 37(3): 637-641.
- Peredo, S.; Parada, E.; Alvarez, R.; Barrera, C. 2015. Propagación vegetativa por estacas de *Dasyphyllum diacanthoides* mediante recursos endógenos. Una aproximación agroecológica. Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat 14(4): 301-307.
- Pöhl, E. 2006. Doce plantas tóxicas de Guatemala. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala 15(1): 80-89.
- Ruiz, R.; Vargas, J.; Cetina, V.; Villegas, A. 2005. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de *Gmelina arborea* Roxb. Revista Fitotecnia Mexicana 28(4): 319-326.
- Saldías, G. 2016. Propagación vegetativa por esquejes de *Monttea chilensis* Gay. Gayana Bot. 73(1): 25-31.
- Sisaro, D.; Hagiwara, J. 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. 1ra edición. Editorial INTA: Hurlingham, Buenos Aires.