

## Obtención de plantas madre de *Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo a partir de estacas en condiciones semicontroladas

Mónica Jadán Guerrero<sup>1,2</sup>, Rafael Gómez-Kosky<sup>2</sup>, Idalmis Bermúdez-Caraballoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Vida, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ave Gral Rumiñahui. Sangolquí. Quito. Ecuador. PO BOX 171-5-31B. e-mail: mbjadan@espe.edu.ec; monica@ibp.co.cu

<sup>2</sup>Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

### RESUMEN

El babaco [*Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo] conocido también como papaya de montaña es una fruta originaria de las zonas altas de Ecuador y Colombia. El presente trabajo se realizó con el objetivo de establecer un banco de plantas donadoras del híbrido babaco, a partir de estacas, bajo condiciones semicontroladas. Como material vegetal se emplearon plantas de dos años de edad cultivadas en casas de cultivo. Posteriormente, se dividió el tallo en diferentes secciones de 25 cm de longitud. Estas fueron plantadas en fundas plásticas con sustrato y sometidas a un control fitosanitario con fungicida Carbendazim al 0.5% (v/v) y se cuantificó a las seis semanas de cultivo, el número de estacas enraizadas, el número y longitud de los brotes y número de hojas por estaca. También se determinó el efecto de la aplicación del bioestimulante (GERMO-TB01) para lograr aumentar el número de brotes axilares. Los resultados de este trabajo permitieron alcanzar un 100% de brotación y formación de raíces en las diferentes secciones de tallo. Los mejores resultados en la formación de nuevos brotes se alcanzaron en los explante S1, S2 y S3. Sin embargo, al aplicar el bioestimulante la formación de nuevos brotes se incrementó a 5.82 por sección del tallo, con una mejor calidad. Con los resultados de este trabajo se dispondrá de material vegetal donante para desarrollar protocolos de propagación *in vitro* de este híbrido, con alta calidad genética y fitosanitaria.

Palabras clave: bioestimulante, casa de cultivo, enraizamiento, material vegetal donante

## Obtention of *Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo mother plants from cuttings under semi-controlled conditions

### ABSTRACT

The babaco [*Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo] also known as mountain papaya is a native fruit from the highlands of Ecuador and Colombia. The present work was carried out with the objective of establishing a bank of donor plants of the babaco hybrid from cuttings, under semicontrolled conditions. Two-year-old plants grown in greenhouse was used as initial plant material. Subsequently, the stem was divided into different sections of 25 cm in length. These were planted in plastic sheaths with substrate and subjected to a phytosanitary control with 0.5% (v/v) Carbendazim fungicide. At six weeks of culture, the number of rooted cuttings, the number and length of shoots and number of leaves per cutting were quantified. The effect of biostimulant application (GERMO-TB01) was also determined to increase the number of axillary shoots. The results of this work allowed to reach a 100% budding and root formation in the different sections of stem. The best results in the formation of new shoots were reached in explants S1, S2 and S3. However, when applying the biostimulant the formation of new shoots increased to 5.82 per stem sections with better quality. Since the results of this work will be available donor plant material to develop *in vitro* propagation protocols of this hybrid, with high genetic and phytosanitary quality.

Key word: bio-stimulant, donor plant material, greenhouse, rooting

### INTRODUCCIÓN

El babaco [*Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo], es un híbrido natural originario de las zonas andinas de Ecuador y Colombia. De las 16 especies de *Vasconcellea* que posee

Ecuador, el babaco es la única que se ha desarrollado comercialmente, por poseer un fruto con cualidades nutricionales y su uso en la industria. Es rico en pectina y papaína, enzima que facilita el desdoblamiento de la proteína animal (Corteza, 2013), posee bajo

contenido de azúcares y calorías, alto contenido en vitaminas A, C y buen sabor al madurar. Estas características han sido imprescindibles para su consumo en el mercado nacional e internacional (Pro-Agro, 2007).

El principal problema que presenta el cultivo del híbrido de babaco en su producción y comercialización, es el carácter estéril que presenta su fruto, por ser partenocárpico, es decir que no posee semilla. Esto implica que su propagación tradicional se realice de forma asexual, por medio de estacas. Por este motivo se incrementa la difusión de enfermedades. Dentro de las más importantes están las infecciones masivas bacterianas del género *Erwinia* y *Agrobacterium* y el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasconcellea* que produce la Marchitez Vascular del Babaco (MVB) y genera grandes pérdidas (Scheldeman *et al.*, 2003). Como medida preventiva los agricultores utilizan gran cantidad de agroquímicos que afectan la calidad de la fruta, contaminan el ambiente y perjudican la salud humana (AAIC, 2003).

En Ecuador hay más de 180 hectáreas de cultivo de babaco, a campo abierto y bajo condiciones de invernadero con una densidad de plantación entre 5500 a 8000 plantas por hectárea. El babaco puede rendir un promedio de 200 a 250 toneladas por hectárea. Sin embargo, debido a los problemas antes mencionados, las producciones nacionales y la exportación a mercados internacionales se han reducido notablemente (CORPEI, 2006).

Por este motivo, no existe un sistema de propagación confiable a gran escala para la producción de plantas de babaco libres de enfermedades. No obstante, una de las estrategias utilizadas por los agricultores para dar solución a dicha limitante es el sistema de propagación por estacas. Estas técnicas permiten la selección rigurosa a partir de los caracteres de las plantas madre, como la robustez, la sanidad, la edad (mínimo 2 años de edad) y las preferencias de plantas que se encuentren a campo abierto. Pero, depende en gran medida del riguroso control fitosanitario que realizan a las plantas donadoras (Fabara *et al.*, 1985; Muñoz, 1986; AAIC, 2003).

Por otra parte, el uso de las técnicas de cultivo de tejidos en esta especie ha sido poco exitoso,

debido al uso de material vegetal plantas que crecen en condiciones de campo, sin control sanitario, expuestas al ambiente y en estado de madurez fisiológica.

La posibilidad de clonar individuos selectos que han alcanzado el estado adulto para tener la seguridad de su alta calidad es casi imposible en la mayoría de las especies. Dicha condición de adultez restringe las capacidades morfogénicas del individuo. Por ello, para que todo intento de propagación *in vitro* tenga éxito asegurado deberá emplearse material vegetal juvenil o rejuvenecido y con una calidad fitosanitaria garantizada. La capacidad de propagación vegetativa, por medio de cualquier técnica, está asociada con el carácter juvenil, por lo que cuanto más joven sea el individuo, más rápido y fácil será su propagación (Caso, 1992).

Teniendo en cuenta dicha problemática el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de obtener plantas madre del híbrido babaco a partir de estacas, bajo condiciones semicontroladas. Estas podrían emplearse como material donante de brotes para el establecimiento *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Material vegetal*

Para el desarrollo de la investigación se emplearon como material vegetal 100 plantas del híbrido babaco cultivadas en casa de cultivo en un suelo franco arenoso arcilloso. Se ubicaron en el Sector del Triunfo en la Provincia de Tungurahua, Ecuador a 2600 m.s.n.m., con las siguientes características: robustas, sanas (visualmente), con dos años de edad y en etapa de producción. Fueron seleccionadas 35 plantas para la obtención de las secciones de tallo (estacas).

### **Efecto del empleo de diferentes secciones de tallo en el establecimiento de estacas**

Este experimento tuvo como objetivo determinar la respuesta de diferentes secciones de tallo provenientes de las plantas donadoras, en el establecimiento de estacas.

Se tomaron segmentos de tallos de 25 cm de longitud y un diámetro entre 3 a 5 cm, una vez

eliminada la zona apical (Figura 1) se establecieron cuatro tratamientos los cuales se describen a continuación:

- S1: segmento de tallo de 25 cm, al cual se le eliminó 5 cm a partir de la yema apical
- S2: segmento de tallo de 25 cm seguido del segmento 1
- S3: segmento de tallo de 25 cm seguido del segmento 2
- S4: segmento de tallo de 25 cm seguido del segmento 3

A todas las estacas se les realizó un corte en forma de bisel en la parte superior para evitar la pudrición y presencia de contaminantes y en la parte inferior de forma transversal para tener mayor área de formación de raíces (Figura 1). A las estacas se les aplicó el fungicida Bavistin® (BASF, Alemania) 1 ml l<sup>-1</sup>, combinado con Hidróxido de Cobre 1 g l<sup>-1</sup> y se dejaron en posición de 45° de inclinación por 8 días bajo sombra dentro de la casa de cultivo. Transcurrido este tiempo se eliminó el látex y se cicatrizaron los cortes (Eyden y Cabrera, 1999).

Posteriormente, las estacas fueron plantadas en fundas plásticas de 1 kg de capacidad (15 x 10 cm) de acuerdo con la metodología propuesta por AAIC (2003). Se utilizó como sustrato suelo de la zona (franco arenoso arcilloso), humus de lombriz y pomina en proporción 3:1:1 según Cevallos y Ramos (1990), que se desinfectó con anterioridad y se mantuvieron las bolsas con las estacas bajo condiciones semicontroladas, en casa de cultivo. Se realizaron dos riegos por semana, con ayuda de regadera directamente en el sustrato de la funda plástica. La temperatura dentro de la casa de cultivo osciló entre 15-

23°C con una humedad relativa de 40-50%. Se empleó una malla sombra 50% de color negro. Además se realizaron aplicaciones del fungicida Carbendazim 0.5% (v/v) (Nufarm, EUA), a las secciones de tallo cada 2 días durante 3 semanas.

Se utilizaron 35 estacas por cada tratamiento como repetición. A las seis semanas de cultivo se evaluaron: la cantidad de explantes con raíces por cada tratamiento y a partir de este dato primario se calculó el porcentaje de enraizamiento, el número y longitud de los brotes axilares, así como el número de hojas por estaca.

### Efecto del bioestimulante foliar (GERMO-TB01) sobre la formación de brotes

El objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de la aplicación del bioestimulante GERMO-TB01 (mezcla de macronutrientes, micronutrientes y reguladores del crecimiento auxinas y citoquininas) desarrollado por la empresa Germoplanta Cia. Ltda, Quito, Ecuador, en las estacas para la formación de brotes axilares de acuerdo con los resultados del experimento anterior. Se establecieron dos tratamientos con y sin aplicación del bioestimulante. La aplicación se realizó a partir del segundo día de plantadas las secciones de tallo que mejores resultados tuvieron en el primer ensayo. Se empleó un dispensador y se aplicó una dosis de 1 ml l<sup>-1</sup>, con una frecuencia de cada dos días durante tres semanas (datos obtenidos a partir de ensayos previos).

En cada tratamiento se emplearon 35 estacas como repetición y la evaluación del número de brotes obtenidos se realizó a las seis semanas de cultivo.

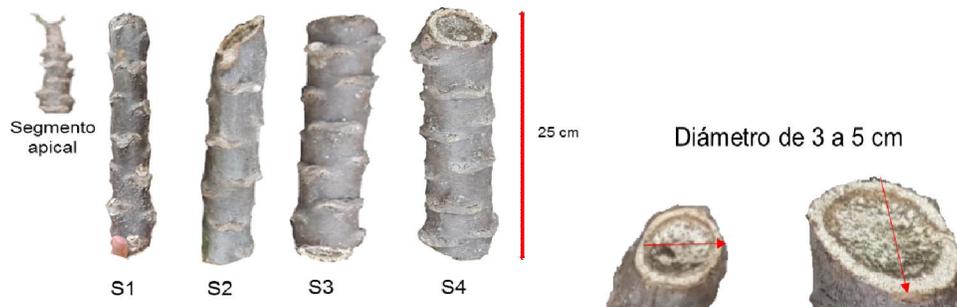


Figura 1. Segmentos del tallo de plantas del híbrido de babaco, de dos años de edad en condiciones semicontroladas, que se emplearon en el experimento una vez eliminada la zona apical de alrededor de 5 cm.

### Análisis estadístico

Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete de programas SPSS para Windows versión 23 de 2014. Para el análisis de la normalidad de las variables se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks. Para la comparación entre las medias se aplicó la alternativa no paramétrica del Análisis de Varianzas, la prueba de Kruskal-Wallis y para la comparación entre parejas de grupos se utilizó la prueba de Mann-Whitney. Para las variables que cumplían normalidad se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias según la prueba de Tukey. En todos los casos las diferencias se establecieron para  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto del empleo de diferentes secciones de tallo en el establecimiento de estacas

Todos los segmentos de tallo independientemente de la posición en la planta formaron raíces (100%) y desarrollaron de tres a cuatro hojas, a las seis semanas de cultivo (Figura 2). Al respecto Okoro y Grace (1978) señalaron que estacas tomadas de especies con altos niveles de citoquininas endógenas son más fáciles de enraizar que aquellas con bajos niveles de esta fitohormona, lo cual pudiera ser una explicación a los resultados alcanzados en el presente trabajo. Similares resultados informó Muñoz (1986) al alcanzar un 100% de enraizamiento de las estacas después de 37 días de cultivo en condiciones semicontroladas y riego por nebulización, pero emplearon estacas herbáceas. De acuerdo con lo señalado por Hartmann *et al.* (1990), en estacas leñosas tomadas de diferentes posiciones del brote se observó una variación en la producción de raíces, presentando en la mayoría de los casos un mayor porcentaje de enraizamiento en estacas procedentes de la porción basal del brote. Por otro lado, en ensayos realizados por este mismo autor con tres portainjertos de cerezo (*Prunus avium* L., *Prunus cerasus* L. y *Prunus mahaleb* L.) utilizando material semileñoso y herbáceo se obtuvo un mayor porcentaje de enraizamiento de estacas en aquellos casos en que fueron tomadas desde la parte apical y menor porcentaje de enraizamiento en aquellas tomadas de la parte basal.

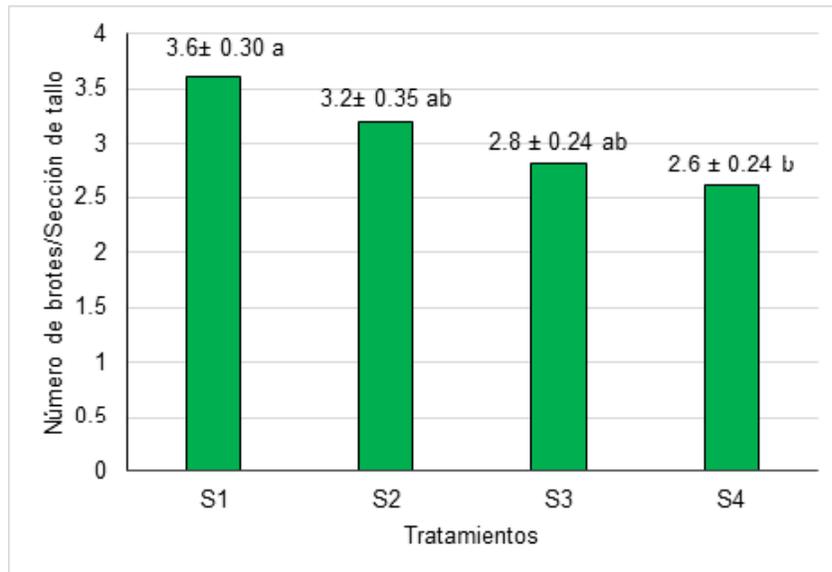
La AAIC (2003) señaló que con el empleo de estacas en esta especie se alcanzó un buen sistema radicular a los 60 a 90 días después plantadas, aunque en el presente trabajo esto se logró en solo seis semanas (42 días), lo cual puede ser debido a las condiciones de cultivo empleadas (50% de sombra, sustrato adecuado, protección fitosanitaria) y el origen del material vegetal de partida para obtener las estacas. En general, el estado nutricional de la planta madre es importante para el enraizamiento de las estacas (Hartmann y Kester, 1999). Varios investigadores han correlacionado positivamente los niveles de carbohidratos en las estacas con su capacidad para iniciar primordios radicales, reconociendo que una adecuada reserva de hidratos de carbono, en combinación con una relación carbono nitrógeno alta, favorece el enraizamiento (Gutiérrez, 1995).

Respecto a la variable número de brotes por estaca, los segmentos de tallo S1 alcanzaron los mayores valores con diferencias significativas con los segmentos de tallo S4. Los segmentos de tallo S2 y S3 tuvieron una respuesta intermedia ya que los valores fueron similares a los alcanzados por los segmentos de tallos S1 y S4 (Figura 3). Esta es una variable importante para contar con material rejuvenecido y cultivado en condiciones semicontroladas para ser utilizado en la fase de establecimiento *in vitro* de esta especie. El segmento de tallo (S4) fue donde se alcanzaron los menores resultados, una explicación a esto puede ser debido al efecto de la concentración endógena de reguladores del crecimiento en los diferentes segmentos de tallo (S1, S2 y S3) después del corte apical, sobre todo de las citoquininas (Azcon-Bieto y Talón, 2008). Unido a lo anterior también al estado juvenil del segmento de tallo donde las yemas pueden estar en estado de dormancia (Hartmann y Kester, 1995).

En la literatura científica existe muy poca información sobre esta temática en babaco, solo Fabara *et al.* (1985) y AAIC (2003) quienes emplean diferentes segmentos de tallo para la multiplicación del babaco pero plantando directamente estos en suelo en condiciones de campo. Las estacas contienen frecuentemente una cantidad alta de carbohidratos, los cuales constituyen las reservas de alimentos para el establecimiento inicial de las plantas. El vigor



Figura 2. Brotes de estacas del híbrido babaco [*Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo] proveniente de los diferentes segmento de tallo (S1-S4) a las seis semanas de cultivo en condiciones semicontroladas.



Barras con letras no comunes difieren significativamente según prueba de Tukey para  $p \leq 0.05$  ( $n=35$ ) Media ± EE (Error Estándar)

Figura 3. Efecto de los diferentes segmentos de tallo del híbrido babaco [*Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo] sobre la formación de nuevos brotes a las seis semanas de plantadas, bajo condiciones semicontroladas.

de las plantas recién emergidas depende de la disponibilidad de esas reservas, las cuales generalmente está determinado por la edad y la sección de donde se corte la estaca. Se recomienda que el diámetro no sea inferior a la mitad del grosor máximo del tallo de la planta. Generalmente un diámetro de 2 a 3 cm es apropiado en una estaca para plantar (Hartmann y Kester, 1999), lo cual apoya los resultados del presenta trabajo.

Para la variable longitud de los brotes no existieron diferencias significativas entre los diferentes tipos de segmentos de tallos y varió entre 3.0 y 3.3 cm.

En cuanto al número de hojas totales por brote los mejores resultados se lograron en el segmento de tallo S1 con 3.6 hojas por explante con diferencia significativa con el resto de tratamientos (Tabla 1).

Los resultados de esta investigación pueden estar determinados por el efecto que las auxinas ejercen tanto en la iniciación de los primordios, como en la determinación de la posición a la que emergen de la zona periférica del meristemo. La iniciación de un nuevo primordio viene siempre precedida por la acumulación localizada de concentraciones relativamente elevadas de auxina en la zona periférica del meristemo. Es conocido que en la parte apical de la planta existe una concentración endógena de auxinas y citoquininas, por tal motivo habrá formación de un mayor número de brotes en esta zona (Azcon-Bieto y Talón, 2008).

### Efecto del bioestimulante foliar (GERMO-TB01) sobre la formación de brotes

La aplicación de la solución del bioestimulante logró inducir mayor formación de nuevos brotes axilares de babaco. Las evaluaciones realizadas a los seis semanas de plantadas las secciones de tallo tratadas con el producto, formaron un promedio de 5.82 brotes por explante con diferencia significativas respecto a las no tratadas (Figuras 4 y 5). En el caso específico de babaco no existen informes en la literatura nacional e internacional al respecto, por lo que los resultados se comparan con papaya (*Carica papaya* L.). En este sentido, Posada *et al.* (2004) refirieron resultados similares, pero al aplicar una mezcla de reguladores del crecimiento (6-bencilaminopurina – ácido giberélico) en el área foliar en plantas de papaya, pero en condiciones de campo.

En plantas leñosas y semileñosas, una vez que han alcanzado la fase adulta, estas logran una completa especialización y estabilidad

fisiológica. Esto representa un problema ya sea para macro o micropropagación a partir de propágulos adultos, pues la respuesta no será buena (Hackett, 1985). Ante esta dificultad es necesario inducir a la planta adulta a un rejuvenecimiento y lograr la formación de varios brotes.

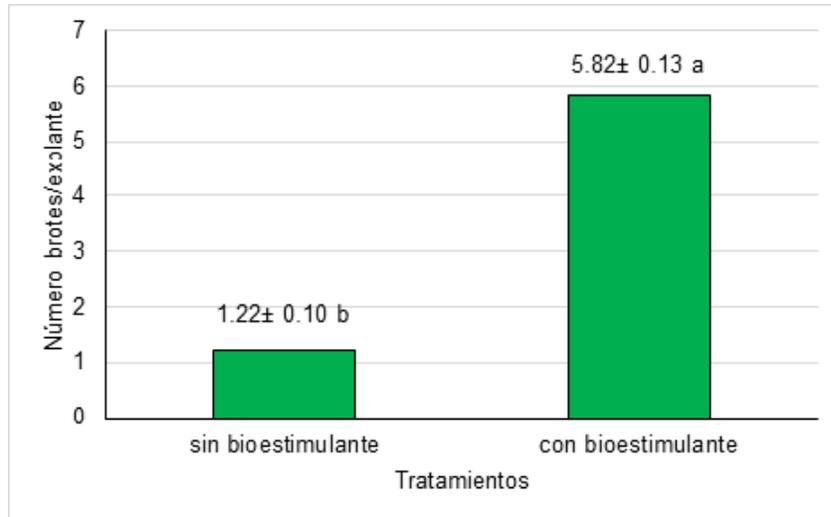
Es así como la redefinición celular juega un papel muy importante, ya que permite a las células maduras de una planta adulta de forma temporal pasar desde su forma adulta a su forma juvenil, a esto se le conoce como rejuvenecimiento y esto puede tener consecuencias muy importantes. Este proceso puede ser inducido con la aplicación de un agente externo como el uso de reguladores de crecimiento (George *et al.*, 2008; Azcon-Bieto y Talón, 2008). Las citoquininas pueden considerarse como una sustancia antienvjecimiento importante y facilitan la revitalización tanto *in vivo* como *ex vitro*. El regulador de crecimiento bencilaminopurina promueve el crecimiento de yemas laterales y yemas en dormancia y puede inducir la formación de yemas adventicias, a menudo ligadas a un verdadero rejuvenecimiento (Pierik, 1990). Estos resultados coinciden con los alcanzados en el presente trabajo al aplicar el bioestimulante GERMO-TB01, el cual indujo a la formación de nuevos brotes en las estacas de babaco.

En las secciones de tallo a las cuales no se aplicó el bioestimulante la producción de nuevos brotes apareció con menor frecuencia y en un tiempo más prolongado (8-10 semanas), pues no recibieron un estímulo externo para que ocurriera el rejuvenecimiento, ni la formación de nuevas

Tabla 1. Efecto del uso de diferentes secciones de tallo en el número de hojas por brote del híbrido babaco *Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo a las seis semanas de plantadas, en condiciones semicontroladas.

Tratamientos	Número de hojas formadas por brote	
	Medias Reales	Medias de Rango
S1: segmento de tallo de 25 cm, al cual se le eliminó 5 cm de la yema apical	3.60	7.00 a
S2: segmento de tallo de 25 cm seguido del segmento 1	3.00	4.00 b
S3: segmento de tallo de 25 cm seguido del segmento 2	3.00	4.00 b
S4: segmento de tallo de 25 cm seguido del segmento 3	3.40	5.00 b

Rangos medios con letras no comunes difieren significativamente según prueba de Kruskal-Wallis/Mann Whitney para  $p \leq 0.05$  ( $n=35$ )



Letras no comunes sobre barras indican diferencias significativas entre las medias según prueba de Tukey para  $p \leq 0.05$  ( $n=35$ ) Media  $\pm$  EE (Error Estándar)

Figura 4. Efecto del empleo del bioestimulante (GERMO TB01) sobre la formación de nuevos brotes axilares de plantas del híbrido babaco [*Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo] a las seis semanas de plantadas en condiciones semicontroladas.



Figura 5. Formación de nuevos brotes en estacas (segmento de tallo S2) del híbrido babaco [*Vasconcellea x helbornii* (Badillo) Badillo] a las seis semanas de plantadas (A) Segmentos de tallos en fundas plásticas sin aplicación del bioestimulante (B) Segmentos de tallos en fundas plásticas con aplicación del bioestimulante GERMO-TB01.

yemas. Además, es importante señalar que al compuesto el bioestimulante por macro y micro nutrientes, la calidad del brote que se obtiene en comparación con los brotes provenientes de las secciones de tallo a las cuales no se aplicó el producto fue mayor y con más vigor (Figura 5).

### CONCLUSIONES

Las investigaciones realizadas han permitido establecer un protocolo para el establecimiento de estacas bajo condiciones semicontroladas

del híbrido babaco. Esto se logró a través de un sistema repetible donde uno de los factores cruciales fue el uso de material vegetal de partida, plantas madre élite de dos años de edad, con mejores características fitosanitarias, vigor y producción, utilizando las secciones de tallo que comprende los segmentos de 25 cm de longitud S1, S2 y S3, acompañadas con las medidas de control fitosanitario, así como el uso del bioestimulante GERMO-TB01 aplicado dos veces por semana, lo cual ayuda en el rejuvenecimiento celular. Con los resultados alcanzados, se

dispondrá de material vegetal donante para desarrollar protocolos de propagación *in vitro* de este híbrido, con una alta calidad genética y fitosanitaria.

## REFERENCIAS

- AAIC (2003) El Cultivo de babaco en invernadero (*Carica pentagona*). Abya Yala, Quito
- Azcon-Bieto J, Talón M (2008) Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid; ISBN: 978-84-481-5168-3
- Caso OH (1992) Juvenilidad, rejuvenecimiento y propagación vegetativa de las especies leñosas. Agriscientia IX (1): 5-16
- Cevallos M, Ramos R (1990) Evaluación de tipos de estacas, sustratos y tres dosis de Rootone F (ácido naftalen acético e indol butírico), para propagación de Jigacho (*Carica stipulata*, B.). Tesis Ing Agr, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Ambato, Ecuador
- CORPEI (2006) Babaco. Disponible en: [http://www.sierraexportadora.gob.pe/datasix/dctos/estudios\\_mercado/Babaco\\_2006.pdf](http://www.sierraexportadora.gob.pe/datasix/dctos/estudios_mercado/Babaco_2006.pdf). Consultado 21/07/2015
- Corteza J (2013) Información sobre el Babaco. Disponible en: <http://rifruco.blogspot.com/p/informacion-de-la-fruta.html>. Consultado 25/07/2015
- Eyden CE, Cabrera O (1999) Wild edible plants of southern Ecuador. Abya Yala, Quito
- Fabara J, Bermeo N, Berberán C (1985) Manual del Cultivo del Babaco. Grupo Esquina editores – diseñadores SA Impresión Cia Ltda, Ambato
- George EF, Hall MA, de Klerk GJ (2008) Stock plant physiological factors affecting growth and morphogenesis. En: George EF, Hall MA, de Klerk GJ (eds). Plant Propagation by Tissue Culture, pp. 405-408. Springer Publisher, Dordrecht; doi: 10.1007/978-1-4020-5005-3
- Gutiérrez B (1995) Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Ciencia e Investigación Forestal 9(2): 261-277
- Hackett WP (1985) Juvenility, maturation, and rejuvenation in woody plants. Horticult Rev 7: 109-155
- Hartmann H, Kester D, Davies F (1990) Plant propagation: principles and practices. Prentice-Hall, New Jersey; ISBN: 10: 0135014492
- Hartmann T, Kester D (1999) Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Compañía Editorial Continental, México DC; ISBN: 9682607892
- Muñoz C (1986) Propagación del babaco (*Carica x heilbonii* Badillo nm *pentagona* (Heilborni Badillo) Mediante estacas apicales herbáceas. Agricultura Técnica 46 (4): 513-514
- Okoro OO, Grace J (1978) The physiology of rooting *Populus* cuttings. II Cytokinin activity in leafless hawthorn cuttings. Physiol Plant 44:167-170
- Pierik RLM (1990) Rejuvenation and micropropagation. En: Nijkamp HJJ, Van der Plas LHW, Van Aartrijk J (eds). Progress in Plant Cellular and Molecular Biology, pp. 91-101. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht; doi: 10.1007/978-94-009-2103-0
- Posada L, Gómez R, Gallardo J, Reyes M, Herrera I (2004) Establecimiento *in vitro* de ápices de plantas de campo del híbrido cubano de Papaya IBP 42-99. Biotecnología Vegetal 4 (3): 153-158
- Pro-Agro E (2007) Fitoquímica y Agroindustrialización de dos genotipos de *Vasconcellea*, chamburo (*Vasconcellea cundinamaricensis* V. Badillo) y toronche (*Vasconcellea stipulata* V. Badillo). Sangolqui, Quito
- Scheldeman X, Romero J, Van Damme V, Heyens V, Van Damme P (2003) Potencial de papayas de altura (*Vasconcellea spp.*) en el sur del Ecuador. Lyonia 5(1): 73-80

Recibido: 22-10-2015  
Aceptado: 08-12-2015