



Propagación vegetativa de tres especies de bambú en la selva nororiental

Vegetative propagation of three bamboo species in the nor east region

Andrea Violeta Arancibia Alfaro¹*; Gilberto Domínguez Torrejón¹

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Email: andreaarancibia125@gmail.com; gdominguez@lamolina.edu.pe

Recepción: 20/10/2018 ; Aceptación: 05/01/2019

Resumen

La investigación se propuso determinar las diferentes respuestas a la propagación vegetativa de tres especies de bambú (*Guadua weberbaueri*, *Guadua lynncarkiae* y *Guadua angustifolia*) a partir de secciones de ramas. Los factores de evaluación aplicados fueron el número de nudos en la estaca, el efecto de una sustancia hormonal y, como cofactor, el diámetro de la estaca. El experimento se realizó en un propagador instalado en el Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (Indes-Ces) en Rodríguez de Mendoza, Amazonas. Se realizaron evaluaciones quincenales de la germinación y, a los tres meses, se evaluó el enraizamiento. Las variables de respuesta estuvieron relacionadas con la supervivencia, el porcentaje de germinados, el número de brotes y el enraizamiento. La especie *Guadua angustifolia* tuvo mayor porcentaje de germinación y fue la única especie que presentó enraizamiento (3%). El factor hormonal no tuvo efecto favorable en la mayoría de los tratamientos evaluados. Para el factor referido al número de nudos, las estacas con un nudo favorecieron la germinación inferior y el número de brotes inferiores por estaca. El diámetro de la estaca tuvo significancia en todas las variables para la especie *Guadua weberbaueri*.

Palabras clave: bambú; guadua; propagación vegetativa; germinación; enraizamiento.

Abstract

The behavior of branch sections in the vegetative propagation of three bamboo species (*Guadua weberbaueri*, *Guadua lynncarkiae* and *Guadua angustifolia*) was determined. The factors of evaluation applied were: number of nodes in the cutting, the effect of a hormonal substance, and the diameter of the cutting as covariable. The experiment was installed in a propagator at the Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (Indes-Ces) in Rodríguez de Mendoza, Amazonas. Biweekly sprouting evaluations were carried out and after three months rooting was evaluated. The response variables were related to survival, percentage of sprouting, number of shoots and rooting. The specie *Guadua angustifolia* had a higher sprouting percentage and was the only specie that presented rooting (3%). The hormonal factor did not have a favorable effect in most of the treatments evaluated. For the nodes number factor, the cuttings with one node favored the lower sprouting and the number of lower buds per cutting. The diameter of the cutting had significance in all the variables for the specie *Guadua weberbaueri*.

Keywords: bamboo; guadua; vegetative propagation; sprouting; rooting.

Forma de citar el artículo: Arancibia, A.; Domínguez, G. 2019. Propagación vegetativa de tres especies de bambú en la selva nororiental. Anales Científicos 80 (1): 92- 110 (2019).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i1.1362>

Autor de correspondencia: Andrea Violeta Arancibia Alfaro. Email: andreaarancibia125@gmail.com

© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

1. Introducción

Los bambús pertenecen a una de las 12 subfamilias de la familia de las gramíneas (Poaceae) y representa el único grupo de gramíneas que se diversifican en bosques (Clark *et al.*, 2015). Son plantas extremadamente diversas y económicamente importantes, que crecen en todos los continentes, excepto en Europa; se encuentran distribuidas en regiones tropicales y templadas de Asia, África y América (Castaño y Moreno, 2004). En el Perú, la subfamilia Bambusoideae, habita con preferencia las selvas tropicales y subtropicales húmedas (Tovar, 1993).

El bambú tiene múltiples beneficios ambientales, entre los cuales se encuentra la captura de carbono, debido a su rápido crecimiento, y el ser una planta ideal para la defensa ribereña y control de la erosión.

El uso de semillas para la propagación de bambús es desafiante debido a la floración esporádica y a los largos ciclos de floración, por lo que generalmente la propagación se realiza vegetativamente mediante diversos métodos. En algunos casos, estos métodos son solo usados a baja escala debido al daño que se podría causar a la planta madre (Sandhu *et al.*, 2018).

La especie más utilizada y comercializada en el Perú es la especie introducida *Guadua angustifolia*, que es de gran importancia debido a sus dimensiones y excelentes propiedades estructurales (Ely, 2017). Esta especie cuenta también con la mayor cantidad de estudios sobre su silvicultura, propiedades físico mecánicas y usos a nivel de América tropical. Por otro lado, las especies *Guadua weberbaueri* y *Guadua lynnclarkiae*, son nativas del Perú y representativas de la selva nororiental; sin embargo, la información existente es limitada y no se ha encontrado información sobre su cultivo y propagación.

De esta manera, se seleccionaron estas tres especies del género *Guadua*, distribuidas en la selva nororiental, para aplicar los mismos tratamientos de propagación vegetativa. Se utilizó, como material de propagación, secciones de ramas y se emplearon diferentes factores de prueba, con el fin de generar información inicial sobre la propagación de dos especies nativas; se tomó como referencia los estudios más avanzados

realizados con *Guadua angustifolia*, considerando los usos potenciales y múltiples beneficios ambientales que se pueden aprovechar en el Perú, pero que, debido al escaso conocimiento en las diferentes etapas de la cadena productiva, no son valorados en su verdadera dimensión, tanto en la importancia económica y el valor ambiental, como en otros.

El objetivo principal del estudio fue determinar el comportamiento de secciones de ramas como material de propagación vegetativa de las especies *Guadua weberbaueri*, *Guadua lynnclarkiae* y *Guadua angustifolia* en un ambiente semicontrolado, teniendo como objetivos específicos los siguientes: Determinar la efectividad de la germinación y enraizamiento en función del número de nudos existentes en el material de propagación de las tres especies y determinar el efecto de la aplicación de un producto enraizante sobre la efectividad de la germinación y el enraizamiento en el material de propagación de las tres especies.

2. Materiales y métodos

El material de propagación de las especies *Guadua weberbaueri* y *Guadua angustifolia* fue colectado en agosto de 2016 en la provincia Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas (6°25'22.78" S, 77°33'44.83" O) y (6°26'10.7" S, 77°30'1.7" O) y la especie *Guadua lynnclarkiae* fue colectada en el centro poblado Atumplaya, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín (5°50'49" S, 77°14'53" O).

El experimento se instaló en la Estación Experimental del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (Indes-Ces) ubicado en la provincia Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas (6°26'11.37" S, 77°31'24.58" O).

Las colectas fueron realizadas en horas de la mañana, ya que, como mencionan Hartmann y Kester (1990), es el momento en que el material vegetativo está turgente. Las secciones de material que se eligieron fueron ramas jóvenes, ubicadas en el tercio medio de la copa, y, de estas ramas, la sección del tercio medio (Castaño, 2015).

Se construyó un propagador de 5 m de largo x 1,3 m de ancho y 1,2 m de alto,

cubierto con plástico transparente de calibre 10, para conseguir una humedad relativa alta y constante, y cubierto con malla Raschel 50%. El sustrato estuvo compuesto por tierra de chacra, arena y humus de lombriz en proporción 2:1:1. Para esterilizar el sustrato se utilizó el producto Cupravit (85% de oxiclورو de cobre).

Se cortaron secciones de estacas, con aproximadamente 10 cm por encima y/o debajo de los nudos. Para la desinfección, las estacas se sumergieron en una solución de 3gr/L de oxiclورو de cobre; seguidamente, las estacas, que según el tratamiento a aplicar requirieron el uso de producto enraizante, fueron sumergidas en 5 ml del producto comercial Root – Hor (ANA 0,4%, AIB 0,1%, ácidos nucleicos 0,1%, sulfato de Zinc 0,4%, solución nutritiva 95,4%) disuelto en un litro de agua. Las estacas se sembraron de forma inclinada, en bolsas de polipropileno con un nudo enterrado en el sustrato y se midió el diámetro de cada una con un vernier electrónico. Las condiciones de temperatura y humedad fueron registradas con un termohigrómetro. Las bolsas fueron regadas diariamente por las mañanas manteniendo el sustrato húmedo.

Se realizaron evaluaciones cada dos semanas, en las que se evaluó el número de brotes inferiores y superiores formados por estaca, y una evaluación a los 3 meses de instalado el ensayo, en la cual se evaluó también el tamaño y número de raíces.

Las variables de respuesta del ensayo fueron las siguientes: Supervivencia: la supervivencia de cada estaca se consideró como variable dicotómica. Número de raíces: se contó el número de raíces formadas por estaca, se consideró como variable discreta. Longitud de raíces promedio: se midió con vernier la longitud de cada raíz formada y se encontró el promedio de estas, se consideró como variable continua. Germinación total: se evaluó si la estaca presentó o no algún brote ya sea en el nudo superior o inferior. Se consideró como variable dicotómica. Germinación inferior: se evaluó si la estaca presentó o no algún brote en el nudo inferior. Se consideró como variable dicotómica. Número de brotes total: en cada estaca se contó el número brotes formados, ya sea del nudo inferior o superior. Se consideró como variable discreta. Número de brotes inferior: en cada estaca se contó el número brotes

formados en el nudo inferior de las estacas con dos nudos. Se consideró como variable discreta.

Diseño experimental

Se instaló un experimento de propagación vegetativa por especie. Experimento 1: *Guadua weberbaueri*. Experimento 2: *Guadua lynnclarkiae*. Experimento 3: *Guadua angustifolia*. Se aplicó un Diseño Estadístico Completamente Al Azar con arreglo factorial 2x2 para cada experimento, considerando 30 repeticiones por unidad experimental, teniendo un total de 120 estacas por especie.

Los factores y niveles considerados fueron: Factor A: Número de nudos (a1 = Estaca con 1 nudo, a2 = Estaca con 2 nudos). Factor B: Aplicación de producto enraizante (b1 = Estaca sin aplicación de producto enraizante, b2 = Estaca con aplicación de producto enraizante). Los tratamientos fueron: Tratamiento 1: Estacas con un nudo y sin aplicación de hormona. Tratamiento 2: Estacas con un nudo y con aplicación de hormona. Tratamiento 3: Estacas con dos nudos y sin aplicación de hormona. Tratamiento 4: Estacas con dos nudos y con aplicación de hormona

Análisis de datos

Se compararon los resultados de los niveles de cada factor y las interacciones de la combinación de los factores. El análisis estadístico se realizó con el programa InfoStat utilizando la extensión del programa R. Se utilizaron modelos lineales mixtos, el modelo binomial para el análisis de variables dicotómicas y el modelo de Poisson para variables discretas. En cada análisis se incluyó como covariada el diámetro de la estaca, para determinar si existe efecto en la variable analizada.

3. Resultados y discusión

1. *Guadua angustifolia*

Supervivencia

El tratamiento 1 no presentó ninguna estaca viva, mientras que el tratamiento con mayor porcentaje de supervivencia fue el tratamiento 3 con 37% de supervivencia (Tabla 1). Según la prueba de hipótesis

(Tabla 2), no hubo significancia estadística para ninguno de los factores ni para el cofactor. A pesar de esto, las estacas con dos nudos presentaron una mayor media (Tabla 3) y por lo tanto mejores resultados de supervivencia; en el caso del factor de aplicación de hormona, las estacas con aplicación de hormona presentaron una mayor media (Tabla 4).

Los resultados obtenidos para las estacas con dos nudos fueron mayores a los obtenidos por Lárraga *et al.* (2011), quien obtuvo menos del 20% de supervivencia.

A pesar de haber brotado más del 50% de las estacas (Tabla 5) en todos los tratamientos, al final del ensayo el porcentaje de supervivencia fue menor, esto fue debido a que los brotes empezaron a marchitarse y a morir; como mencionan Ndiaye *et al.* (2006), citados por Lárraga *et al.* (2011), la disminución de la supervivencia está asociada a la necrosis de las yemas, la cual

provoca la muerte de las estacas en los primeros seis meses. La muerte de los brotes es principalmente causada por la falta de formación de raíces; como menciona Cuellar (1997), si la estaca no logra desarrollar sus raíces, esta no sobrevivirá. Lo mismo sucedió con las otras dos especies propagadas.

Tabla 1: Supervivencia de estacas de *Guadua angustifolia*

Tratamiento	% de supervivencia
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	0
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	10
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	37
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	27

Tabla 2: Prueba de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos para la variable supervivencia de las estacas de la especie *Guadua angustifolia*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	0	0,9913
Aplicación de hormona	1	115	0	0,9928
Diámetro de estaca	1	115	3,52	0,0632
Nudos:Hormona	1	115	0	0,9926

Tabla 3: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor número de nudos para la variable supervivencia de la especie *Guadua angustifolia*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	-0,70375	0,28873	0,33098	0,06393	A
Un nudo	-11,09391	953,12905	0,00002	0,01449	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 4: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor aplicación de hormona para la variable supervivencia de la especie *Guadua angustifolia*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Con aplicación de hormona	-1,61385	0,37447	0,16605	0,05186	A
Sin aplicación de hormona	-10,18381	953,12901	0,00004	0,036	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Porcentaje de germinación

La germinación es un factor importante en el proceso de formación de raíces en estacas, ya que como [Hartmman et al. \(1997\)](#) mencionan, las auxinas necesarias para el enraizamiento pueden provenir de los brotes terminales o laterales de una estaca. Por tal motivo, fisiológicamente, la germinación inferior o superior podría ser una fuente de producción de auxinas y, en el caso de los brotes del nudo superior, las auxinas que, posiblemente, se habrían producido podrían desplazarse al lugar de producción de raíces, que es el nudo inferior.

En el análisis también se hace la diferenciación entre germinación total e inferior ya que, según [Priestley y Swingle \(1929\)](#), anatómicamente, para la emisión de raíces en plantas monocotiledóneas, es importante la emisión de brotes y, en este caso, las raíces solo podrían ser emitidas del nudo inferior, el cual se encuentra bajo el sustrato.

[Piedrahita y Rueda \(1990\)](#), en su investigación realizada en esta misma especie, obtuvieron un porcentaje de germinación del 47% y [Gallardo et al. \(2008\)](#) obtuvieron el 53% de germinación para estacas de ramas y matambas.

Tabla 5: Porcentaje de germinación total e inferior de la especie *Guadua angustifolia*

Tratamiento	Porcentaje de estacas brotadas	
	Germinación total (inferior y superior) %	Germinación inferior %
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	60	60
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	53	53
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	93	53
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	77	27

Para la germinación total, el diámetro de la estaca tuvo significancia estadística en los resultados, al igual que el número de nudos en la estaca ([Tabla 6](#)), aquellas con dos nudos presentaron una mayor media ([Tabla 7](#)). Para el factor aplicación de hormona, los resultados no son estadísticamente diferentes, pero la mayor media se obtiene sin aplicación de hormona ([Tabla 8](#)).

Tabla 6: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de germinación total de la especie *Guadua angustifolia*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	0	0,9913
Aplicación.de.hormona	1	115	0	0,9928
Diámetro de estaca	1	115	3,52	0,0632
Nudos:Hormona	1	115	0	0,9926

Tabla 7: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor número de nudos para la variable porcentaje de germinación total de la especie *Guadua angustifolia*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	2,03609	0,43893	0,88453	0,04483	A
Un nudo	0,20506	0,26749	0,55109	0,06617	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 8: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable porcentaje de germinación total de la especie *Guadua angustifolia*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	0,59	0,1	1,81	0,18	A
Con aplicación de hormona	0,42	0,11	1,52	0,17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Para la germinación inferior no hubo significancia de los factores (Tabla 9); sin embargo, en la Tabla 10, se observa que el nivel de estacas con un nudo obtuvo un mayor promedio, por lo tanto, se podría recomendar utilizar estacas con un solo nudo debido, también, a que así se podría obtener un mayor número de estacas a utilizar en la propagación.

OuYang *et al.* (2015) mencionan que estacas con mayor diámetro y longitud pueden tener mejores resultados de enraizamiento debido a que podrían contener mayor nivel

de auxinas y carbohidratos. Sin embargo, como la germinación inferior en las especies de bambú induce el enraizamiento, en este caso, estacas más largas conteniendo dos nudos, no inducen la germinación inferior y, por lo tanto, tampoco el enraizamiento.

En cuanto al factor aplicación de hormona, el nivel de estacas sin aplicación de hormona obtuvo mayor promedio (Tabla 11), por lo que se podría recomendar no aplicar el producto ya que no demuestra algún efecto positivo en la germinación inferior.

Tabla 9: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de la variable germinación inferior de la especie *Guadua angustifolia*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	2,25	0,1365
Aplicación de hormona	1	115	2,92	0,0902
Diámetro de estaca	1	115	2,73	0,101
Nudos:Hormona	1	115	1,08	0,3007

Tabla 10: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor número de nudos para la variable porcentaje de germinación inferior de la especie *Guadua angustifolia*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	0,21	0,27	0,55	0,07	A
Dos nudos	-0,37	0,28	0,41	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 11: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable porcentaje de germinación inferior de la especie *Guadua angustifolia*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	0,25	0,27	0,56	0,07	A
Dos nudos	-0,41	0,28	0,4	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Número de brotes

Según la prueba de hipótesis (Tabla 13), para el número de brotes total existe significancia del factor número de nudos y del cofactor diámetro de estaca. En cuanto al factor número de nudos, las estacas con dos nudos presentan una media significativamente mayor que las estacas con un nudo (Tabla 14). A pesar de no haber significancia estadística, las estacas sin aplicación de hormona presentaron una media mayor que las estacas con aplicación de hormona (Tabla 15).

Según la prueba de hipótesis de la Tabla 16, los dos factores estudiados tuvieron significancia para esta variable. Estacas con un nudo y sin aplicación de hormona presentaron mayor número de brotes inferiores (Tabla 17 y Tabla 18), esto demuestra que, al usar estacas con dos nudos, se genera una inhibición de emisión de brotes en el nudo inferior; por lo tanto, anatómicamente se reducen las posibilidades de emitir raíces en el nudo inferior.

Lárraga *et al.* (2011) encontró que para la especie *Guadua angustifolia*, el método de propagación por chusquines produjo 1,11 hijuelos por planta, mientras que el método de propagación por secciones de ramas produjo 0,07 brotes en promedio.

En cuanto a la aplicación de hormona, se observa un efecto negativo en la emisión de brotes. Este suceso fue mencionado por Hartmann *et al.* (1997) quienes sostienen que al ser la hormona AIB tóxica para estacas de ciertas especies de madera suave, origina bajos niveles de rebrote.

En el año 2014, se, encontró en la propagación de *Tabebuia serratifolia* (Vahl), que el mayor porcentaje de supervivencia y de enraizamiento fueron sin ninguna dosis de AIB, lo que demuestra su toxicidad en ciertas especies.

Enraizamiento

El enraizamiento en la especie *Guadua angustifolia* fue bajo y tuvo el mismo porcentaje para todos los tratamientos (Tabla 19). El tratamiento 2 tuvo mayor número y longitud de raíces promedio, sin embargo, no es suficiente prueba estadística para concluir que fue el mejor tratamiento.

Dichos resultados concuerdan con lo que mencionan Gallardo *et al.* (2008) quien afirma que la propagación por estacas en esta especie presenta bajos porcentajes de prendimiento, sin embargo, los resultados difieren de lo mencionado por Castaño y Moreno (2004), quienes proponen este método de propagación como el que obtiene altos porcentajes de prendimiento.

A pesar de haber presentado un alto porcentaje de germinación superior e inferior, necesarios fisiológica y anatómicamente para el proceso, la formación de raíces fue mínima y, además, no se observó un efecto positivo de la aplicación hormonal en el enraizamiento. La formación de raíces adventicias es una característica genética regulada por la interacción de factores ambientales y endógenos, entre los cuales la fitohormona auxina juega un rol esencial (Pacurar *et al.*, 2014), y la cantidad a aplicar depende de la especie y de la concentración de auxina en el tejido (Inocente *et al.*, 2018).

Tabla 12: Número de brotes promedio de las estacas de *Guadua angustifolia*

Tratamiento	Número de brotes total promedio	Número de brotes inferiores promedio
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	1,1	1,1
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	1,0	1,0
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	3,0	0,9
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	2,2	0,3

Tabla 13: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de la variable número de brotes total de la especie *Guadua angustifolia*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	37,85	<0,0001
Aplicación de hormona	1	115	1,35	0,2475
Diámetro de estaca	1	115	4,46	0,0368
Nudos:Hormona	1	115	0,41	0,5216

Tabla 14: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor número de nudos para la variable número de brotes total de la especie *Guadua angustifolia*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	0,97	0,08	2,63	0,21	A
Un nudo	0,04	0,13	1,04	0,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 15: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable número de brotes total de la especie *Guadua angustifolia*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	0,59	0,1	1,81	0,18	A
Con aplicación de hormona	0,42	0,11	1,52	0,17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 16: Prueba de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de la variable número de brotes inferior de la especie *Guadua angustifolia*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	8,02	0,0055
Aplicación de hormona	1	115	4,77	0,0311
Diámetro de estaca	1	115	2,07	0,1529
Nudos:Hormona	1	115	3,4	0,0679

Tabla 17: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor número de nudos para la variable número de brotes inferior de la especie *Guadua angustifolia*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	0,04	0,13	1,04	0,13	A
Dos nudos	-0,6	0,19	0,55	0,1	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 18: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable número de brotes inferior de la especie *Guadua angustifolia*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	-0,03	0,13	0,97	0,13	A
Con aplicación de hormona	-0,53	0,18	0,59	0,11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 19: Enraizamiento, número de raíces y longitud de raíces de *Guadua angustifolia*

Tratamiento	Porcentaje de enraizamiento	Número de raíces promedio por estaca enraizada	Longitud de raíces promedio por estaca enraizada (cm)
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	3%	1	0,9
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	3%	3	6,9
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	3%	1	0,3
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	3%	1	4,8

2. *Guadua weberbaueri*

Supervivencia

Según la prueba de hipótesis de la [Tabla 21](#), sólo el cofactor diámetro de la estaca tuvo significancia en los resultados; sin embargo, los niveles con mayor media fueron los de estacas con un nudo y sin aplicación de hormona ([Tabla 22](#) y [Tabla 23](#)).

Porcentaje de germinación

La germinación total fue alta en las estacas con dos nudos, lo que podría favorecer la emisión de hormonas vegetales; sin embargo, la germinación inferior fue baja en todos los tratamientos ([Tabla 24](#)).

Según la prueba de hipótesis ([Tabla 25](#)) hubo significancia del diámetro de la estaca y del factor número de nudos. Las estacas con dos nudos presentaron una mayor media que las estacas con un nudo ([Tabla 26](#)). Estacas sin aplicación de hormona, a pesar de no ser estadísticamente diferentes a las estacas con aplicación de hormona, tuvieron una mayor media ([Tabla 27](#)).

Para la variable germinación inferior, según la prueba de hipótesis de la [Tabla 28](#), hubo significancia estadística en los resultados para el diámetro de la estaca, pero no para los factores en estudio ni su interacción; sin embargo, los niveles que obtuvieron mayor media fueron las estacas con un nudo y sin aplicación de hormona ([Tabla 29](#) y [Tabla 30](#)).

Tabla 20: Supervivencia de estacas de *Guadua weberbaueri*

Tratamiento	%
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	27
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	20
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	10
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	17

Tabla 21: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos para la variable supervivencia de la especie *Guadua weberbaueri*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	0	0,9988
Aplicación de hormona	1	115	2,02	0,1576
Diámetro de estaca	1	115	5,65	0,0191
Nudos:Hormona	1	115	0,83	0,3653

Tabla 22: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor número de nudos para la variable supervivencia de la especie *Guadua weberbaueri*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	-1,3	0,32	0,21	0,05	A
Dos nudos	-2,03	0,42	0,12	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 23: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor aplicación de hormona para la variable supervivencia de la especie *Guadua weberbaueri*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	-1,66	0,39	0,16	0,05	A
Con aplicación de hormona	-1,66	0,36	0,16	0,05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 24: Porcentaje de germinación total e inferior de las estacas de *Guadua weberbaueri*

Tratamiento	Porcentaje de estacas brotadas	
	Germinación total	Germinación inferior
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	27%	27%
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	7%	7%
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	70%	10%
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	60%	10%

Tabla 25: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de la variable germinación total de la especie *Guadua weberbaueri*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	23,87	<0,0001
Aplicación de hormona	1	115	3,79	0,0541
Diámetro de estaca	1	115	3,94	0,0495
Nudos:Hormona	1	115	1,89	0,172

Tabla 26: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor número de nudos para la variable germinación total de la especie *Guadua weberbaueri*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	0,64	0,28	0,65	0,06	A
Un nudo	-1,86	0,43	0,13	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 27: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor aplicación de hormona para la variable germinación total de la especie *Guadua weberbaueri*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	-0,12	0,29	0,47	0,07	A
Dos nudos	-1,11	0,41	0,25	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 28: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de la variable germinación inferior de las estacas de *Guadua weberbaueri*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	1,32	0,2536
Aplicación de hormona	1	115	0,8	0,3734
Diámetro de estaca	1	115	4,6	0,0341
Nudos:Hormona	1	115	3,11	0,0806

Tabla 29: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor aplicación de hormona para la variable germinación total de la especie *Guadua weberbaueri*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	-1,97	0,45	0,12	0,05	A
Dos nudos	-2,53	0,51	0,07	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 30: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor aplicación de hormona para la variable germinación total de la especie *Guadua weberbaueri*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	-1,9	0,43	0,13	0,05	A
Con aplicación de hormona	-2,6	0,52	0,07	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Número de brotes

Según la prueba de hipótesis de la [Tabla 32](#), el cofactor diámetro de la estaca y el factor número de nudos tuvieron significancia para la variable. Se obtuvo mayor número de brotes totales y mayor promedio con estacas con dos nudos ([Tabla 33](#)) y, para el factor aplicación de hormona, fueron las estacas sin aplicación de hormona ([Tabla 34](#)).

Para la variable número de brotes inferiores de la especie *Guadua weberbaueri*, no hubo efecto significativo de los factores ni de su interacción, pero sí de la covariable diámetro de la estaca ([Tabla 35](#)).

De los factores, los niveles estacas con dos nudos y sin aplicación de hormona obtuvieron mayores medias ([Tabla 36](#) y [Tabla 37](#)), comportamiento similar al presentado por la especie *Guadua angustifolia*.

Tabla 31: Número de brotes promedio de las estacas de *Guadua weberbaueri*

Tratamiento	Número de brotes promedio	
	Brotes promedio total	Brotes inferiores
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	0,3	0,3
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	0,1	0,1
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	0,9	0,1
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	0,8	0,1

Tabla 32: Prueba de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de número de brotes totales de las estacas de *Guadua weberbaueri*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	16,53	0,0001
Aplicación de hormona	1	115	2,94	0,089
Diámetro de estaca	1	115	5,92	0,0165
Nudos:Hormona	1	115	2,92	0,0904

Tabla 33: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor número de nudos para la variable número de brotes totales de la especie *Guadua weberbaueri*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	-0,27	0,15	0,77	0,12	A
Un nudo	-1,73	0,33	0,18	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 34: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable número de brotes totales de la especie *Guadua weberbaueri*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	-0,69	0,19	0,5	0,1	A
Con aplicación de hormona	-1,3	0,31	0,27	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 35: Prueba de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de número de brotes inferiores de la especie *Guadua weberbaueri*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	1,96	0,1646
Aplicación de hormona	1	115	0,85	0,359
Diámetro de estaca	1	115	4,7	0,0322
Nudos:Hormona	1	115	2,39	0,1248

Tabla 36: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable número de brotes total de la especie *Guadua weberbaueri*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	-1,84	0,35	0,16	0,06	A
Dos nudos	-2,58	0,46	0,08	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 37: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable número de brotes total de la especie *Guadua weberbaueri*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	-1,97	0,38	0,14	0,05	A
Con aplicación de hormona	-2,45	0,44	0,09	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Enraizamiento

El enraizamiento de las estacas de la especie *Guadua weberbaueri* fue nulo. El bajo porcentaje de germinación en las estacas tanto superior como inferior, no permitieron el proceso de enraizamiento esperado, ya que al haber baja germinación, hubo baja producción de hormonas vegetales y al haber específicamente baja germinación inferior, las raíces no lograron formarse. Se observa también que no hubo efecto positivo de la sustancia hormonal aplicada y que pudo existir ausencia de cofactores necesarios para el enraizamiento o presencia de inhibidores.

Otro de los factores que podría haber influido en este resultado puede estar relacionado con lo que menciona Londoño (1992), quien afirma que la eficiencia del enraizamiento de una especie con el método de propagación mediante estacas, depende del grosor de la pared de esta, ya que bambú con pared gruesa poseen una mayor emisión de brotes y mejor enraizamiento. El grosor de pared registrado en esta especie fue delgado, de 0,5 a 0,8 cm, por lo que ese podría ser un factor limitante en el proceso de enraizamiento ya que no habría suficiente material de reserva en la estructura de la estaca.

3. *Guadua lynnclarkiae*

Supervivencia

Los factores número de nudos y aplicación de hormona fueron altamente significativos

(Tabla 39). Los resultados de las estacas con dos nudos fueron significativamente mayores que los resultados de las estacas con un nudo (Tabla 40), por lo tanto, para la variable supervivencia, se recomienda el uso de estacas con dos nudos. Esto puede ser debido a que, como mencionan Díaz *et al.* (1991), estacas de mayor longitud tienen mayor contenido de sustancias de reserva.

Las estacas sin aplicación de hormona presentaron una media mayor y estadísticamente diferente a las estacas con aplicación de hormona (Tabla 41), por lo que se puede notar que hubo un efecto negativo de la sustancia aplicada en la supervivencia de las estacas, esto podría coincidir con lo mencionado por Hartmann *et al.* (1997) respecto a la toxicidad de ciertas sustancias hormonales.

Tabla 38: Supervivencia de estacas de *Guadua lynnclarkiae*

Tratamiento	Porcentaje
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	50
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	17
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	67
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	37

Tabla 39: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos para la variable supervivencia de la especie *Guadua lynnclarkiae*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	5,03	0,0269
Aplicación de hormona	1	115	13,17	0,0004
Diámetro de estaca	1	115	1,36	0,2459
Nudos:Hormona	1	115	0,34	0,5596

Tabla 40: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor número de nudos para la variable supervivencia de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	0,1	0,27	0,52	0,07	A
Un nudo	-0,83	0,31	0,3	0,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 41: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor aplicación de hormona para la variable supervivencia de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	0,42	0,28	0,6	0,07	A
Con aplicación de hormona	-1,15	0,32	0,24	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Porcentaje de germinación

Para la variable germinación total de la especie *Guadua lynnclarkiae*, solo tuvo significancia el factor número de nudos (Tabla 43). Las estacas con dos nudos presentaron una mayor media que las estacas con un nudo (Tabla 44). Para el factor aplicación de hormona, las estacas sin aplicación de hormona obtuvieron una media ligeramente superior (Tabla 45), por lo que se puede decir que la aplicación del producto no tuvo efecto positivo sobre la germinación.

Para la variable germinación inferior, ninguno de los factores, su interacción, ni el cofactor estudiado, tuvo significancia en los resultados (Tabla 46). Según las Tabla 47 y 48, los niveles con mayor promedio fueron los de estacas con un nudo y con aplicación de hormona.

Los porcentajes de germinación inferior fueron bajos en todos los tratamientos, incluso llegando a ser cero en el tratamiento 3. Esto podría ser debido a la inactividad de

las yemas y, en el caso de los tratamientos 3 y 4, podría deberse a que la germinación superior pudo inhibir la germinación en el nudo inferior.

Número de brotes

Sólo hubo significancia para el factor número de nudos (Tabla 50). Las estacas con dos nudos obtuvieron mejores resultados (Tabla 51) y para la variable aplicación de hormona, las estacas sin su obtuvieron ligeramente mayor media (Tabla 52).

Para la germinación inferior no hubo significancia de los factores, su interacción, ni del cofactor (Tabla 53). Sin embargo, las estacas con un nudo presentaron una mayor media que las estacas con dos nudos (Tabla 54), al igual que las especies *Guadua angustifolia* y *Guadua weberbaueri*, mientras que las estacas con aplicación de hormona presentaron mayor media que las estacas sin su aplicación (Tabla 55), lo que difiere de lo ocurrido en las otras dos especies.

Tabla 42: Porcentaje de germinación de las estacas de *Guadua lynnclarkiae*

Tratamiento	Porcentaje de estacas brotadas	
	Germinación total	Germinación inferior
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	7	7
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	7	7
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	47	0
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	33	3

Tabla 43: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de la variable germinación total de las estacas de *Guadua lynnclarkiae*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	14,14	0,0003
Aplicación de hormona	1	115	0,02	0,8981
Diámetro de estaca	1	115	2,35	0,128
Nudos:Hormona	1	115	0,43	0,5126

Tabla 44: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor número de nudos para la variable germinación total de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	-0,45	0,27	0,39	0,06	A
Un nudo	-2,66	0,52	0,07	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 45: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor aplicación de hormona para la variable germinación total de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	-1,52	0,43	0,18	0,06	A
Con aplicación de hormona	-1,6	0,42	0,17	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 46: Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de germinación inferior de la especie *Guadua lynnclarkiae*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	0	0,9928
Aplicación de hormona	1	115	0	0,9933
Diámetro de estaca	1	115	0,17	0,6834
Nudos:Hormona	1	115	0	0,9935

Tabla 47: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor número de nudos para la variable germinación inferior de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	-2,6371149	0,5190907	0,0667876	0,0323534	A
Dos nudos	-11,4997666	978,43654	0,0000101	0,0099138	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 48: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución binomial del factor número de nudos para la variable germinación inferior de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Con aplicación de hormona	-2,9627097	0,6304179	0,0491392	0,029456	A
Sin aplicación de hormona	-11,1741718	978,436495	0,000014	0,013729	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 49: Número de brotes promedio de las estacas de *Guadua lynnclarkiae*

	Número de brotes promedio	
	Tratamiento	Número de brotes promedio
	N° de brotes promedio inferior y superior	N° de brotes inferior
T1: Estaca con un nudo sin aplicación de hormona	0,1	0,10
T2: Estaca con un nudo con aplicación de hormona	0,1	0,10
T3: Estaca con dos nudos sin aplicación de hormona	0,9	0,00
T4: Estaca con dos nudos con aplicación de hormona	0,6	0,03

Tabla 50: Prueba de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de número de brotes totales de las estacas de *Guadua lynnclarkiae*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	20,25	<0,0001
Aplicación de hormona	1	115	0	0,947
Diámetro de estaca	1	115	2,63	0,1077
Nudos:Hormona	1	115	0,23	0,6304

Tabla 51: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor número de nudos para la variable número de brotes totales de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Dos nudos	-0,34	0,16	0,71	0,11	A
Un nudo	-2,31	0,41	0,1	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 52: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable número de brotes totales de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sin aplicación de hormona	-1,31	0,31	0,27	0,08	A
Con aplicación de hormona	-1,34	0,31	0,26	0,08	A

Tabla 53: Prueba de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos de número de brotes inferiores de las estacas de *Guadua lynnclarkiae*

	numDF	denDF	F-value	p-value
Número de nudos	1	115	0	0,9945
Aplicación de hormona	1	115	0	0,9951
Diámetro de estaca	1	115	0,43	0,5141
Nudos:Hormona	1	115	0	0,9952

Tabla 54: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor número de nudos para la variable número de brotes inferiores de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Número de nudos	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Un nudo	-2,309483	0,411988	0,099313	0,040916	A
Dos nudos	-11,886681	1391,24669	0,000007	0,009574	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 55: Modelo lineal generalizado y mixto con la distribución Poisson del factor aplicación de hormona para la variable número de brotes inferiores de la especie *Guadua lynnclarkiae*

Aplicación de hormona	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Con aplicación de hormona	-2,807709	0,578077	0,060343	0,034883	A
Sin aplicación de hormona	-11,388455	1391,24664	0,000011	0,015757	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Enraizamiento

El enraizamiento de las estacas de la especie *Guadua lynnclarkiae* fue nulo. Al igual que en la especie *Guadua weberbaueri*, un factor importante que pudo haber influido en la falta de enraizamiento, fue el bajo porcentaje de germinación en todos los tratamientos, el cual es importante en el proceso de enraizamiento, anatómicamente, como lo mencionan Priestley y Swingle (1929) y también fisiológicamente ya que, como mencionan Jordán y Casaretto (2006), las auxinas se sintetizan principalmente en el ápice de las yemas y se transportan polarmente hacia la raíz a través de células parenquimáticas asociadas al tejido vascular.

De la misma forma, no se observó influencia positiva de la sustancia hormonal y se presume la ausencia de cofactores o presencia de inhibidores de enraizamiento, como lo son las giberelinas (Rasmusse *et al.*, 2014).

Además, al igual que la especie *Guadua weberbaueri*, es una especie silvestre, a lo cual se le puede atribuir la dificultad en el enraizamiento (Peralta *et al.*, 2017). Mauriat *et al.* (2014) también mencionan que la capacidad de emitir raíces adventicias varía sustancialmente entre y en la misma especie, por lo que las dificultades en el enraizamiento pueden limitar la propagación en algunos genotipos.

4. Conclusiones

Las estacas de la especie *Guadua lynnclarkiae*, presentaron porcentajes de germinación bajos y menores que las estacas de la especie *Guadua weberbaueri*, mientras que la especie *Guadua angustifolia* presentó altos porcentajes de germinación con más del 50% en la mayoría de los tratamientos.

El número de nudos no tuvo efecto en el enraizamiento de las estacas de ninguna especie. Estacas con un nudo presentaron mejores resultados de germinación inferior y número de brotes inferiores en todas las especies; estacas con dos nudos inhibieron la germinación inferior, la cual es esencial para el enraizamiento de las estacas.

La aplicación del producto enraizante Root Hor en un ambiente semicontrolado, no tuvo efecto en el enraizamiento de las estacas de ninguna especie. El producto afectó negativamente a la supervivencia de la especie *Guadua lynnclarkiae*.

En las especies nativas *Guadua weberbaueri* y *Guadua lynnclarkiae*, el enraizamiento fue nulo con este método de propagación, mientras que en la especie *Guadua angustifolia*, se obtuvo bajo porcentaje de enraizamiento para todos los tratamientos.

El diámetro de la estaca solo presentó significancia para las variables dependientes de la especie *Guadua weberbaueri*, lo que demuestra que en esta especie la cantidad de sustancias de reserva presentes en el material de propagación es importante para su desarrollo.

5. Agradecimientos

Este trabajo de investigación se realizó con el apoyo y financiamiento de Fondecyt-Concytec, programa Ciencia Activa, del convenio N°174-2015 “Círculo de investigación para el Desarrollo de la Cadena de Valor del Bambú para el Desarrollo Científico y Tecnológico”.

6. Literatura citada

Castaño, F.; Moreno, R. 2004. *Guadua para todos: Cultivo y aprovechamiento*. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia. 188 p.

- Castaño, F. 2015. Propagación vegetativa. (Entrevista). Fundaguadua, Cali, Colombia.
- Clark, L.G.; Londoño, X.; Ruiz-Sánchez, E. 2015. Bamboo Taxonomy and Habitat. In: Liese, W.; Köhl, M. (Eds.). *Bamboo. Tropical Forestry*, vol. 10. Springer, Cham.
- Cuellar, J. 1997. Ensayo comparativo de enraizamiento de estacas de *Uncaria tomentosa* (Wild) DC en diferentes condiciones micro ambientales. Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 111 p.
- Díaz, R.; Salazar, R.; Mesén, F. 1991. Enraizamiento de estacas juveniles de *Gmelina arborea* Linn. *Silvoenergía* (49): 1-4.
- Ely, F.; Araque, O.; Jaimez, R. 2017. Growth and ecophysiological response in juvenile clones of *Guadua* (*Guaduinae: Bambusoideae*) cultivated in an altered lowland tropical region. *Photosynthetica* 55 (2): 264-275.
- Gallardo, J.; Freire, M.; León, J.; García, Y.; Pérez, S.; Gonzáles, M. 2008. Comportamiento en la germinación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos Tropicales* 29 (1): 17-22.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1990. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ta ed. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 760 p.
- Hartmann, H.; Kester, D.; Davies, F.; Geneve, R. 1997. *Plant propagation. Principles and practices*. 6ta edición. Prentice-Hall, Nueva Jersey, Estados Unidos. 770 p.
- Inocente, V.; Nienow, A.; Tre, L. 2018. Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40 (1). doi: dx.doi.org/10.1590/0100-29452018800
- Jordan, M.; Casaretto, J. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: Auxinas, giberelinas y citocininas. *Fisiología Vegetal*. Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 28 p.
- Lárraga, N.; Gutiérrez, N.; López, H.;

- Pedraza, M.; Vargas, J.; Santos, G.; Santos, U. 2011. Propagación vegetativa de tres especies de bambú. *Ra Ximhai* 7 (2): 205-218.
- Mauriat, M.; Petterle, A.; Bellini, C.; Moritz, T. 2014. Gibberellins inhibit adventitious rooting in hybrid aspen and *Arabidopsis* by affecting auxin transport. *The plant journal* 78: 372-384.
- OuYang, F.; Wang, J.; Li, Y. 2015. Effects of cutting size and exogenous hormone treatment on rooting of shoot cuttings in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. *New Forests* 46 (1): 91-105. doi: <https://doi.org/10.1007/s11056-014-9449-1>
- Pacurar, D.; Perrone, I.; Bellini, C. 2014. Auxin is a central player in the hormone cross-talks that control adventitious rooting. *Physiologia plantarum* 151 (1): 83-96.
- Peralta, M.; Nava, J.; Santos, G.; García, A.; Salado, N. 2017. Reguladores del crecimiento y sustratos en la propagación vegetativa de Nanche (*Malpighia mexicana* A. Juss. y *Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 39 (3). doi: <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017700>
- Piedrahita, R.; Rueda, H. 1990. Propagación vegetativa de la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) por riendas laterales bajo efectos de invernadero. Tesis de Técnico Agropecuario. Universidad del Quindío, Armenia. Colombia. 87 p.
- Priestley, J.; Swingle, D. 1929. Vegetative propagation from the Standpoint of Plant Anatomy. Department of Agriculture, Estados Unidos. 99 p.
- Rasmussen, A.; Hosseini, S.; Hajirezaei, M.; Druege, U.; Geelen, D. 2014. Adventitious rooting declines with the vegetative to reproductive switch and involves a changed auxin homeostasis. *Journal of Experimental Botany* 66 (5): 1437-1452.
- Sandhu, M.; Wani, S.H.; Jiménez, V.M. 2018. In vitro propagation of bamboo species through axillary shoot proliferation: a review. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 132 (1): 27-53.
- Tovar, O. 1993. Las Gramíneas (Poaceae) del Perú. Ruizia, Madrid, España. 480 p.