



Efecto comparativo de tres sustratos en la propagación y crecimiento de dos especies de caña del género *Guadua*

Comparative effect of three substrates on the propagation and growth of two sugarcane species of the *Guadua* genus

Efeito comparativo de três substratos na propagação e crescimento de duas espécies de cana do gênero *Guadua*

Allan Alvarado Aguayo

aalvarado@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2245-7661>

Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador

Mónica Munzón Quintana

mmunzon@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4036-5632>

Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador

Wilmer Pilaloo David

wpilaloo@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0653-552X>

Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador

Artículo recibido 11 de marzo 2021 / Arbitrado y aceptado 29 de marzo 2021 / Publicado 04 de mayo 2021

RESUMEN

Las cañas (familia Poaceae) incluyen las gramíneas más grandes del mundo y no suelen estar concebidas dentro de sistemas tecnificados de producción. Aun así constituyen un recurso ampliamente utilizado para sectores de la construcción de viviendas, corrales de animales, artesanías, y usos similares. Dentro de las cañas más utilizadas destaca el género *Guadua*, con dos especies predominantes: *G. angustifolia* y *G. amplexifolia*, que son propias de las selvas de Sudamérica y Centro América. Este trabajo analiza el comportamiento de estas dos especies en condiciones de vivero, propagadas mediante brotes basales en tres sustratos diferentes, en la zona El Vainillo, Guayas, Ecuador. Los sustratos utilizados fueron los siguientes: tierra + arena de río (T1), vermicompost + arena de río (T2) y cascarilla de café + arena de río (T3), todos con proporción 1:1. Mejores resultados de propagación se obtuvieron en *G. amplexifolia* (78%) que en *G. angustifolia* (70%) con vermicompost. En ambas especies de *Guadua*, hubo distintos patrones en la dinámica de aparición de brotes basales, desde la siembra hasta la octava semana. En los sustratos con arena y vermicompost no se presentaron diferencias significativas en la longitud de los brotes en *G. amplexifolia*, pero sí con respecto al uso de cascarilla de café. Por su parte, *G. angustifolia* en vermicompost presentó un mayor crecimiento, aunque la diferencia significativa se notó hasta la octava semana. En todos los sustratos utilizados, *G. amplexifolia* tuvo mayor cantidad de materia seca que *G. angustifolia*.

Palabras clave: Brote basal; chusquín; yema; materia seca; propagación vegetativa

ABSTRACT

The reeds (family Poaceae) include the largest grasses in the world and are not usually conceived within technified production systems. Even so, they are a widely used resource for housing construction, animal corrals, handicrafts, and similar uses. Among the most commonly used reeds is the *Guadua* genus, with two predominant species: *G. angustifolia* and *G. amplexifolia*, which are native to the forests of South and Central America. This work analyzes the behavior of these two species in nursery conditions, propagated by basal shoots in three different substrates, in the area of El Vainillo, Guayas, Ecuador. The substrates used were: soil + river sand (T1), vermicompost + river sand (T2) and coffee husk + river sand (T3), all with a 1:1 ratio. Better propagation results were obtained in *G. amplexifolia* (78%) than in *G. angustifolia* (70%) with vermicompost. In both *Guadua* species, there were different patterns in the dynamics of the appearance of basal shoots, from sowing to the eighth week. In the substrates with sand and vermicompost, there were no significant differences in the length of shoots in *G. amplexifolia*, but there were with respect to the use of coffee husks. On the other hand, *G. angustifolia* in vermicompost presented greater growth, although the significant difference was noted until the eighth week. In all substrates used, *G. amplexifolia* had a greater amount of dry matter than *G. angustifolia*.

Key words: Basal shoot; bud; budwood; dry matter; vegetative propagation

RESUMO

Os canaviais (família Poaceae) incluem as maiores gramíneas do mundo e geralmente não são concebidos em sistemas técnicos de produção. Mesmo assim, são um recurso amplamente utilizado para a construção de habitações, currais de animais, artesanato, e usos semelhantes. Entre os canaviais mais utilizados, destaca-se o gênero *Guadua*, com duas espécies predominantes: *G. angustifolia* e *G. amplexifolia*, que são típicas das florestas da América do Sul e Central. Este trabalho analisa o comportamento destas duas espécies em condições de viveiro, propagadas por meio de rebentos basais em três substratos diferentes, na área de El Vainillo, Guayas, Equador. Os substratos utilizados foram os seguintes: solo + areia de rio (T1), vermicomposto + areia de rio (T2) e casca de café + areia de rio (T3), todos com proporção 1:1. Foram obtidos melhores resultados de propagação em *G. amplexifolia* (78%) do que em *G. angustifolia* (70%) com vermicomposto. Em ambas as espécies de *Guadua*, houve diferentes padrões na dinâmica do aparecimento de rebentos basais, desde a sementeira até à oitava semana. Nos substratos com areia e vermicomposto, não houve diferenças significativas no comprimento dos rebentos em *G. amplexifolia*, mas houve no que diz respeito à utilização de cascas de café. Por outro lado, *G. angustifolia* em vermicomposto apresentou um crescimento maior, embora a diferença significativa tenha sido notada até à oitava semana. Em todos os substratos utilizados, *G. amplexifolia* apresentou mais matéria seca do que *G. angustifolia*.

Palavras-chave: Rebento basal; broto; broto de madeira; matéria seca; propagação vegetativa

INTRODUCCIÓN

En el contexto de biodiversidad forestal de Ecuador, generalmente las plantaciones de caña (familia Bambusoideae) no están concebidas dentro de un sistema tecnificado de producción (1). La caña es un recurso ampliamente utilizado en los sectores de la construcción de viviendas (2), corrales de animales, artesanías, y usos similares (3). Existen más de 50 especies de cañas identificadas de importancia económica (4), de las cuales son dos las especies que sobresalen en el sitio de estudio, en términos de superficie, utilización y aprovechamiento: *Guadua angustifolia* y *G. amplexifolia* (5), originarias de las zonas selváticas en Sudamérica y Centro América (6).

El valor ecológico del género *Guadua* se relaciona con su contribución al reciclaje de nutrientes, recuperación de áreas degradadas, reducción de la erosión, además de constituir un hábitat para una importante biodiversidad de especies animales (7). No obstante, existe sobreexplotación sin reposición de las especies de *Guadua* (8), además su propagación es netamente comercial, por lo que no se ha evaluado a fondo el manejo del cultivo, incluyendo los medios óptimos para la propagación (9).

Esto se debe al tratamiento rústico de las plantaciones de *Guadua*, lo que trae como consecuencias reproducción de plantas cuyo valor comercial no ha sido analizado en función de la técnica de reproducción empleada (10), debido a que estas especies no suelen considerarse como un cultivo agrícola en toda su extensión (11), sino que se encuentran en fincas considerándoles “manchas” que deben ser extraídas con diversos fines pero generalmente sin ver la necesidad de hacer una repoblación masiva y tecnificada (12).

En los viveros comerciales dedicados a esta actividad se han presentado varios problemas, tales como: períodos de tiempo prolongados para generar nuevos brotes, bajo porcentaje de prendimiento y, en muchos casos, desconocimiento del sustrato “ideal” para una especie frente a otro sustrato y/o especie en un análisis comparativo. La zona El Vainillo, Guayas, Ecuador, constituye un escenario propicio para el desarrollo de la presente investigación que busca resultados relacionados con eficacia sustratos en las especies *Guadua angustifolia* y *G. amplexifolia*.

La versatilidad de usos de *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* ha incrementado su demanda, por lo cual es importante implementar conocimientos eficientes de propagación que permitan la generación de material vegetativo en condiciones de vivero, optimizando el espacio, el tiempo y el sustrato utilizado.

Para la propagación de *Guadua* existen técnicas como: ramas laterales, secciones de culmos y/o rizomas, y chusquines. Esta última técnica es la que se utiliza en el presente trabajo, y consiste en la propagación de brotes basales del rizoma, con 20 a 60 cm de longitud y provistos de hojas verdaderas. En este material vegetativo se evaluó el comportamiento en tres tipos de sustratos utilizados para su propagación por un lapso de seis meses en condiciones de vivero. Con los resultados obtenidos, se espera determinar cuál es el sustrato de propagación más adecuado y la especie que mejor se adapta en términos de emisión de brotes y desarrollo fenológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en la Granja Experimental El Vainillo, del cantón El Triunfo, Guayas, Ecuador, asentada a 10 metros sobre el nivel del mar (msnm), en las coordenadas

geográficas 2°20'35.8"S y 79°31'58.3"W, con un suelo de textura arcillosa (Alfisol), clima monzón tropical, caracterizado por una estación lluviosa entre diciembre y mayo, y una estación seca entre junio y noviembre, y un rango de temperaturas medias que oscilan entre 20 °C (el mínimo en agosto) y 31 °C (el máximo en marzo-abril).

El material vegetativo estuvo conformado por macollos jóvenes obtenidos de tallos a partir de un mismo rizoma, que fue obtenido de fincas locales de la zona El Vainillo. Dicho material se aclimató por un lapso de tres semanas entre 28°C y 30°C antes de separar los chusquines. Estos fueron removidos del suelo y se colocaron en agua retirando cada brote (con hojas verdaderas y 20 cm de longitud), de modo que se reduzca el daño mecánico del material (13).

Se utilizaron tres tipos de sustratos para trasplantar estos brotes. Todos ellos fueron añadidos a un suelo franco, con bajo contenido de materia orgánica y pH neutro. Para el Tratamiento 1 (T1) se utilizó suelo + arena de río en proporción 1:1, el T2 consistió en suelo + vermicompost (humus de lombriz), con proporción 1:1, y para el T3 suelo + cascarilla de café (proporción 1:1). La mezcla del T1 pretendió emular las condiciones naturales de crecimiento de las cañas, es decir, suelos de textura gruesa de terrazas fluviales, mientras que T2 evaluó el comportamiento de las cañas con el uso de abono orgánico y, finalmente, con T3 se quiso aprovechar el desecho orgánico de un cultivo importante en el área de influencia del estudio. Las características químicas de los sustratos mezclados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características químicas de tres sustratos en la propagación y crecimiento de dos especies de caña del género *Guadua* bajo condiciones de vivero.

Mezcla	Concentración (%)					Relación 1:1	
	N	P	K	Ca	Mg	pH	CE (dS.m-1)*
T1 (suelo + arena de río)	0,4	0,03	0,3	0,02	0,31	7,2	0,29
T2 (suelo + vermicompost)	0,3	0,12	0,3	0,12	0,34	6,9	0,91
T3 (suelo + cascarilla de café)	0,6	0,09	0,5	0,34	0,41	8,1	0,67

* Conductividad eléctrica en decimios por metro Laboratorio de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador.

Se utilizaron 60 fundas plásticas de 15x25 cm (en total 180 fundas), donde fueron plantados los chusquines de *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* en 20 fundas (con tres repeticiones) de cada uno de los tres sustratos usados en la investigación. Las fundas se colocaron dentro del espacio de vivero de una manera aleatoria, el mismo que fue cubierto con una malla negra para disminuir la intensidad solar en 60%, de modo que se simulen las condiciones de luminosidad características de los sitios donde crece la *Guadua* en condiciones silvestres.

La homogeneidad del ambiente (radiación, temperatura y humedad relativa) se evaluó en dos ocasiones, una durante la época lluviosa (marzo) y otra en época seca (octubre) en intervalos con cinco repeticiones en puntos al azar bajo el vivero. Los datos se tomaron con un higrómetro portátil digital Hanna HI 8564 y un ceptómetro de radiación fotosintéticamente activa (RFA) Accupar LP-80 (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedio diarios de temperatura, humedad relativa y radiación fotosintéticamente activa, en la propagación y crecimiento de dos especies de caña del género *Guadua* en tres sustratos y condiciones de vivero.

Muestreo	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	RFA ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)*
Marzo	32,7	41%	274 (67%)
Octubre	35,8	29%	245 (54%)

* Micromoles por metro cuadrado por segundo.

La toma de datos abarcó un periodo de seis meses, que comprende el tiempo aproximado de tres meses en que las plántulas del vivero están listas para su trasplante o su venta, de ser el caso, más tres meses para evaluación del desarrollo fenológico.

Desde el momento de plantación hasta la octava semana, en diez plantas al azar por tratamiento, se realizó el muestreo cuantitativo y cualitativo de prendimiento y sobrevivencia del material vegetativo, en base a la aparición de brotes y hojas nuevas (%), y su crecimiento longitudinal (cm). Mientras que, entre la novena y décimo segunda semana se evaluó el número de brotes basales. Por otro lado, desde la quinta hasta la vigésima sexta semana se cuantificó la materia seca (gramos/planta) de los brotes, área foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}$) y materia seca de raíces (%) en diez plantas al azar por tratamiento y cuatro fechas de muestreo (90, 120, 150 y 180 días después de la siembra).

La determinación del área foliar por planta se realizó utilizando un equipo Meter CI-2002,

relacionando el cociente entre el área foliar y el peso seco para calcular el valor del área foliar específica (AFE).

Los resultados obtenidos de las variables del ensayo se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias mediante una prueba de mínima diferencia significativa utilizando el software estadístico InfoStat, y representados con tablas dinámicas para una mejor comprensión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las dos especies de *Guadua* evaluadas, *G. angustifolia* quedó por debajo de *G. amplexifolia*, pues llegó a 70% de brotación en T2 (suelo + vermicompost) y T3 (suelo + cascarilla de café) hasta la octava semana de muestreo. En el caso del sustrato con arena de río (T1), el porcentaje fue aún menor. Los resultados de propagación de brotes se muestran en la Figura 1.

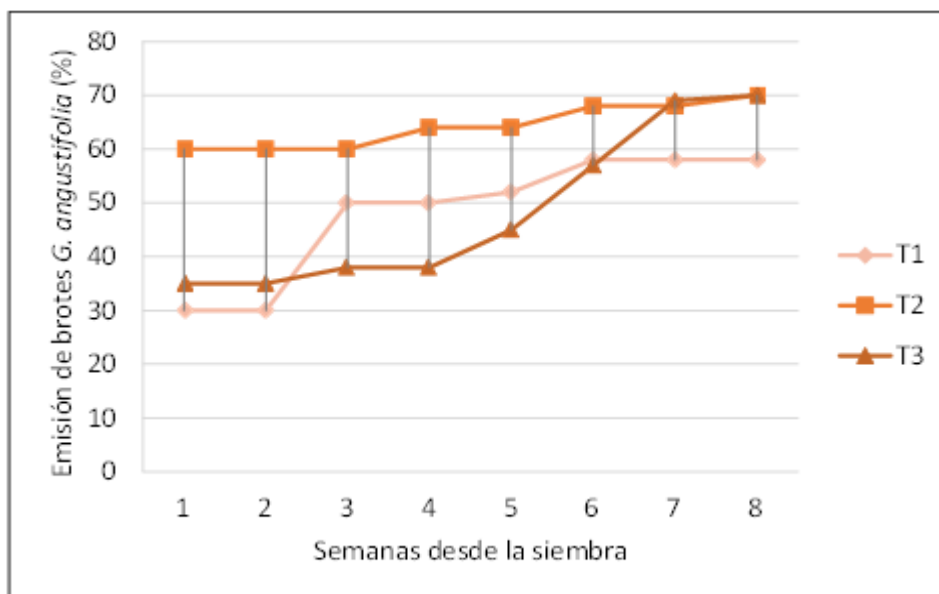


Figura 1. Emisión de brotes de *G. angustifolia* en tres sustratos diferentes bajo condiciones de vivero.

De acuerdo con la Figura 2, durante un periodo de ocho semanas se aprecia una mayor propagación de brotes en *G. amplexifolia*

(78%) en sustrato de suelo + arena de río (T1), superando a las mezclas de sustratos con vermicompost (T2) y cascarilla de café (T3).

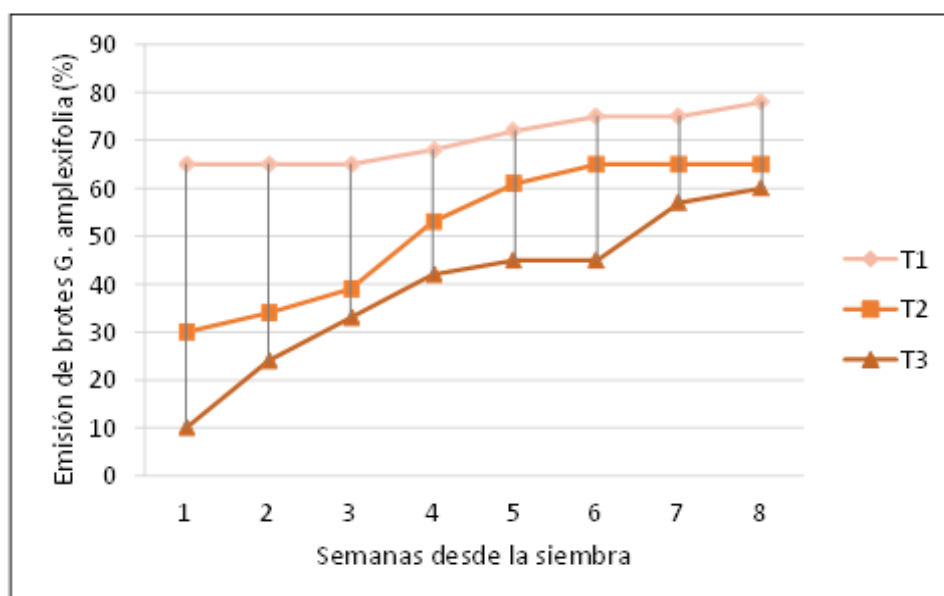


Figura 2. Emisión de brotes de *G. amplexifolia* en tres sustratos diferentes bajo condiciones de vivero.

En la Tabla 3 se muestra el número promedio de brotes basales y su diámetro en la décimo segunda semana. La especie *G. angustifolia* tuvo más brotes basales pero de diámetro menor (3-4 mm) en los tres sustratos, mientras que en *G. amplexifolia* hubo menos brotes basales pero su diámetro fue más grueso (6-8 mm). En ambas especies de *Guadua* no

hubo diferencia significativa en la emisión de brotes cuando se utilizaron arena de río (T1) y vermicompost (T2) como sustratos, pero al utilizar cascarilla de café (T3) disminuyeron significativamente los brotes. La longitud de ambas especies difiere, pues *G. amplexifolia* duplica la altura (40-49 cm) con respecto a *G. angustifolia* (20-25 cm) a una misma edad.

Tabla 3. Número promedio de brotes basales, diámetro y altura de *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* en tres sustratos en la semana décimo segunda bajo condiciones de vivero.

Especie	Brotes			Diámetro		Altura	
	T1 (suelo + arena de río)	T2 (suelo + vermi compost)	T3 (suelo + cascarilla de café)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Mínima (cm)	Máxima (cm)
<i>G. angustifolia</i>	13,4a	17,4a	2,8b	3b	4b	20b	25b
<i>G. amplexifolia</i>	5,9a	5,1a	2,1b	6a	8a	40a	49a

Durante el desarrollo fenológico se determinó que *G. angustifolia* se caracteriza por un desarrollo inicial de más brotes basales con menos ramas secundarias, mientras que en *G. amplexifolia* sus pocos brotes basales generan una mayor fracción de ramas secundarias. En cantidades evaluadas, *G. angustifolia* alcanzó una proporción de 5 a 1 en la relación de brotes basales por rama, superando a *G. amplexifolia*, cuya relación fue de 3 a 1.

En cuanto a la altura de los brotes (Figura 3), *G. angustifolia* tuvo una secuencia T2>T1>>T3, aunque las diferencias significativas entre los sustratos con arena de río y vermicompost solamente pudieron detectarse en las semanas séptima y octava. En el caso de la cascarilla de café como sustrato (T3), hubo diferencias significativas durante las primeras seis semanas de desarrollo de las plantas.

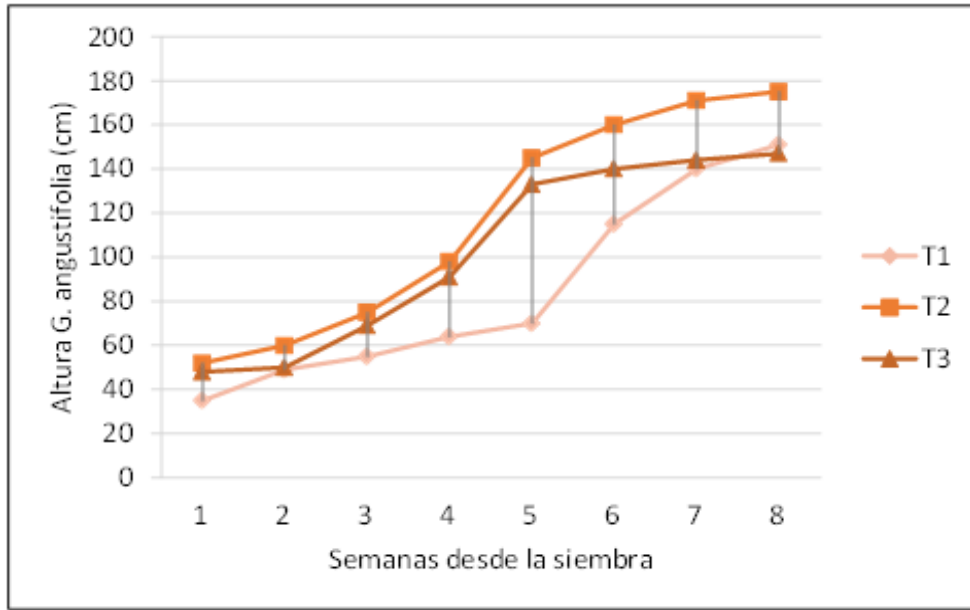


Figura 3. Altura de los brotes de *G. angustifolia* en tres sustratos bajo condiciones de vivero.

La secuencia en el caso de *G. amplexifolia* fue T1>T2>>T3, no presentándose diferencia significativa entre los sustratos con arena de

río (T1) y vermicompost (T2), aunque sí de ambos respecto al uso de cascarilla de café (T3) como sustrato (Figura 4).

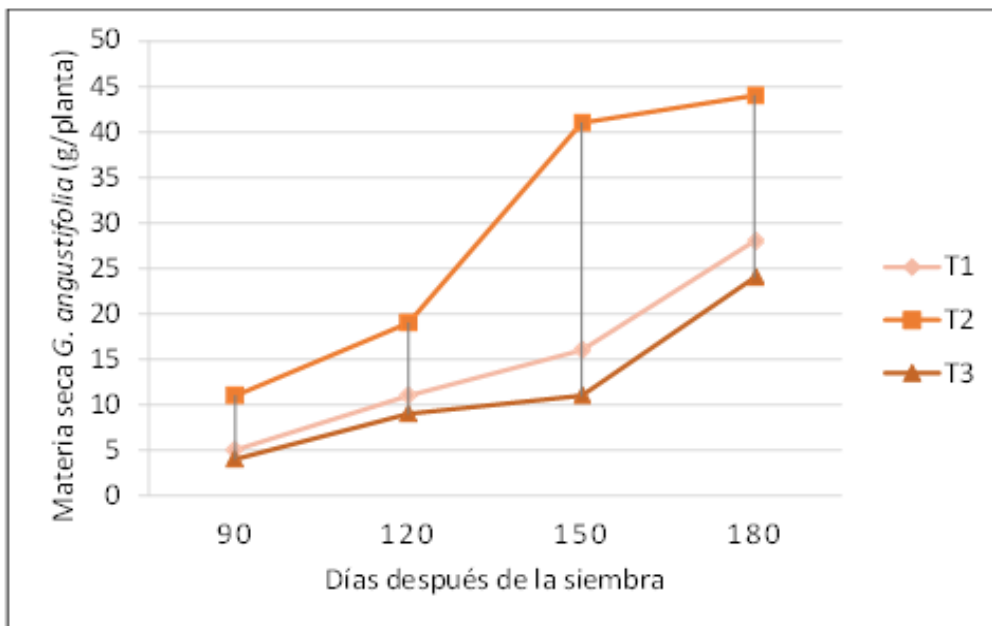


Figura 4. Altura de los brotes de *G. amplexifolia* en tres sustratos bajo condiciones de vivero.

La comparación de las curvas de acumulación de materia seca (g por planta) en *G. angustifolia* mostró una secuencia T2>T1>T3

(Figura 5), representando una inversión entre T1 y T2 con respecto a la dinámica de crecimiento longitudinal de los brotes.

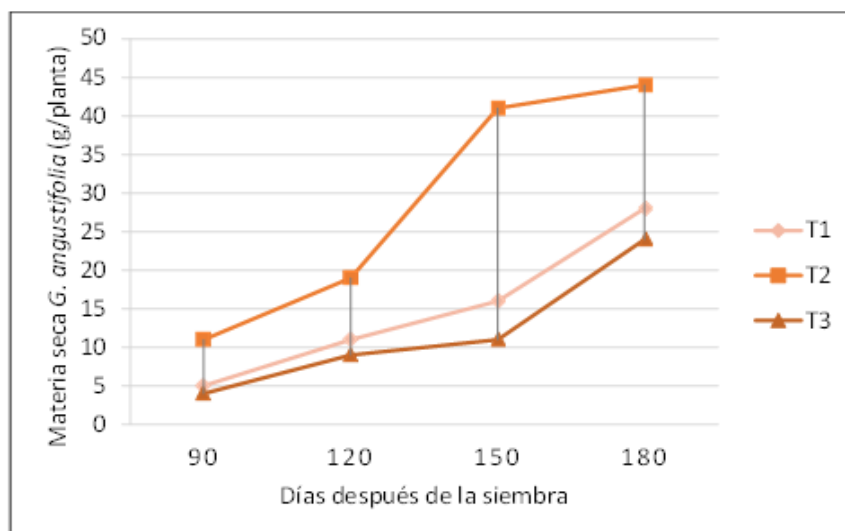


Figura 5. Acumulación de materia seca total en *G. angustifolia* en tres sustratos bajo condiciones de vivero.

En el caso de *G. amplexifolia*, la materia seca mantuvo el mismo orden de secuencia entre tratamientos en todas las fechas de

muestreo, con diferencias entre cada uno de los sustratos utilizados para la propagación (Figura 6).

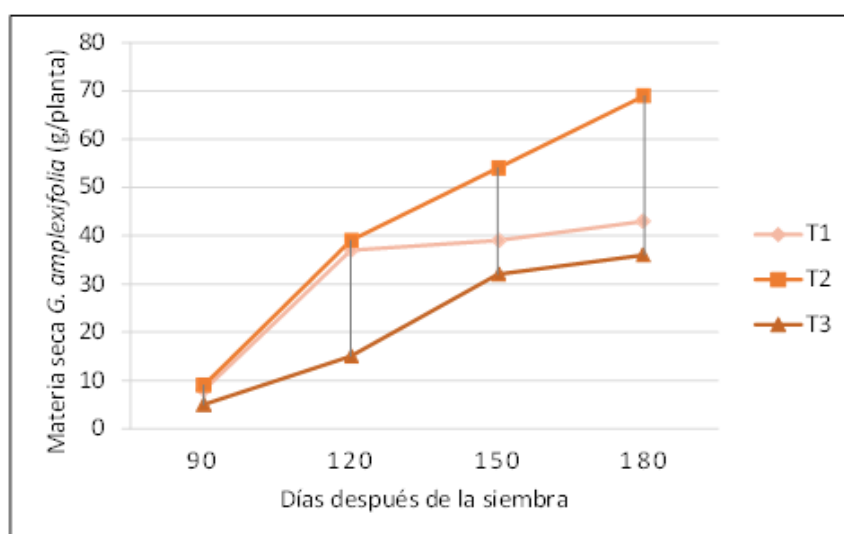


Figura 6. Acumulación de materia seca total en *G. amplexifolia* en tres sustratos bajo condiciones de vivero.

En todos los muestreos realizados, la comparación entre especies para un mismo sustrato presentó valores significativamente más altos en el caso de *G. amplexifolia*. Por tanto, existe una tendencia hacia brotes pero más gruesos y largos en *G. amplexifolia* con respecto a *G. angustifolia*, junto a una mayor acumulación de materia seca durante la etapa de crecimiento evaluada en el estudio.

En cuanto al área foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}$), *G. angustifolia* presentó diferencias entre los tratamientos en todos los muestreos. La secuencia presentada aquí sigue siendo $T2 > T1 > T3$ de forma más clara que con la altura del culmo y la materia seca (Figura 7).

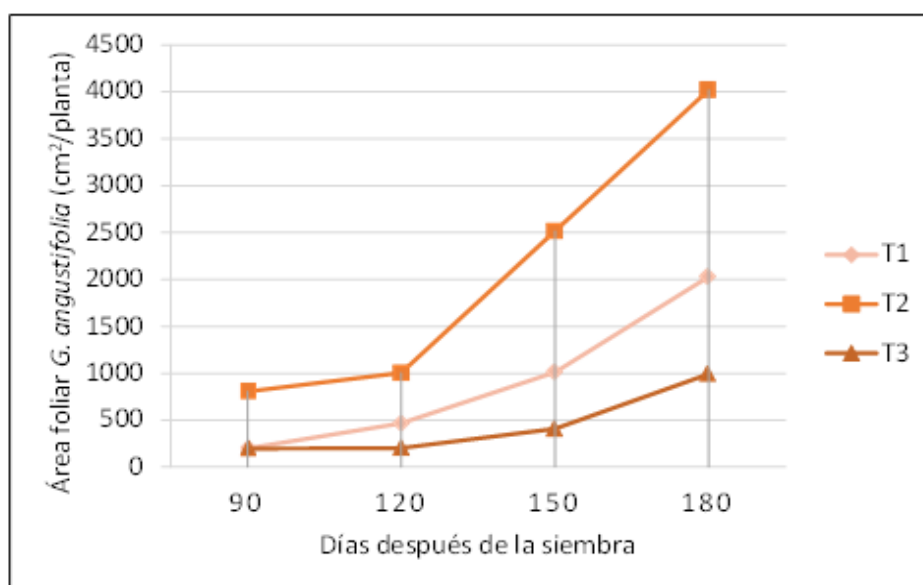


Figura 7. Área foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}$) presente en *G. angustifolia* en tres sustratos bajo condiciones de vivero.

En el área foliar *G. amplexifolia* tuvo un incremento con la misma tendencia de las curvas expresadas en el caso de la materia seca, presentando valores más altos en el sustrato con vermicompost (T2), con respecto a los sustratos con arena de río (T1) y cascarilla de café (T3), tal como se aprecia en

la Figura 8. Comparando ambas especies, en el último muestreo no se presentaron diferencias importantes para los sustratos con arena de río (T1) y vermicompost (T2), aunque sí hubo diferencias para el sustrato con cascarilla de café (T3).

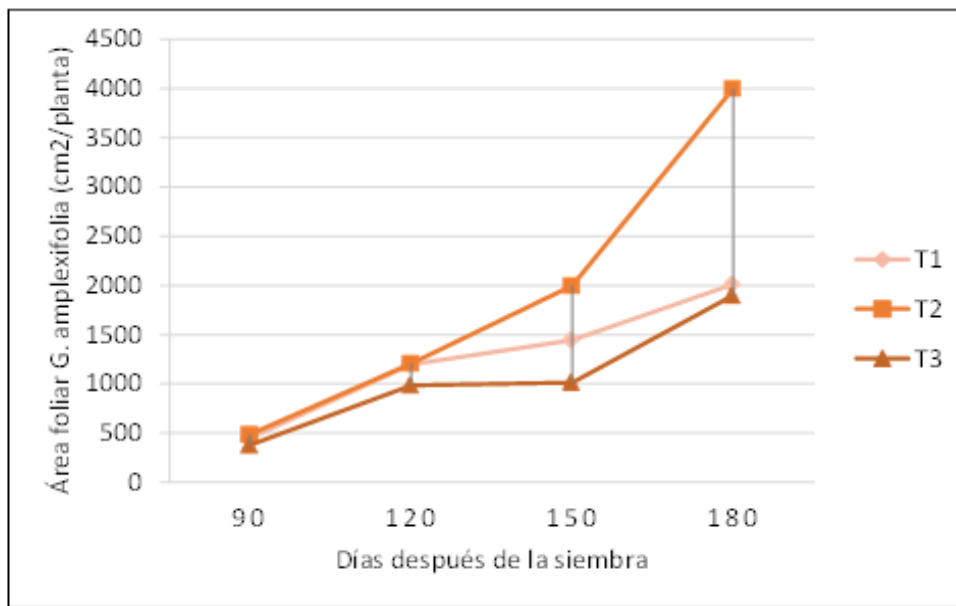


Figura 8. Área foliar (cm²/planta) presente en *G. amplexifolia* en tres sustratos bajo condiciones de vivero.

Finalmente, evaluando los valores del área foliar específica (AFE) con Escalamiento Multidimensional (MDS) al 5% de probabilidad ($P \leq 0,05$), en *G. angustifolia* se encontró que desarrolló hojas menos densas o más delgadas, en comparación a *G. amplexifolia*. Este comportamiento se evidenció en los tres sustratos, pero al comparar entre sustratos en

una misma especie se presentaron los valores más bajos en el sustrato con vermicompost. *G. angustifolia* presentó diferencias en los sustratos en todos los muestreos realizados, presentando mayores valores el sustrato con cascarilla de café (T3), con respecto a los sustratos con vermicompost (T2) y arena de río (T1). Estos resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de área foliar específica (cm²·g⁻¹) en *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* en tres sustratos bajo condiciones de vivero.

Espece	T1 (suelo + arena de río)	T2 (suelo + vermicompost)	T3 (suelo + cascarilla de café)
<i>G. angustifolia</i>	244a	217a	283a
<i>G. amplexifolia</i>	214b	171b	196b

Las medias evaluadas en ambas especies con relación a los sustratos son distintas según la letra, de acuerdo con la prueba de

Escalamiento Multidimensional (MDS) al 5% de probabilidad ($P \leq 0,05$)

Discusión

El mejor resultado en cuanto a la emisión de brotes en este estudio se dio en la especie *G. amplexifolia*, alcanzando el 78%. Sin embargo, en el presente estudio las condiciones de vivero difieren con relación a uno de los primeros estudios sólidos en este campo (14), donde la temperatura llegó hasta 30°C y la humedad relativa entre 75 a 80%, mientras que en el presente ensayo la temperatura fue mayor en época lluviosa (32,7°C) y seca (35,8°C) y la humedad relativa más baja en época lluviosa (21%) y seca (17%). Se han obtenido hasta 90% de emisión de brotes en *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* en ensayos realizados en Yaracuy, Venezuela, con temperaturas de 26,5°C y humedad relativa de 83% (6). En base a ello, en este estudio no se logró un mejor porcentaje de emisión de brotes debido a la combinación de altas temperaturas y baja humedad relativa presentes en el vivero e influenciadas por las condiciones climáticas propias de la zona El Vainillo, Guayas, Ecuador.

Citando otro ejemplo, en este estudio se obtuvieron porcentajes más bajos de emisión de brotes en *G. angustifolia*, con relación a otros ensayos, como Maya en el año 2017 (15), al utilizar el método de chusquines para propagación. Dichos estudios alcanzaron cifras cercanas o mayores al 90% en las brotaciones o sobrevivencias durante un periodo de tiempo de tres meses.

En *G. angustifolia* con los sustratos mezclados con arena de río y vermicompost se obtuvieron mejores resultados de chusquines por planta que los conseguidos por Giraldo en 2003 (16), que alcanzaron los cinco a diez chusquines por planta en el mismo periodo de tiempo del ensayo. La mayor producción de chusquines en *G. angustifolia* refleja la respuesta prolífica de esta especie a la propagación con

respecto a *G. amplexifolia*, ya que normalmente se obtienen entre seis y ocho brotes por planta de *G. angustifolia*, y no más de cinco con *G. amplexifolia* en condiciones de campo (17).

En todos los sustratos evaluados en este ensayo, hasta la quinta o sexta semana hubo un aumento en la propagación en *G. angustifolia*, pero después los valores obtenidos no cambiaron significativamente entre sustratos hasta la semana décimo segunda. Estos valores son similares a resultados conseguidos por Márquez en 2011 (10) y Rojas de Sánchez en 2004 (18). Sin embargo, en estudios de propagación de cañas con ramas laterales de *G. angustifolia* en sustrato de humus de lombriz (80%), (19) obtuvieron una brotación de 33,2% en cuatro semanas, lo cual es menor que la obtenida en este estudio, aun cuando dicho estudio utilizó una solución enraizadora.

En el sustrato con mezcla de cascarilla de café, *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* presentaron resultados poco favorables en muchas de las variables evaluadas, pese a que en el análisis de suelo presentó mejores concentraciones porcentuales de N, K, Ca y Mg. Este factor pudo ser ocasionado por una baja disponibilidad de esos nutrientes, asociada a su pH (8,1) más elevado que los otros sustratos utilizados, ya que la reacción alcalina sobre 8 o más inhibe la solubilidad de los macronutrientes edáficos (20).

Debido a que *G. amplexifolia* tuvo mayor cantidad de materia seca que *G. angustifolia* en todos los sustratos utilizados, probablemente a este estudio le faltó determinar la tensión de agua del suelo mediante sensores Watermark y su relación con el extracto seco, tras extraer toda el agua del tejido vegetativo en ambas especies. Este aspecto influiría sobre las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de caña (21).

El área foliar específica en *G. angustifolia* fue menos densa y más delgada, en comparación a *G. amplexifolia*, en los tres sustratos utilizados. No obstante, entre sustratos de una misma especie se presentaron los valores más bajos con la mezcla de vermicompost. En este aspecto, los sustratos ricos en materia orgánica requieren mayor tiempo de descomposición de minerales que activan el crecimiento primario, tales como N. Probablemente, hubo una disponibilidad más lenta de los nutrientes en el humus de lombriz, considerando el periodo de tiempo abarcado por este estudio, lo cual hubiese equiparado el área foliar específica en ambas especies con mayor tiempo, ya que morfológicamente ambas exhiben similitud de captura de luz por parte de su dosel vegetal y dinámica de caída de hojarasca de estas plantas en su estado adulto (6).

CONCLUSIONES

La brotación en *G. amplexifolia* (78%) resultó mayor que en *G. angustifolia* (70%) con la propagación por chusquines, y dependió del tipo de sustrato empleado, resultando mejor en este aspecto el vermicompost.

G. angustifolia y *G. amplexifolia* mostraron mejores resultados en cuanto a la dinámica de crecimiento (diámetro, materia seca y área foliar), desde la siembra en la mezcla de suelo con humus de lombriz en proporción de 1:1. *G. angustifolia* presentó un mayor crecimiento en vermicompost, aunque la diferencia significativa no es notoria hasta la octava semana.

En los sustratos con arena y vermicompost no se obtuvieron diferencias significativas en la longitud de los brotes en *G. amplexifolia*, pero con el uso de cascarilla de café como sustrato el crecimiento es menor.

Los tres sustratos utilizados produjeron formación de menos brotes pero más gruesos y

largos en *G. amplexifolia*, junto con una mayor acumulación de materia seca con respecto a *G. angustifolia*, en un periodo de doce semanas.

Independientemente del sustrato utilizado, *G. amplexifolia* presentó mayor contenido de materia seca que *G. angustifolia*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ospina R, Rodríguez J. Biodiversidad en guaduales. Importancia e implicaciones para un buen manejo. Seminario-taller Avances en la Investigación sobre Guadua. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Mayo 16-18. 2002; p.1-3.
2. Rodríguez J. El Bambú como Material de Construcción. Conc tec. 2006;1(31), 67-69
3. Sánchez Medrano MT, Espuna Mújica JA, Roux Gutierrez RS. El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua Amplexifolia*. Nova sci. 2016; 8(17):657-77.
4. Montiel M, Jiménez VM, Guevara E. Caracterización anatómica ultraestructural de las variantes "Atlántica", "Sur" y "Cebolla" del bambú, *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae), en Costa Rica. Rev Biol Trop. 2006;54:1-12.
5. Rondón, J. A. y A. Ortega. Sinopsis taxonómica de las especies de bambú (Bambusoideae) que crecen en Venezuela. Rev. For. Lat. 2003;33:107-112
6. Marín Ch D, Guédez Y, Márquez de Hernández L. Las plantaciones de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y bambú (*Bambusa vulgaris* Wendland) de San Javier, estado Yaracuy, Venezuela: I. Aspectos climáticos y caída de hojarasca. Rev Fac Agron. 2008; 25(2):261-85.
7. Ceccon E, Gómez Ruiz PA. Bamboos ecological functions on environmental services and productive ecosystems restoration. Rev Biol Trop. 2019;67(4):679-91
8. Londoño X, Ruiz-Sanchez E. *Guadua tuxtensis* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduiniae): Una nueva especie inadvertida de

la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Bot Sci.* 2014;92(4):481–8.

9. Ticona Aliaga J, Mamani Mollo JR. Evaluación de la propagación de bambú (*Guadua Angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia* bicolor) con diferentes segmentos vegetativos, en la Estación Experimental Sapecho. *RIIARn.* 2019;6(1):24–9.

10. Márquez de Hernández L, Marín Ch D. Propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *G. angustifolia* kunth y *Elytostachys typica* Mc Clure, en tres tipos de sustratos. *Bioagro.* 2011;23(3):191–8.

11. Mendoza H, Madruñero O, Paredes S. Desarrollo de la cadena productiva en el clúster de bambú de la zona 5 del Ecuador. *Universidad y Sociedad: Rev Cient Univ de Cienfueg.* 2018;10(5), 70–77.

12. Mendoza H, Moncada E, Roca J. Potencial económico de los cañaverales de bambú de la zona 5 del Ecuador en el comercio de emisiones. *Univ y Soc.* 2019;11(2):377–386.

13. Londoño X. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del Nuevo Mundo. *Cespedesia.* 1992;19(62-63):87–137.

14. Gallardo J, Freire M, García Y, Pérez S, González M, León J. Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. *Cultiv trop.* 2008;29(1):17–22.

15. Maya J, Camargo J, Marino O. Características de los culmos de guadua de acuerdo al sitio y su estado de madurez. *Col Fores.* 2017;20(2),171–180.

16. Giraldo H. Aspectos generales de la *Guadua angustifolia* Kunth. Propagación y manejo silvicultural sostenible. Memorias III Seminario Internacional de Bambú. MARNR, Fundación Polar. San Felipe: Gobernación del Estado Yaracuy, Fundación para la Investigación Agrícola DANAC. 2003. pp. 16-29.

17. Maya Echeverry JM, Camargo García JC, Mosquera Martínez OM. Características de los culmos de guadua de acuerdo al sitio y su estado de madurez. *Colombia Forestal.* 2017;20(2):171.

18. Rojas de Sánchez N. La Guadua: Un valioso recurso natural. Memorias IV Congreso Forestal Venezolano. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Barinas. Venezuela. 2004;11 p.

19. Cairo Cairo P, Alvares Alonso O, Year Yera Y, Rodríguez Urrutia A, Mollineda Á, Torres Artilles P. La biomasa de *Bambusa vulgaris* como alternativa para la recuperación de suelos degradados. *Cent agríc.* 2018;45(3):51–8.

20. Casanova E. Introducción a la Ciencia del Suelo. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía; 1994.

21. Ordóñez-Candelaria VR, Bárcenas-Pazos GM. Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guadas mexicanas (*Guadua aculeata*, *Guadua amplexifolia* y *Guadua velutina*). *Mad bosq.* 2014;20(2):111–25.