

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**EFFECTO DE TRES SUSTRATOS Y CUATRO DOSIS DEL ENRAIZANTE
PHYLLUM MAX R EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL POR ESQUEJES DE
Guadua angustifolia Kunth EN JAÉN – CAJAMARCA.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

MIRIAM HAYDEÉ DE LA CRUZ ABANTO

ASESOR:

M. Sc. WALTER RICARDO RONCAL BRIONES

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Miriam Haydeé De la cruz Abanto
DNI: N° 45566092
Escuela Profesional/Unidad UNC:
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
2. Asesor:
M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
EFFECTO DE TRES SUSTRATOS Y CUATRO DOSIS DEL ENRAIZANTE PHYLLUM MAX R EN LA PROPAGACIÓN ASEJUAL POR ESQUEJE DE *Guadua angustifolia* kunth JAÉN-CAJAMARCA
Fecha de evaluación: 02/09/2025
6. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
7. Porcentaje de Informe de Similitud: 5%
8. Código Documento: oid: 3117:490558688
9. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/09/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones DNI: 16732728

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cuatro días del mes de agosto del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 125-2025-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EFFECTO DE TRES SUSTRATOS Y CUATRO DOSIS DEL ENRAIZANTE PHYLLUM MAX R EN LA PROPAGACIÓN ASEJUAL POR ESQUEJES DE *Guadua angustifolia* Kunth EN JAÉN - CAJAMARCA**", realizada por la Bachiller **MIRIAM HAYDEE DE LA CRUZ ABANTO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las siete horas y cuarenta minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de catorce (14); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las ocho horas y cincuenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. Mg. Sc. Luis Dávila Estela
PRESIDENTE

Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro
SECRETARIO

Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
VOCAL

Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
ASESOR

DEDICATORIA

A mi madre Bertha Abanto Pastor, a mis hermanos Katia y José Antonio por el apoyo incondicional en mi formación profesional y la culminación de la tesis.

A una gran amiga la Ing. Maida Pérez Delgado, por el apoyo y los ánimos para lograr la realización de la investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminarme a lograr terminar con éxito y avanzar en cada una de las metas trazadas.

Al Ing. M.Sc. Walter Ricardo Roncal Briones, mi asesor de la tesis, por su invaluable apoyo y orientación a lo largo de este proceso de investigación.

Ing. M. Sc. Alex Huatay Saldaña por el apoyo para mejorar la interpretación de los resultados en la parte de estadística y en mejorar la redacción de la investigación.

A la empresa CAJENUAL, por brindarme sus instalaciones y el respaldo necesario para llevar a cabo este trabajo de investigación.

A Don Otto Pretel Alva, por su colaboración en la construcción e instalación del vivero, y al señor Alter García Aguirre, quien me proporcionó la plantación de bambú necesaria para la obtención de los esquejes.

Al Ing. Miquel Lluís Vázquez Salazar, amigo y colega, por su valiosa ayuda en la revisión y sus recomendaciones para mejorar este documento.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivo	3
1.5. Hipótesis	3
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas	6
<i>2.2.1 Generalidades de la G. angustifolia</i>	6
<i>2.2.1.1. Taxonomía de la Guadua angustifolia Kunth</i>	6
<i>2.2.1.2. Descripción de la especie</i>	7
<i>2.2.1.3 Usos</i>	7
<i>2.2.1.4 Factores edafoclimáticos</i>	8
<i>2.2.1.5 Morfología de la planta</i>	9
<i>2.2.1.6 Descripción de sustratos empleados en la propagación</i>	13
<i>2.2.1.7 Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento</i>	14

2.3 Definición de términos básicos	16
a) <i>Sustrato</i>	16
b) <i>Esquejes</i>	16
c) <i>Fitohormonas</i>	17
d) <i>Propagación asexual</i>	17
e) <i>Enraizante</i>	17
3.1 Ubicación de la investigación	18
3.2 Materiales	19
3.3 Metodología	20
4.1. <i>Número de brotes</i>	31
4.2 <i>Diámetro de tallo</i>	34
4.3 <i>Altura de plántula</i>	38
4.4 <i>Número de hojas por plántula</i>	40
4.5 <i>Longitud de raíz</i>	43
VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	47
VII. BIBLIOGRAFIA	48
VIII. ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 GEORREFERENCIACIÓN DE PLANTAS DE CAÑA DE DONDE SE RECOLECTO LOS ESQUEJES-----	30
TABLA 2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO DCA. -----	21
TABLA 3 VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES. -----	23
TABLA 4 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL NÚMERO DE BROTES.-----	31
TABLA 5 PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES LSD PARA EL NÚMERO DE BROTES.-----	31
TABLA 6 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL DIÁMETRO DE TALLO. -----	34
TABLA 7 PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES LSD PARA EL DIÁMETRO DE TALLO (MM). -----	35
TABLA 8 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LA ALTURA DE PLÁNTULA. -----	38
TABLA 9 PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES LSD PARA LA ALTURA DE PLÁNTULA (CM). -----	39
TABLA 10 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL NÚMERO DE HOJAS. -----	41
TABLA 11 PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES LSD PARA EL NÚMERO DE HOJAS. -----	41
TABLA 12 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LA LONGITUD DE RAÍZ (CM). -----	44
TABLA 13 PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES LSD PARA LA LONGITUD DE RAÍZ (CM). -----	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 MAPA DE UBICACIÓN DEL SECTOR UÑA DE GATO, DISTRITO BELLAVISTA, PROVINCIA JAÉN.....	18
FIGURA 2 CROQUIS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DENTRO DE UN DISEÑO DCA.	23
FIGURA 3 RECOLECCIÓN DE ESQUEJES DE GUADUA ANGUSTIFOLIA.	24
FIGURA 4 INSTALACIÓN DE CAMAS DE REPIQUE PARA GUADUA ANGUSTIFOLIA.	25
FIGURA 5 PROCESO DE DESINFECCIÓN DE SUSTRATO.	26
FIGURA 6 INMERSIÓN DE LOS ESQUEJES EN LAS DIFERENTES DOSIS DE ENRAIZANTE.	27
FIGURA 7 SIEMBRA DE ESQUEJES DE GUADUA ANGUSTIFOLIA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.	28
FIGURA 8 GRÁFICA DE MEDIAS LSD (DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVAS) PARA EL NÚMERO DE BROTES.....	34
FIGURA 9 GRÁFICA DE MEDIAS LSD (DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVAS) PARA EL DIÁMETRO DE TALLO.	37
FIGURA 10 GRÁFICA DE MEDIAS LSD (DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVAS) PARA LA ALTURA DE PLÁNTULA (CM).	40
FIGURA 11 GRÁFICA DE MEDIAS LSD (DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVAS) NÚMERO DE HOJAS.	43
FIGURA 12 GRÁFICA DE MEDIAS LSD (DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVAS) PARA LA LONGITUD DE RAÍZ (CM).	45

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el vivero de la empresa “CAJENUAL“, ubicado al norte del sector Uña de Gato, centro poblado Shumba, distrito Bellavista, provincia Jaén y departamento Cajamarca, con el objetivo de evaluar el efecto de tres sustratos y cuatro dosis de enraizante Phyllum Max R en la propagación asexual por esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth. Los sustratos que se utilizaron al 100 % fueron: tierra agrícola, arena de río, pajilla de arroz y aserrín descompuesto y tres dosis del enraizante Phyllum Max R: 2.5 ml/l agua, 5 ml y 7.5 ml/l de agua. Los resultados muestran que el T8 arena y la dosis del enraizante Phyllum Max R de 7.5 ml/l de agua logró mayores respuestas en el número brotes (11 brotes), diámetro del tallo (0.52mm), altura de plántula (19.50 cm), número de hojas por plántula (8 hojas) y longitud de raíz (16 cm) obteniendo los mayores resultados frente a los demás tratamientos.

Palabras Clave: Sustrato, dosis de enraizante *Phyllum Max R*, propagación por esquejes, *Guadua angustifolia* Kunth.

ABSTRACT

The present research was developed in the nursery of the company "CAJENUAL" located north of the Uña de Gato sector, Shumba town center, Bellavista district, Jaén province and Cajamarca department, with the aim of evaluating the effect of three substrates and four doses of Phyllum Max R rooting agent on asexual propagation by cuttings of *Guadua angustifolia* Kunth. The substrates that were used 100% are: agricultural soil, river sand, rice straw and decomposed sawdust and the three doses of the Phyllum Max R rooting agent are: 2.5 ml/l water, 5 ml and 7.5 ml/l water. The substrates revealed that the T8 sand and the dose of the rooting agent Phyllum Max R of 7.5 ml/l water has achieved greater results in the number of shoots (11 shoots), stem diameter (0.52mm), seedling height (19.50 cm), number of leaves per seedling (8 leaves) and root length (16 cm), obtaining the highest results compared to the other treatments.

Keywords: Substrate, dose of rooting agent Phyllum Max R, propagation by cuttings, *Guadua angustifolia* Kunth.

I. INTRODUCCIÓN

Los bambúes pertenecen a la familia Poaceae, subfamilia Bambusoideae, y agrupa a un total de 1 642 especies, de las cuales 1 521 son bambúes leñosos (Voronstsoya, 2016). Estas especies se agrupan en 150 géneros, siendo América el continente con la mayor diversidad de bambúes, con aproximadamente el 46% de las especies a nivel mundial. En este continente, Brasil alberga 141 especies, Colombia 72, Venezuela 60, Ecuador 44, y Costa Rica y México 39 especies cada uno. En Perú, se identifican siete géneros y 39 especies de bambúes (Londoño y Botero, 2006 citado por Quinde, 2018).

En el Perú, la propagación asexual de *Guadua angustifolia* constituye una de las técnicas más efectiva para la producción de Guadua, especialmente en áreas rurales donde se ha convertido en un pilar de desarrollo tanto comercial como comunitario. Este método, ampliamente utilizado en viveros forestales, permite la multiplicación rápida y eficiente de esta especie mediante el uso de secciones de tallo, rizomas, riendas laterales y esquejes de tallo, contribuyendo a la sostenibilidad y al fortalecimiento de la economía local (SERFOR, 2020).

Es importante propagar esta especie para contribuir a investigaciones para determinar que sustrato y dosis de enraizante es mas efectivo para la propagación asexual por esqueje de *G. angustifolia* en el distrito de Bellavista.

1.1. Descripción del problema

La *G. angustifolia* es una planta de rápido crecimiento y con una capacidad de rebrotar (Mercedes, 2006), además, ofrece beneficios ambientales, económicos y beneficios sociales (SERFOR, 2021). Una especie que se adapta a diferentes tipos de suelos y a diferentes condiciones climáticas, lo que permite que pueda recuperar la erosión del suelo, actúa como cortina rompevientos y como defensa ribereña. (SERFOR 2022).

No existen estudios específicos que determinen cual es el sustrato definido para propagar por esquejes *G. angustifolia* en el distrito de Bellavista. Según la Empresa Hortus la diferencia es que se trata de un regulador de crecimiento natural Phyllum Max R con alto contenido de auxinas, giberelinas, citoquininas, macro y micronutrientes. Su alto contenido de auxinas contribuye a favorecer el desarrollo abundante del sistema radicular. Se recomienda la aplicación a una dosis 500 cc a 1000 cc por cada 200 L de agua.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de tres sustratos y cuatro dosis del enraizante Phyllum Max R en la propagación asexual por esquejes de *G. angustifolia* en Jaén Cajamarca?

1.3 Justificación

La propagación de *G. angustifolia* es fundamental para la reforestación; es un recurso sostenible utilizado en la construcción y la fabricación de productos ecológicos. Sin embargo, a pesar de su importancia económica y ambiental, existe una falta de consenso sobre los métodos más eficaces para su propagación vegetativa, especialmente en relación con los sustratos y enraizantes. Esta investigación tiene como objetivo de dar a conocer los sustratos más adecuados y la dosis óptima del enraizante Phyllum Max R para mejorar el éxito de la propagación por esquejes de *G. angustifolia*.

La propagación asexual mediante esquejes es una práctica clave en viveros forestales comerciales, ya que permite la multiplicación rápida y uniforme de plantas, lo que asegura la calidad y homogeneidad del material vegetal. Sin embargo, la falta de estudios específicos sobre los sustratos y enraizantes el más efectivos para optimizar este proceso, limitando la eficiencia de los viveros. Por tanto, esta investigación contribuye a las prácticas de propagación asexual por esqueje y a mejorar la rentabilidad de los viveros, sino también a reducir costos, asegurando una mayor disponibilidad y calidad de *G. angustifolia* para su industria y los proyectos de reforestación en zonas como Jaén.

1.4 Objetivo

Evaluar el efecto de tres sustratos y cuatro dosis del enraizante de Phyllum Max R en propagación asexual por esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth en Jaén - Cajamarca.

1.5 Hipótesis

Ho: Al menos un sustrato y una dosis del enraizante Phyllum Max R influyen significativamente en la propagación asexual por esquejes de *G. angustifolia*.

Ha: Ningún sustrato y dosis del enraizante Phyllum Max R influyen significativamente en la propagación asexual mediante esquejes de *G. angustifolia*.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

Palacios (2018) evaluó el efecto de aplicación de enraizante sobre esquejes de bambú y determinó el porcentaje de prendimiento. La investigación se realizó en Baboyo – Ecuador; la metodología consistió en el uso de un diseño DCA, los tratamientos estudiados incluyeron el uso de productos enraizantes como Lyces 500 en dosis de 2,0 kg/ha, Raizplant 500 dosis 3,0 l/ha y Vigor plant 2,0 l/ha en sus aplicaciones de enraizamiento y determinar la dosis adecuada de productos de enraizamientos. Se recolectaron datos de la tasa de enraizamiento para evaluar adecuadamente la efectividad de los tratamientos; longitud de raíz, número de apariciones, longitud de los brotes, área de hojas cortadas y volumen de raíces. Como resultado se obtuvo que la Raizplant 500 influyó en la presencia de mayor número de brotes y mayor longitud de brotes, área foliar y volumen radicular de los esquejes con el uso del enraizante Raíces 500 a dosis de 3,0l/ ha.

Novoa (2014) evaluó varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de *G. angustifolia* en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos-Ecuador, con el objetivo de identificar los mejores sustratos en diferentes combinaciones en la primera combinación son: aserrín y tamo de arroz con proporciones son: 50 %, 20 % y 30 %, la segunda combinación son , arena y estiércol de vacuno (50 %, 20 %, 30%), tercera combinación de sustrato son : tamo de arroz, aserrín (50 %, 50 %) y el testigo suelo agrícola al 100 %. Como resultado se obtuvo el mejor sustrato es el tamo de arroz y aserrín, donde se logró un rápido prendimiento para la producción de plántulas.

Alvarado et al. (2021) evaluó el efecto comparativo de tres sustratos en la propagación y crecimiento de dos especies de género *Guadua*, con el objetivo de investigar el sustrato más efectivo para la propagación de especies *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* en vivero, en la zona El Vainillo, Guayas, Ecuador. Mediante el método de propagación por rizomas se evaluó en tres tratamientos

con diferentes proporciones como son: T1 tierra del lugar más arena de río proporción 1:1, T2 tierra del lugar más humus de lombriz proporción 1:1 y T3 tierra del lugar más cascarilla de café proporción 1:1. Concluye que las dos especies de *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* en el tratamiento T2 con 70 % de brotes, T1 menor porcentaje de brotación y T3 hubo gran diferencia significativa en % de brotación.

Camus (2019) determinó el efecto de dos enraizantes en la producción de plántones de bambú (*G. angustifolia*) en Yambrasbamba – Amazonas; utilizó un enraizante químico Root hooor para el desarrollo de los esquejes aplicó una dosis de (10ml de Root hooor + L de agua) y un bioestimulante orgánico (agua de coco 750 ml + 4 L de agua). Las combinaciones fueron: 10 ml de Root – Hoor + 1L de agua, 750 ml de agua de coco + 4 L de agua y testigo sin aplicación. Las variables que evaluó fueron: porcentaje de prendimiento, número de brotes y volumen radicular. Obtuvo que el mejor porcentaje de prendimiento fue el tratamiento 2 con un 83%, este resultado se logró con la aplicación del agua de coco (750 ml de agua de coco + 4 L de agua).

Ardiles (2019) evaluó los diferentes sustratos en la propagación de bambú (*G. angustifolia*) en Kepashiato – Echarati - La Convención – Cusco. Utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 6 sustratos diferentes. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento T10 (corte de tallos con tierra agrícola más compost de aserrín) y T8 (corte de tallo con compost de aserrín). Se evaluaron las variables : altura de brotes, diámetro de brotes, número de entrenudos, número de plantas.

Romero (2019) determinó el efecto de dosis de ácido endolbutírico en brotes de esquejes de *G. angustifolia*. La investigación se realizó en un invernadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María, departamento de Huánuco. Utilizó un Diseño Completamente al Azar, evaluando el tipo de esquejes y dosis de ácido indol butírico. Se consideró 9 tratamientos y 5

repeticiones con una combinación (base medio, ápice) y dosis de (0.0 mg/L, 1.0 mg/ L y 2.0 mg/L), se evaluó en 90 días obteniendo resultados de brotes con rama basal (1.22 brote con dosis 1,0 mg/l, 1.91 brotes), longitud de brotes con la rama medio dosis 2,0 mg/L 19.18 cm, número de hojas rama medio 6.62 hojas, dosis 1.0 mg/l. Obtuvo como resultado 5.86 hojas, en sobrevivencia de brotes de yemas de bambú el esqueje de rama basal con 66.67 % de sobrevivencia en dosis de 2.0 mg /l, un total de 75.56 % 1 , el tipo de rama medio y basal que los mejores resultados con las dosis de 1.0 mg/l y 2.0 mg/l de la dosis del ácido endolbutirico.

Montenegro (2020) estudió la influencia de cinco sustratos en la propagación de esquejes de *G. angustifolia* en Jaén. El objetivo fue determinar que sustrato ha dado un mayor porcentaje de enraizamiento, prendimiento y calidad de plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth la siembra se realizó en diferentes proporciones de sustrato arena, cascarilla de arroz, tamo de café y aserrín, se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de enraizamiento primero de raíces por esquejes, el mejor sustrato volumen radicular, mayor longitud y días de brote. Los mejores resultados para propagar esquejes es el aserrín y después la arena.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades de la G. angustifolia

Las especies que conforman el género *Guadua* alrededor del mundo son un total de 1642 especies aproximadamente, en el Perú se encuentra 7 géneros, 39 especies de bambú leñosos, en los bambús herbáceos se identifica a 6 géneros con 27 especies (MIDAGRI, 2021).

2.2.1.1. Taxonomía de la Guadua angustifolia Kunth

Para Quinde (2018) los bambúes constituyen el único grupo de gramíneas que pueden adaptarse y diversificarse completamente en los bosques. En cuanto a su clasificación taxonómica, *G. angustifolia* pertenece al Orden Poales y la Familia Poaceae. En términos más específicos, se

encuentra en la subfamilia Bambusoideae, en la Tribu Bambuseae y la Subtribu Guaduinae, formando parte del Género *Guadua*.

Esta especie se caracteriza por tallos robustos y espinosos, con bandas de pelos blancos en los nudos y hojas caulinares en forma triangular (Espinosa, 2004).

2.2.1.2. Descripción de la especie

- **Origen del nombre**

Cotrina (2017) menciona que, en 1822 el botánico alemán Karl Sigmond Kunth le dio el nombre de “Guadua” con el que los indígenas de Colombia y Ecuador se referían a este bambú. Más conocida como bambú, pero tiene además los siguientes nombres comunes que lo conocen Guadua, guadua macana (Colombia), caña brava (Ecuador), Caña de Guayaquil (Costa-Perú) o bambú macho (Mala - Cañete) (Gonzales, 2005).

2.2.1.3 Usos

La *G. angustifolia* posee propiedades físicas y mecánicas con fibras naturales muy fuertes que permiten elaborar diversos productos como; artesanías, utensilios, instrumentos musicales, muebles, incluso finos acabados; aglomerados, pisos, paneles, laminados, pulpas, esteras y papel Añazco et al. (2015).

Los usos de esta especie son:

a. Bisutería

Actividad productiva que consiste en utilizar los residuos de aprovechamiento de la *G. angustifolia* para elaborar accesorios decorativos como anillos, pulseras, brazaletes (SERFOR, 2021).

b. Construcción

En el Perú el principal uso de las cañas es para construcción, en los últimos años se han realizado construcciones en base a criterios técnicos y diseños arquitectónicos. (SERFOR, 2021)

c. Ambiental

La *G. angustifolia* tiene efectos protectores sobre los suelos y aguas. Produce una gran cantidad de oxígeno y es una excelente fijadora de dióxido de carbono atmosférico ya que posee una capacidad de rebrote, ofrece un potencial para la reforestación de cuencas hidrográficas (Chiluiza, et al., 2009).

2.2.1.4 Factores edafoclimáticos

Las guaduas son plantas altamente adaptables, capaces de tolerar una amplia variedad de suelos, desde los pobres en materia orgánica hasta aquellos ricos en minerales. En cuanto a suelos favorables para el bambú, los rangos de pH ideales oscilan entre 3.5 y 6.5 (Londoño, 2002). La guadua prefiere suelos aluviales bien drenados y no tolera suelos salinos. Aunque algunas especies de bambú pueden crecer en suelos con pH tan bajo como 3.5, en general, el pH óptimo para su desarrollo se encuentra entre 5.0 y 6.5 (Liese, 1985).

En cuanto a los factores climáticos, el bambú prefiere:

A. Temperatura

La *Guadua* se adapta a una temperatura promedio mínima de 16°C, y la temperatura promedio máxima es de 36°C, rango de temperatura óptimo para cultivarlo se encuentra entre una temperatura promedio de 20 y 26°C. (Casandro, 2018)

B. Precipitación

Se puede desarrollar en áreas donde la precipitación anual oscila entre 1270 mm y 5000 mm, pero el desarrollo óptimo de los grupos de guadas se produce cuando la precipitación anual promedio oscila entre 2000 mm y 2500 mm. (Quinde, 2018).

C. Humedad relativa

Llega alcanzar un rango óptimo de humedad relativa más favorable es entre 75% y 85%, una humedad relativa superior a la media podría aumentar el riesgo de ataque de insectos y enfermedades. (Quinde, 2018)

D. Latitud

En América la *Guadua* se distribuye desde los 23° de latitud norte en San Luis de Potosí, México, hasta los 35° de latitud Sur en Argentina, reúne aproximadamente 30 especies que crecen en todos los países de América Latina con excepción de Chile y las Islas del Caribe, pero se ha introducido con éxito en Puerto Rico, Cuba, Haití y Trinidad (IMBAR, 2019).

E. Hábitat

La especie se desarrolla bien desde el nivel del mar hasta los 1600 msnm, por encima de esta altura hasta los 2000 m. (Pérez, 1979).

2.2.1.5 Morfología de la planta

A. Caña

Fuste aéreo segmentado que emerge de un rizoma, alcanza una altura promedio de 15 m y un diámetro de 10 cm, formado por cuello, entrenudos y nudos, con un espesor de pared de 1,5 a 2 m (MINAG, 2011).

B. Rizoma

Es la "raíz" de cada tribu, caracterizada por ser corta, gruesa y curvada (paquimorfo). Su función principal es absorber nutrientes del suelo y anclar la planta. Se compone de tres partes: el cuello del rizoma, el rizoma propiamente dicho y las raíces secundarias, conocidas localmente como "caimán" (MINAG, 2011).

C. Culmo

Es el eje aéreo segmentado que emerge del rizoma, alcanza una altura promedio de 15 m y 10 cm de diámetro, formado por el cuello, entrenudos y nudos, con un espesor de pared de 1,5 a 2 cm en la base, el cuello es la unión entre el rizoma y el tallo; los nudos -puntos de unión de los entrenudos- son la parte más resistente del tallo y los entrenudos son, a su vez, la porción de tallo (hueca) ubicada entre dos nudos (Londoño, 2002).

D. Yema

Se trata de una pequeña estructura rodeada por la primera hoja modificada de la rama, descansa sobre la línea nodal en la dirección opuesta y tiene el potencial de desarrollar raíces y brotes durante la propagación (MINAG, 2011).

E. Hoja caulinar

De color marrón rojizo, forma triangular, vaina de 30 – 70 cm de longitud por 33-48 cm de ancho, con una textura dura, la cara abaxial pubescente con pelos café claros cortos y pelos de color marrones largos hispidos que se concentran en bordes superiores de la vaina, la cara axial correspondiente al haz con margen ciliados con pelos de color café hasta 1 cm de longitud, con lamina erecta y persistente de 7 a 14.5 cm de longitud por 7 – 10 cm de ancho (Londoño, 2002).

F. Ramas y hojas

Salen directamente del tallo, específicamente de yemas que se forman a partir de los nudos que tienen la misma forma del tallo con diámetro menor además que en las ramas están prendidas las hojas en abundancia. (Coto, 1991).

G. Semilla

La semilla es de color blanco muy claro en su interior y color café muy claro en su exterior, mide entre 5 a 8 mm de largo y 3 mm de espesor de la propagación sexual la variabilidad genética de las semillas no es tan segura como la de la reproducción asexual, una de las desventajas de la propagación de semillas es que tiene una vida corta y, por lo tanto, no se puede guardar para sembrar en años futuros (Acosta et al., 2021).

H. Propagación asexual

Se puede utilizar toda o una parte de una planta que se puede propagar en sustrato y que se tenga en cuenta las condiciones ambientales favorables. Este método, sin embargo, resulta inconveniente en plantaciones grandes, ya que la preparación de material requiere de considerable tiempo y ocupa mucho espacio Segmentos de tallo también pueden ser utilizados para la propagación, la seccionas de un tallo joven (1-2 años) con nudos, que son colocadas en el de forma directa suelo a una profundidad de 15 a 20 cm, donde el suficiente cuidado desarrollará brotes y tallos (Liase, 1985).

I. Propagación por rizomas o caimanes con una sección del tallo

El rizoma del bambú es una prolongación del tallo que sirve de almacén de nutrientes, a los que se les cortan fracciones de 40 – 50 cm, cuidando de no dañar las yemas, para ser plantados individualmente (Catasús, 2003). Mercedes (2006) considera como elemento básico para la

propagación de *guadua angustifolia*, que asexualmente, se realiza por ramificación de los rizomas, sin embargo, requiere mucha mano de obra lo que lo hace costoso y presenta baja tasa de multiplicación.

J. Propagación por chusquines

Para la propagación de *G. angustifolia*, el método de chusquin es la mejor opción para propagar guadua ya que es una plántula que presenta un rizoma horizontal como un órgano de reserva que favorece la propagación. Lárraga et al. (2011).

K. Propagación por ramas enterradas en forma horizontal

Es el método que ha dado muy buenos resultados para la obtención de material vegetativo y su posterior masificación, fue adoptado a raíz de la falta de material vegetativo como chusquines y rizomas (SERFOR, 2021).

L. Esquejes de ramas basales

Se seleccionan las ramas de la parte central, inferior o basal del tallo. Se cortan segmentos de 5 a 15 cm de longitud que posean yemas activas, colocándolos en bolsas plásticas con sustrato o en bancos de propagación a 45° de inclinación. Se debe suministrar riego constante para obtener un prendimiento adecuado (PERUBAMBU, 2004).

M. In vitro

Este sistema de propagación se realiza en laboratorio bajo condiciones asépticas y mediante el uso de embriones de semilla o yemas axilares colocados en un medio gelatinoso (agar) complementado con fitohormonas y vitaminas (Londoño, 2002).

N. Efecto del medio de propagación

Un factor asociado con el medio de propagación es que debe estar aireado, según Núñez (1997), hay una relación entre aire y agua en el medio para propagar por lo cual es importante porque influye en el oxígeno en la base del esqueje en donde las raíces se forman.

Cualquier sustrato o mezcla de materiales que se utilice debe tener una buena retención de agua (sin acumularla excesivamente) y una aireación que permita un contenido de oxígeno adecuado para la respiración de los tejidos sometidos a la producción de nuevas raíces (Acosta et al., 2021).

2.2.1.6 Descripción de sustratos empleados en la propagación

A. Arena de río

Las partículas de arena son fragmentos de rocas pequeñas, a menudo no intemperizados y no interactúan con el agua o minerales. El agua se filtra rápidamente a través de suelos arenosos y se evapora con facilidad.

B. Pajilla o cascarilla de arroz

La pajilla de arroz se compone de un 94% de silicón, este elemento es absorbido en grandes cantidades y es fundamental para la nutrición de la planta, ya que tiene los siguientes efectos: resistencia de la planta a infecciones provocadas por hongos, ataque de insectos, mantenimiento de hojas y tallos (robustez), uso eficiente del agua y translocación de fósforo. La absorción de silicio puede tener efectos beneficiosos para varias plantas, como resistencia a plagas, tolerancia a la toxicidad de metales pesados, estrés hídrico y salino, menor evapotranspiración, mayor crecimiento y nodulación en leguminosas, efectos sobre la actividad enzimática y la composición mineral, mejoras arquitectónicas. plantas, reducción del alojamiento de las plantas. (Castellanos et al., 2015).

C. Aserrín en descomposición

El aserrín favorece el régimen de agua y contribuye a una mejor disponibilidad de los elementos nutritivos. El aserrín se puede mezclar con otros sustratos como arena, pajilla de arroz y humus de lombriz (Montiel, 2013).

D. Tierra del lugar

El pH del suelo es 8, es de una reacción alcalina, por lo cual presenta condiciones desfavorables para la siembra de especies por la deficiencia de micronutrientes (FERTILAB, 2013).

2.2.1.7 Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento

Las hormonas vegetales o fitohormonas como compuestos naturales que son producidos en las plantas y en buena medida el desarrollo, se encuentran en todas las partes de las plantas. (Díaz, 2017).

A. Enraizante Phyllum Max R

Es un bioestimulante formulado como concentrado soluble (LS), con alto contenido de auxinas; además contiene, citoquininas, giberelinas, macro y micronutrientes. Promueve el rizo génesis en las raíces de las plantas, promoviendo en crecimiento abundante de cabellera radicular según la ficha técnica de HORTUS.

Composición

Extracto de algas 24%

Auxinas 1 200 ppm

Citoquininas 16 ppm

Giberelinas 4.5 ppm

Macro y micronutrientes 76%

Extractos de algas

Es un bioestimulante el extracto de algas marinas, moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas en los vegetales. El crecimiento y el desarrollo de las plantas que se puede controlar por hormonas vegetales o fitohormonas. El efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es el de aumentar el crecimiento de las plantas (Blunen, 1991); e incrementar la resistencia de enfermedades fúngicas y bacterianas Kuwada et al. (1999), etc.

Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Hong et al., 1995).

Extracto de algas marinas a base de la especie *Ascophyllum nodosum*, juegan un papel importante que contribuye a mejorar el crecimiento, desarrollo y calidad de las plantas, son aplicados en la parte foliar (Medjdoub, 2020).

B. Auxinas

La auxina forma parte de un grupo de hormonas vegetales de crecimiento vía división y alargamiento (raíz, tallo, hojas y fruto) intervienen en la formación de raíces (enraizamiento de esquejes) participando en los tropismos de las plantas, la brotación de yemas laterales Díaz (2017).

C. Citoquininas

El nombre de las citoquininas se emplea para aquellas sustancias químicas que pueden estimular principalmente la división celular Recalde (2006).

Entre sus principales efectos fisiológicos se destaca que regulan la formación y el desarrollo del tallo, regulan la síntesis de pigmentos fotosintéticos en los cloroplastos junto con otros factores como la luz y el estado nutricional de la célula (Jácome, 2011).

D. Giberelinas

Esta hormona también es conocida como ácido giberélico tuvieron su aparición en la década 1930, son producto metabólico del hongo *Giberella fujikuroik* no muestran un mismo transporte fuertemente polarizado. Su principal función es incrementar el crecimiento de los tallos, interrumpiendo el periodo de latencia de semillas e inducir la producción de yemas y el desarrollo de frutos (Salisbury et al., 2000).

E. Macro y micronutrientes

Las concentraciones de los micronutrientes son bajas a comparación de los macronutrientes en los tejidos de las plantas que cumple un rol en cada uno de estos grupos de nutrientes que tienen diferente papel en el crecimiento y metabolismo de las plantas (Kyrkby et al., 2007).

2.3 Definición de términos básicos

a) Sustrato

Es un material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. (Noboa, 2014)

b) Esquejes

Los esquejes son tallo, rama o retoño de una planta que se injerta en otra o se introduce en la tierra para multiplicar la planta (Durango Álvarez et al., 2015).

c) *Fitohormonas*

Fitohormonas u hormonas vegetales son las que regulan de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Cumplen diferentes funciones como son: el crecimiento de las plantas, caída de hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación. (Srivastava, 2002)

d) *Propagación asexual*

Es un tipo de reproducción vegetal que utiliza raíces, tallos y hojas de una planta madre. Produce una planta genéticamente idéntica a la madre, existen diferentes métodos de propagación asexual como: la obtención de esquejes de tallo, esquejes de hoja, esqueje de caña, injertos, división, acodo y cultivo de tejido. (SERFOR, 2021).

e) *Enraizante*

El enraizante es de origen natural o químico u hormonal vegetal que modifican procesos fisiológicos de las plantas. Regulan el crecimiento imitando a las hormonas influyendo en la síntesis, destrucción y traslocación, modificando los sitios de acción de las hormonas (Yuste, 1997).

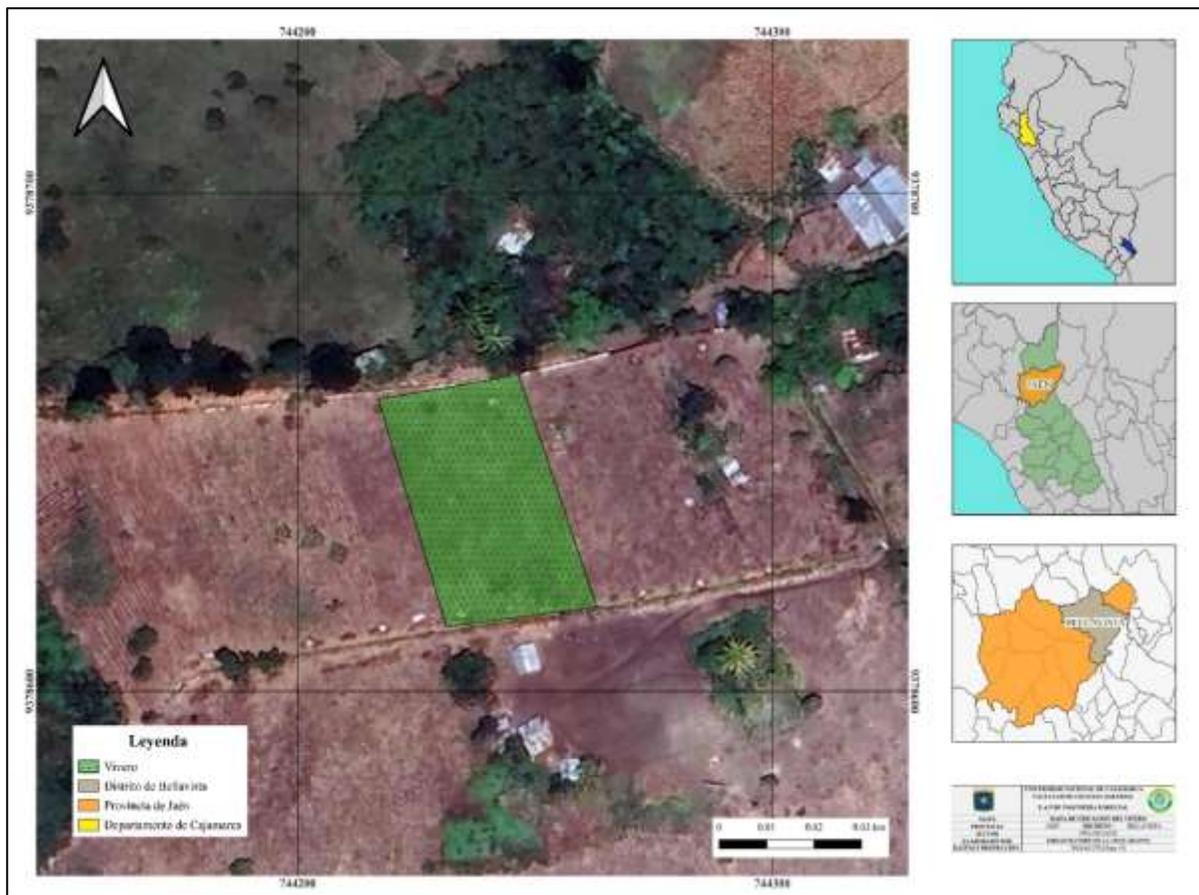
III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en el vivero de la Empresa CAJENUAL ubicado al norte del sector Uña de Gato, centro poblado Shumba, distrito de Bellavista, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca cuyas coordenadas geográficas referenciales son de: 744300E-968300N, 744200E- 937800N, 744200E- 9378600N, zona 17 y a una altitud 825 msnm. La temperatura varía de 17 °C a más de 33° C y una humedad relativa en un rango de 44 % y 98% (SENAMHI, 2023).

Figura 1

Mapa de ubicación del sector Uña de Gato, distrito Bellavista, provincia Jaén.



3.2 Accesibilidad

Para llegar al vivero se parte de la ciudad de Jaén, realizando un recorrido por la carretera a San Ignacio en el desvío del distrito de Bellavista hacia el lado izquierdo en el km 4 en el sector Uña de Gato centro poblado Shumba se ubica el vivero de la empresa CAJENUAL.

Tabla 1

Georreferenciación de plantas de caña de donde se recolecto los esquejes.

N° de árbol	Zona: 17	
	Hemisferio: S	
	Este (X)	Norte (Y)
1	744624	9378799
2	744631	9378806
3	744629	9378795
4	744640	9378808
5	744639	9378798

3.2 Materiales

3.2.1 Material experimental

- Esquejes de *G. angustifolia*
- Enraizante Phyllum Max R
- Sustratos

3.2.2. Equipos, insumos y materiales

- Tierra agrícola
- Arena de río

- Pajilla de arroz
- Aserrín descompuesto
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Tijera de podar a mano
- Regadera
- Baldes
- Jarra graduada
- Zaranda
- Malla raschel
- Regla graduada Formato de evaluación

3.2.3. materiales de escritorio

- Formato para evaluaciones

3.2.4. *Producto químico*

- Formol

3.3 Metodología

3.3.1. *Unidad de Análisis, Universo y Muestra*

- a. **Población:** Constituida por 2560 esquejes de *Guadua angustifolia*.
- b. **Muestra:** Constituida por 20 esquejes de *Guadua angustifolia*.
- c. **Unidad de análisis:** Lo conforman cada esqueje de planta de *Guadua angustifolia*.
- d. **Niveles y tratamientos de estudio:** Los tratamientos se estructuran en función de dos factores principales: el tipo de sustrato (considerando distintas proporciones) y la solución aplicada (agua o enraizante). A continuación, se detallan los niveles correspondientes para cada factor.

Sustrato:

a1: Tierra agrícola 100%

a2: Arena de río 100%

a3: Pajilla de arroz 100%

a4: Aserrín descompuesto 100%

Dosis del enraizante Phyllum Max R

b1: 00ml /l agua.

b2: 2,5 ml / l de agua.

b3: 5 ml / l de agua.

b4: 7.5 ml / l de agua.

3.3.2. Diseño experimental y arreglo de tratamientos

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : representa la respuesta de la j-ésima unidad experimental asignada al i-ésimo tratamiento.

μ : media global o general;

τ_i : efecto del i-ésimo tratamiento sobre el promedio global;

ε_i : error experimental de cada unidad de experimentación.

Tabla 1*Descripción de los tratamientos del experimento DCA.*

Tratamiento	Clave	Descripción
T1	a1b1	Tierra agrícola
T2	a1b2	Tierra agrícola +Phyllum Max R 2.5ml /l de agua
T3	a1b3	Tierra agrícola + Phyllum Max R 5ml /l de agua
T4	a1b4	Tierra agrícola + Phyllum Max R 7.5/l de agua
T5	a2b1	Arena de río
T6	a2b2	Arena de rio+ Phyllum Max R 2.5 ml / l de agua
T7	a2b3	Arena de rio+ Phyllum Max R 5 ml / l de agua
T8	a2b4	Arena de rio + Phyllum Max R 7.5 ml / l de agua
T9	a3 b1	Pajilla de arroz
T10	a3b2	Pajilla de arroz + Phyllum Max R 2.5 ml / l de agua
T11	a3b3	Pajilla de arroz + Phyllum Max R 5ml / l de agua
T12	a3b4	Pajilla de arroz + Phyllum Max R 7.5ml / l de agua
T13	a4 b1	Aserrín descompuesto
T14	a4b2	Aserrín descompuesto + Phyllum Max R 2.5 / l agua
T15	a4b3	Aserrín descompuesto + Phyllum Max R5ml/ l agua
T16	a4b4	Aserrín descompuesto + Phyllum Max R 7.5 / l agua

Figura 2

Croquis de distribución de los tratamientos dentro de un diseño DCA.

T13	T8	T4	T10	T1	T9	T6	T12	T5	T7	T2	T10	T16	T15	T8	T11
T6	T11	T16	T9	T5	T8	T7	T14	T3	T15	T13	T2	T10	T4	T12	T1
T1	T10	T6	T12	T2	T9	T4	T3	T5	T14	T16	T7	T15	T8	T11	T13
T4	T13	T2	T8	T7	T14	T1	T11	T4	T16	T5	T10	T3	T9	T15	T12

Tabla 2

Variabes Independientes y dependientes.

Variabes independientes	Variabes dependientes
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diferentes sustratos: Tierra agrícola, arena, pajilla de arroz y aserrín descompuesto. ✓ Dosis del enraizante Phyllum Max R. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Número de brotes ✓ Diámetro de tallo ✓ Altura de la plántula ✓ Número de hojas por plántula ✓ Longitud de raíz

3.3.3. Fase de campo**a. Recolección del material vegetativo**

La procedencia del material vegetativo de *G. angustifolia* fue de una plantación de 5 años del sector Uña de Gato, distrito Bellavista, donde se seleccionaron individuos donantes libres de enfermedades.

Posteriormente se cortó las ramas de la parte media de la copa, utilizando una tijera de podar y un serrucho curvo. Una vez cortado el material se empezó a cortar esquejes de 10 cm con un nudo y se sumergió en un balde.

Figura 3

Recolección de esquejes de Guadua angustifolia.



b. Instalación de las camas de repique

Primero se realizó la limpieza, desmonte y nivelación del terreno, luego se midió con una wincha el largo y ancho de las camas de repique para los 16 tratamientos con una medida de 1 m x 1 m x 20 cm altura. Después se hicieron hoyos para postes que permitan sujetar la malla rashell, a una distancia de 4 m.

Figura 4

*Instalación de camas de repique para *Guadua angustifolia*.*

**d. Obtención, preparación y desinfección de sustratos.**

La preparación del sustrato a emplear estuvo compuesta de tierra agrícola (TA), arena de río (AR), pajilla de arroz (PA) y aserrín descompuesto (AD), luego se tamizo los sustratos utilizando una zaranda para que quede libre de material grueso.

- **Llenado de las camas de repique**

Las camas de repique a usar fueron de 1 m x 1 m x 20 cm. Se llenó las camas con los sustratos tierra agrícola, arena de río, pajilla de arroz y aserrín descompuesto.

- **Desinfección del sustrato**

Se desinfectó los diferentes sustratos utilizando 300 ml de formol al 40 % en 20 L de agua en una solución final de 20 L, que se aplicó a los diferentes sustratos. Luego se cubrió con un plástico de polietileno de color negro durante 4 días con el fin de aumentar su efectividad desinfectante,

posterior a ello se retiró el plástico para liberar residuos de formol y quede listo para la siembra de esqueje de *G. angustifolia*.

Figura 5

Proceso de desinfección de sustrato.



d. Tratamiento de los esquejes de *G. angustifolia*

Se procedió a diluir el enraizante Phyllum Max R en diferentes dosis con agua son: 2.5 ml/l agua, 5ml/l agua y 7.5ml/l agua. Se sumergió los 20 esquejes de caña en las diferentes dosis del enraizante con agua y se dejó por un tiempo de 20 min.

Figura 6

Inmersión de los esquejes en las diferentes dosis de enraizante.



e. Siembra de esquejes de *Guadua angustifolia*

Después de aplicar los tratamientos con las dosis respectivas se procedió a sembrar cada esqueje en cada uno de los diferentes tratamientos teniendo en cuenta un distanciamiento de 1 cm entre cada uno de los esquejes, en forma horizontal que la yema por donde sale este en forma vertical.

Después de colocar los esquejes se cubrió con una fina capa de los diferentes tratamientos preparados los sustratos.

Figura 7

Esquejes sembrados de Guadua angustifolia en los diferentes tratamientos.



f. Labores culturales

- **Riego:** se realizó en horas de la mañana (7:00 am) y en la tarde (5:00 pm), durante las dos primeras semanas, después se regó una vez al día hasta finalizar la investigación.
- **Control de malezas:** el control fue mecánico, realizando el retiro de malezas de manera manual de cada una de las camas de repique.

- **Tinglado y protección:** Los esquejes repicados se cubrieron con una malla raschel de color negro para que se mantenga en fase oscura durante un tiempo de dos semanas con el objetivo de estimular la emergencia de brotes de la *G. angustifolia*, posteriormente se cubrió con malla raschel durante 3 meses para mantener humedad y evitar que se deshidraten los esquejes y por último se retiró la malla raschel para que los esquejes se adapten al ambiente a campo definitivo.

3.3.3.4. Procedimiento de recolección de datos

Número de días a evaluar las diferentes variables dependientes

Las evaluaciones se realizaron los 15 y 30 días del mes por un periodo de 4 meses teniendo en cuenta las siguientes variables:

1. Número de brotes

Esta variable fue evaluada a los 15 días y 30 días del primer mes se contó cada brote

2. Diámetro de tallo

Se evaluó esta variable a los 15 días y 30 días de segundo mes se midió con un vernier la circunferencia del tallo de la planta.

3. Altura de plántula

Se midió con una regla graduada el brote mas joven desde el nudo hasta el ápice a los 15 y 30 días del segundo mes.

4. Número de hojas por plántula

Esta variable se evaluó a los 15 días y 30 días del segundo y tercer mes se hizo un conteo de las hojas de las plantas de la unidad experimental de los diferentes tratamientos.

5. Longitud de raíz

A los 15 y 30 días del cuarto mes se midió con una regla graduada la longitud de raíz desde el inicio de la base del brote hasta la parte final de la raíz.

3.3.4. Fase de gabinete

Para el procesamiento de los datos recopilados durante la investigación, se empleó el modelo estadístico lineal asociado al diseño completamente al azar, para evaluar la influencia de los tratamientos sobre las variables de estudio sin presencia de bloques ni restricciones experimentales. Los datos fueron ordenados y sistematizados para llevar a cabo el análisis estadístico bajo el esquema del diseño completamente al azar (DCA) y determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Se utilizó la comparación de rango múltiple (Duncan, Tukey o LSD) para precisar dichas diferencias.

El análisis fue desarrollado utilizando los programas Statgraphics y Microsoft Excel, lo que permitió realizar cálculos de varianza, pruebas de significancia, elaboración de gráficos interpretativos y la aplicación del análisis de varianza (ANOVA). Los resultados obtenidos fueron presentados en tablas, gráficos y figuras, facilitando su interpretación y discusión.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la propagación vegetativa asexual de *G. angustifolia*, se verificó mediante el análisis de cinco variables morfofisiológicas: número de brotes, diámetro del tallo, altura de la plántula, número de hojas y longitud de raíz desarrolladas por los esquejes.

4.1. Número de brotes

El análisis de varianza (ANOVA) de la variable número de brotes (Tabla 4) evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados (valor-P < 0.0001), revelando que al menos uno de ellos influye de manera diferenciada en la generación de brotes en esquejes de *G. angustifolia*. La significancia estadística se respalda con un coeficiente de variación (CV = 19.34%), considerado aceptable en estudios de campo, lo que indica una variabilidad moderada entre unidades y buena precisión en las mediciones.

Tabla 3

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de brotes.

F.V.	G.L.	SC	CM	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	15	408.23	27.22	32.40	<0.0001 **
Error experimental	48	40.25	0.84		
TOTAL	63	448.48			

Nota. **= Altamente Significativo (p-valor < 0.01); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; G.L.: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher.

CV=19.34%

La aplicación de la prueba de comparación de rangos múltiples LSD (Least Significant Difference) permitió identificar diferencias significativas en el número de brotes entre los tratamientos evaluados (P < 0.05), conformando nueve grupos estadísticamente diferenciados (Tabla 5). El tratamiento T8 (arena + 7.5 ml/l de *Phyllum* Max R) registró la media más alta (11.0 brotes) y se ubicó en el grupo “a”, siendo estadísticamente superior al resto. Este resultado evidencia que la

combinación de un sustrato arenoso con una dosis elevada del bioestimulante favorece significativamente la brotación. Le siguieron T7 (8.0 brotes) y T15 (7.2 brotes), pertenecientes a los grupos “b” y “bc”, respectivamente, lo que reafirma el efecto positivo de las mayores concentraciones del enraizante en condiciones de baja retención hídrica. Por otro lado, los tratamientos T9 (2.0 brote) y T1 (1.0 brotes), situados en los grupos "h" y "i", presentaron valores inferiores y sin diferencias estadísticas entre ellos, señalando una eficacia reducida en la producción de brotes bajo estas circunstancias.

Tabla 4

Prueba de rangos múltiples LSD para el número de brotes.

TRATAMIENTO	Media LS	Grupos homogéneos
T8	11.0	a
T7	8.0	b
T15	7.2	bc
T16	6.5	cd
T12	6.5	bcd
T6	5.5	bcd
T14	5.0	cde
T11	4.5	de
T4	3.8	ef
T5	3.5	f
T10	3.0	fg
T3	3.0	fg
T2	2.8	gh
T13	2.5	gh
T9	2.0	h
T1	1.0	i

Nota. Medias para el número de brotes. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0.05$ según LSD.

La Figura 8 evidencia resultados de brotación en todos los tratamientos, indicando que la generación de brotes no depende exclusivamente de la aplicación de reguladores de crecimiento, sino también de factores complementarios como el tipo de sustrato, el manejo de la humedad y la disponibilidad de sombra. Esta observación concuerda con lo señalado por Revoló (2018), quien destaca que el sustrato de arena, gracias a su adecuada aireación y capacidad de retención hídrica, optimiza el desarrollo inicial de los esquejes. En particular, el tratamiento T8 (arena + 7.5 ml/l de Phyllum Max R) presentó el mayor número de brotes, lo que confirma el efecto estimulante del enraizante, formulado con reguladores de crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas, siendo las auxinas las de mayor concentración. Estas fitohormonas desempeñan un papel clave en la regulación de procesos fisiológicos, permitiendo que las plantas ajusten su crecimiento y morfología en función de las condiciones ambientales (Vanneste y Friml, 2009).

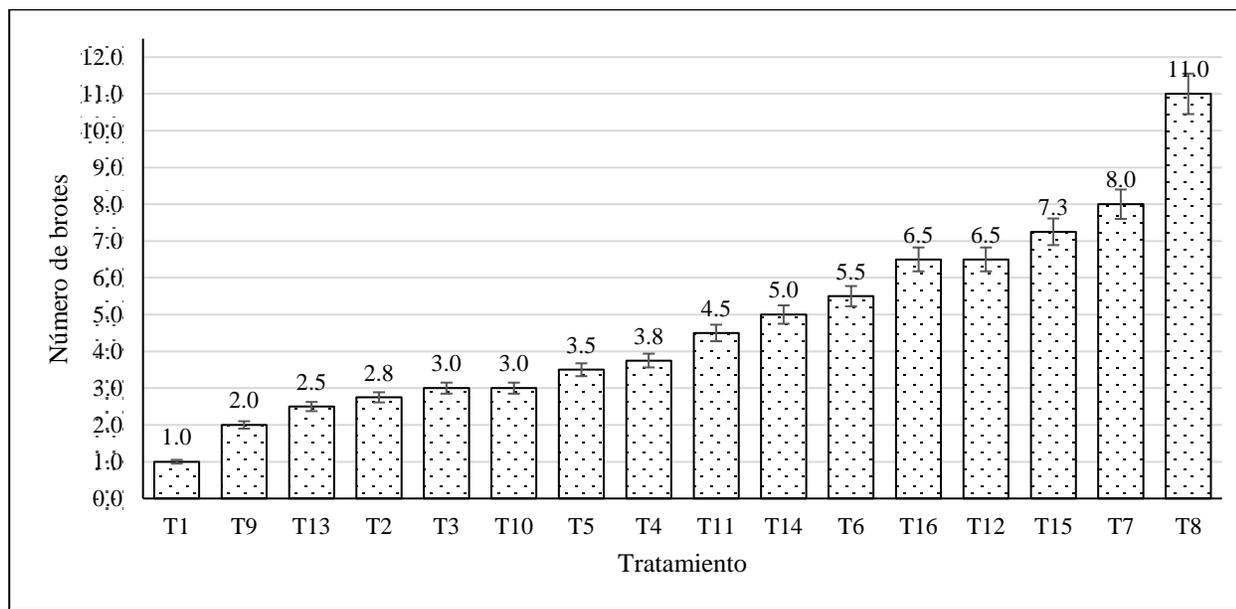
Por su parte, Landa (2022) demostró que el estacado horizontal de culmos con yemas brotadas en *Guadua angustifolia* mejora significativamente el prendimiento, la longitud de raíz y el número de hojas, confirmando la importancia de la orientación del esqueje y el estado fisiológico del material vegetal. Asimismo, Borah, Kalita y Jayaraj (2021) reportaron que el uso de reguladores como ácido indolbutírico (IBA) en concentraciones de 200 ppm incrementa el enraizamiento en esquejes de *Guadua angustifolia*, con tasas superiores al 60%, lo que valida el uso de auxinas como herramienta eficaz en la propagación vegetativa.

Pérez (2019) reporta que esquejes con diámetros mayores (hasta 3.70 cm) presentaron mayor número de brotes, longitud de brote y cantidad de hojas, lo que indica que el grosor del tallo es un indicador de éxito en la propagación vegetativa. Finalmente se confirman la efectividad del método de propagación asexual por esquejes en *Guadua angustifolia Kunth*, respaldando lo señalado por Sandhu, Wani y Jiménez (2017), quienes destacan que técnicas como la división de rizomas,

esquejes, nudos y acodo aéreo, junto con una cuidadosa selección del material vegetal y condiciones ambientales adecuadas, son esenciales para garantizar el éxito en la propagación de esta especie.

Figura 8

Gráfica de medias LSD (diferencia mínima significativas) para el número de brotes.



Nota: La gráfica muestra diferencias significativas $P < 0,05$, según LSD.

4.2 Diámetro de tallo

El ANOVA de la variable diámetro de tallo (Tabla 6) revela diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados (valor- $P < 0.0001$), lo que indica que al menos uno de ellos influye de manera diferenciada en el desarrollo del grosor del tallo en los esquejes de *G. angustifolia*. El coeficiente de variación ($CV = 30.77\%$) revela una variabilidad moderada en los datos, posiblemente asociada a factores ambientales, fisiológicos o de manejo que afectan el desarrollo del tallo, no obstante, el efecto significativo sobre dicha variable clave en la calidad estructural y vigor de los esquejes propagados sugiere que las diferencias observadas son atribuibles a las condiciones experimentales y no al azar.

Tabla 5

Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de tallo.

F.V.	G.L.	SC	CM	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	15	2.04	0.14	17.19	<0.0001 **
Error experimental	48	0.38	0.0079		
TOTAL	63	2.42			

Nota. **= Altamente Significativo (P-valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; G.L.: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher.

CV = 30.77%

La prueba de rangos múltiples LSD (Tabla 7) de la variable diámetro de tallo permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.05$), agrupándolos en seis conjuntos estadísticamente diferenciados según las letras asignadas en la columna de grupos homogéneos. Destacando el tratamiento T8 (arena + 7.5 ml/l de Phyllum Max R) con la media más alta (0.78 mm) en el grupo “a”, siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, seguido de los tratamientos T7 (0.52 mm) y T16 (0.50 mm) en el grupo “b”, mostrando un rendimiento intermedio, aunque significativamente inferior al T8. Sin embargo, luego del tratamiento T15 (0.40 mm) en adelante, se observa una disminución progresiva en el diámetro, con tratamientos como T13, T9 (0.12 mm) y T2 (0.10 mm) ubicados en los grupos “ef” y “f”, respectivamente, indicando una baja eficiencia en el desarrollo estructural del tallo bajo esas condiciones.

Tabla 6

Prueba de rangos múltiples LSD para el diámetro de tallo (mm).

Tratamiento	Media LS	Grupos homogéneos
T8	0.78	a
T7	0.52	b
T16	0.50	b
T15	0.40	bc

T6	0.28	cd
T14	0.25	de
T11	0.22	def
T12	0.22	def
T4	0.22	def
T10	0.20	def
T3	0.18	def
T1	0.15	def
T5	0.15	def
T13	0.12	ef
T9	0.12	ef
T2	0.10	f

Nota. Medias para el diámetro de plántula. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

La Figura 9 respalda los resultados obtenidos en la prueba LSD, permitiendo concluir que el diámetro de tallo está fuertemente influenciado por la combinación de sustrato y dosis del enraizante, siendo más favorable el uso de arena y dosis altas de Phyllum Max R, como se evidenció en el tratamiento T8, que presentó la mayor media (0.78 mm). Este comportamiento sugiere una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y en la estimulación hormonal de los tejidos meristemáticos bajo estas condiciones.

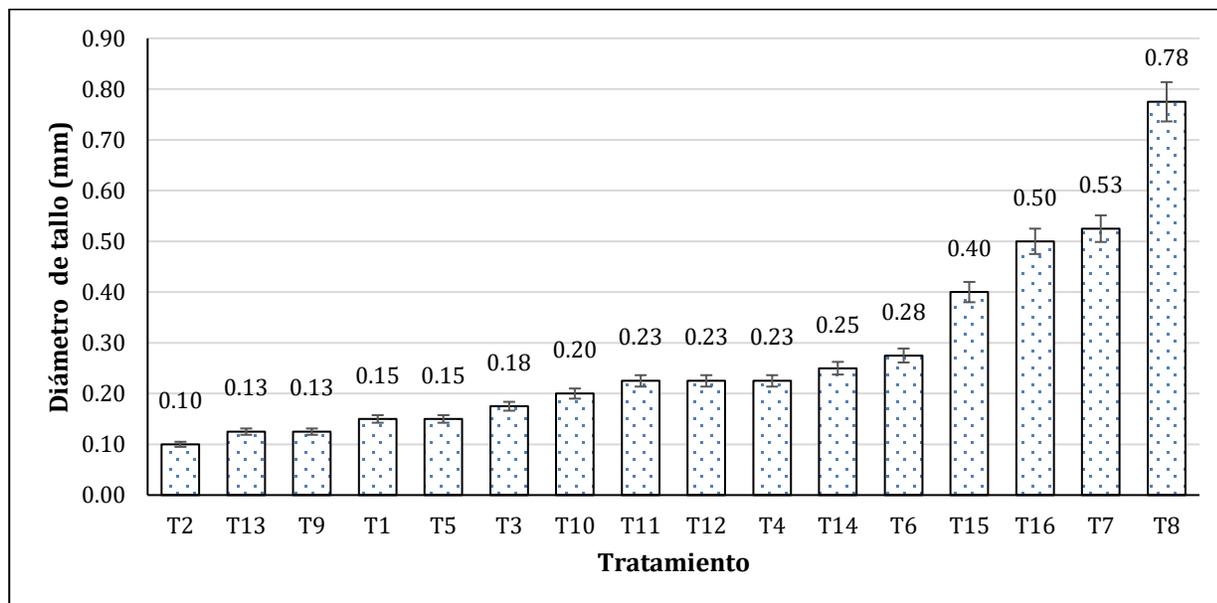
Desde una perspectiva fisiológica, Zhao (2010) afirma que la biosíntesis de auxinas desempeña un papel esencial en procesos como la gametogénesis, embriogénesis, crecimiento de plántulas, formación de patrones vasculares y desarrollo floral. Las giberelinas, por su parte, regulan el crecimiento del meristemo axilar, el desarrollo de hojas compuestas, el tiempo de floración y la partenocarpia, incidiendo directamente en la calidad y cantidad de los productos vegetales (Zhang, Zhao, Sun y Feng, 2022).

Investigaciones sobre *G. angustifolia* confirman que el diámetro del tallo en esquejes está directamente relacionado con la vigorosidad, número de brotes y supervivencia. Ardiles (2019) encontró que el uso de sustratos como compost de aserrín combinado con suelo agrícola favorece el desarrollo del diámetro de brote (hasta 0.817 cm), reduciendo significativamente la mortalidad de los esquejes. Por su parte Salybumy y Ross (2000), quienes utilizaron Phyllum Max R y observaron un incremento significativo en el grosor del tallo de las plántulas, atribuido a su alto contenido de auxinas, giberelinas y citoquininas, que estimulan la división celular, elongación y diferenciación de tejidos vasculares.

En conjunto, el éxito del tratamiento T8 no solo se debe a la composición física del sustrato, sino también a la estimulación hormonal inducida por el enraizante, que favorece el desarrollo estructural del tallo. Además, el uso de sustratos con buena aireación y capacidad de retención hídrica, como la arena, potencia el efecto fisiológico de los reguladores de crecimiento.

Figura 9

Gráfica de medias LSD (diferencia mínima significativas) para el diámetro de tallo.



Nota: La gráfica muestra diferencias significativas $P < 0,05$, según LSD

4.3 Altura de plántula

El ANOVA aplicado a la variable altura de plántula (Tabla 8) revela diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados (valor-P < 0.0001) confirmando que las combinaciones de sustrato y dosis del enraizante generan efectos diferenciados sobre el crecimiento vertical de los esquejes. Asimismo, el coeficiente de variación (CV = 17.91%) se ubica dentro de los rangos aceptables para ensayos en condiciones de campo, lo que indica una variabilidad controlada entre las unidades experimentales y una precisión adecuada en las mediciones realizadas, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 7

Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de plántula.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	15	708.48	47.23	18.62	<0.0001 **
Error experimental	48	121.75	2.54		
TOTAL	63	830.23			

Nota. *= Significativo (P-valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; G.L.: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher.

$$\text{CV} = 17.91\%$$

La prueba LSD para la variable altura de plántula (Tabla 9) evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (P < 0.05), destacando al tratamiento T8 como el más eficiente en promover el crecimiento vertical de los esquejes de *G. angustifolia* (17.50 cm), al ubicarse en el grupo estadístico superior “a”. Otros tratamientos como T16, T7 y T15 también mostraron respuestas favorables, mientras que T1 presentó el menor desarrollo (4.75 cm), siendo estadísticamente inferior. La distribución de los grupos homogéneos revela una clara gradiente de respuesta atribuible a las combinaciones de sustrato y dosis del enraizante, lo que permite identificar opciones con mayor potencial para optimizar la propagación.

Tabla8

Prueba de rangos múltiples LSD para la altura de plántula (cm).

Tratamiento	Media LS	Grupos homogéneos
T8	17.50	a
T16	13.75	ab
T7	12.50	ab
T15	11.00	ab
T6	10.5	abc
T12	9.25	abcd
T11	8.50	bcd
T14	8.25	bcd
T10	7.75	cde
T5	7.75	cde
T3	7.00	def
T13	6.50	efg
T9	5.75	fg
T2	5.75	gh
T4	5.75	h
T1	4.75	i

Nota. Medias para la altura de plántula. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

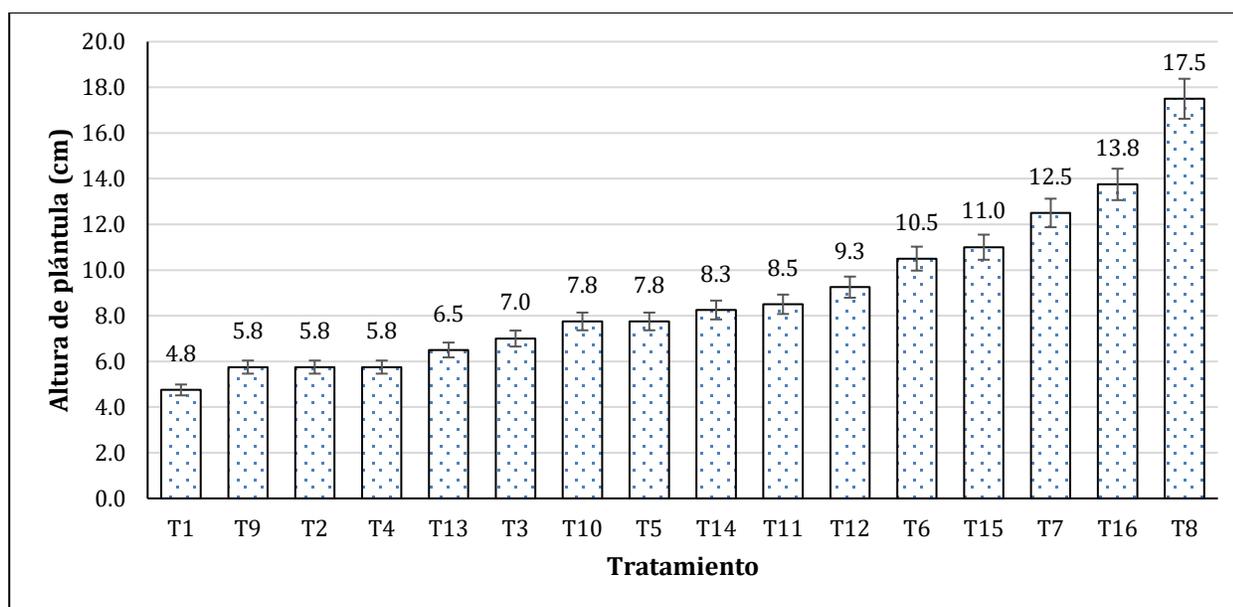
La Figura 10 corrobora los resultados obtenidos en la prueba LSD para la variable altura de plántula, donde el tratamiento T8 alcanzó la mayor media (17.5 cm), evidenciando una respuesta significativamente superior respecto a los demás tratamientos evaluados. Aguilar (2022) señala que el desarrollo de brotes en esquejes de bambú está condicionado por factores como la composición del sustrato y la altitud del entorno, siendo óptimo en rangos entre 600 y 900 m s.n.m., donde se potencia la longitud, el diámetro y el grosor del tallo.

Además, este efecto está asociado a la aplicación del enraizante Phyllum Max R, cuya composición incluye giberelinas, fitohormonas que promueven el alargamiento del tallo y el

crecimiento de brotes mediante la extensión de entrenudos y hojas (Brian, 1959). Las giberelinas también regulan procesos clave como el desarrollo del meristemo axilar, la morfogénesis foliar, la floración y la partenocarpia, impactando directamente en la calidad de los productos vegetales (Zhang, Zhao, Sun & Feng, 2022). Además, el crecimiento observado se relaciona con el fototropismo, mecanismo que optimiza la captura de luz mediante la redistribución lateral de auxinas (Fankhauser & Christie, 2015), lo que sustenta el comportamiento vigoroso de *G. angustifolia* en condiciones de vivero en una interacción favorable entre el tipo de sustrato y la dosis del enraizante aplicado.

Figura 10

Gráfica de medias LSD (diferencia mínima significativas) para la altura de plántula (cm).



Nota: La gráfica muestra diferencias significativas $P < 0,05$, según LSD

4.4 Número de hojas por plántula

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable número de hojas revela diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados (valor- $P < 0.0001$). El coeficiente de variación (CV = 21.81%) indica una variabilidad moderada entre las unidades experimentales,

aceptable para estudios en condiciones de campo, y sugiere una adecuada precisión en las mediciones realizadas. Estos resultados permiten deducir que el número de hojas es una variable sensible al efecto de los tratamientos aplicados, y que su comportamiento puede ser optimizado mediante el uso de sustratos adecuados y bioestimulantes con acción hormonal.

Tabla 9

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	15	237.36	15.82	19.11	<0.0001 **
Error experimental	48	39.75	0.82		
TOTAL	63	277.11			

Nota. *= Significativo (P -valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; G.L.: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher.

CV= 21.81%

La prueba de rangos múltiples LSD para el número de hojas (tabla 11) evidenció diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), agrupándolos en seis niveles de respuesta. Los tratamientos T8 (8 hojas) y T16 (7.2 hojas) destacaron significativamente al conformar el grupo “a”, lo que indica una alta eficacia en la estimulación foliar, asociada posiblemente a una adecuada combinación de sustrato y dosis del bioestimulante Phyllum Max R. En contraste, los tratamientos T1, T2 y T3 (2–2.2 hojas), ubicados en el grupo “f”, mostraron una respuesta marcadamente inferior, lo que sugiere limitaciones en su formulación o aplicación.

Tabla 10

Prueba de rangos múltiples LSD para el número de hojas.

Tratamiento	Media LS	Grupos homogéneos
T8	8	a
T16	7.2	a

T12	7	ab
T11	5.8	ab
T7	5	ab
T6	5	ab
T14	4.8	ab
T15	3.5	bc
T10	3.5	bc
T5	3	cd
T13	2.8	d
T9	2.5	d
T4	2.5	de
T1	2.2	ef
T2	2	f
T3	2	f

Nota. Medias para el número de hojas. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

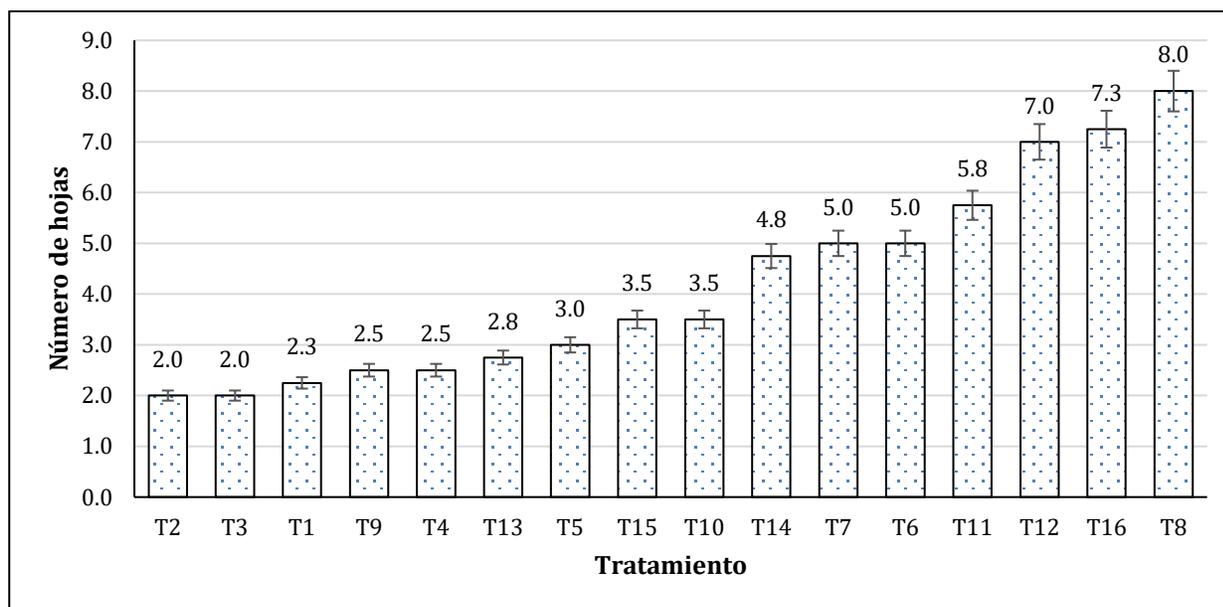
La Figura 11 demuestra que el número de hojas es una variable determinante para evaluar el desempeño de los esquejes de *G. angustifolia*, debido a su sensibilidad frente a factores como el tipo de sustrato y la aplicación de bioestimulantes con acción hormonal. En este sentido, Márquez de Hernández y Marín (2021) reportaron que *G. angustifolia* cultivada en sustratos enriquecidos con humus de lombriz presentó una mayor emisión foliar durante las primeras ocho semanas, lo que confirma la influencia directa del sustrato en la dinámica fisiológica de la planta. Por su parte, Rodríguez, Torres y Paredes (2022) evidenciaron que la aplicación de bioestimulantes naturales incrementó significativamente el número de hojas en esquejes de *G. angustifolia*, atribuyendo este efecto a la activación de rutas hormonales vinculadas al crecimiento vegetativo.

Estos hallazgos respaldan la eficacia del Phyllum Max R como promotor foliar y refuerzan la importancia de seleccionar estratégicamente los insumos agronómicos para optimizar la eficiencia

en viveros especializados. Las auxinas desempeñan un papel crucial en el desarrollo vegetal, influyendo en la elongación celular y la formación de órganos (Simon y Petrášek, 2011), mientras que las citoquininas regulan la división celular, la respuesta a nutrientes y el estrés (Kieber y Schaller, 2018). Además, la suplementación con elicitors como bencilaminopurina, ácido salicílico y quitosano ha demostrado inducir brotación múltiple y producción de metabolitos secundarios en cultivos de tejidos (Govindaraju y Arulselvi, 2016).

Figura 11

Gráfica de medias LSD (diferencia mínima significativas) número de hojas.



Nota: La gráfica muestra diferencias significativas $P < 0,05$, según LSD

4.5 Longitud de raíz

La generación de raíces en esquejes de bambú (Figura 6), fue un indicador determinante en la supervivencia de los esquejes. El ANOVA de la variable longitud de raíz revela diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados (valor- $P < 0.0001$), además el coeficiente de variación ($CV = 12.38\%$) indica una variabilidad baja entre las unidades experimentales, lo que refleja una alta precisión en las mediciones realizadas.

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	15	710.10	47.34	32.88	<0.0001**
Error experimental	48	69.25	1.44		
TOTAL	63	779.35			

Nota. *= Significativo (P -valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; G.L.: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher.

CV = 12.38%

La prueba de rangos múltiples LSD para la variable longitud de raíz (tabla 13) evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.05$), agrupándolos en diez niveles estadísticos. Sobresaliendo el tratamiento T8 con una media de 16 cm, ubicándose en el grupo “a” y siendo estadísticamente superior al resto, lo que confirma su alta eficacia en la estimulación del crecimiento radicular. Le siguieron T16, T12 y T15 (medias entre 12.5 y 14.2 cm), agrupados en los niveles “ab” y “bc”, con respuestas también favorables. En contraste, T1 mostró la menor longitud de raíz (4.5 cm), ubicándose en el grupo “j”, significativamente inferior. Esta diferenciación estadística permite concluir que la longitud de raíz es una variable altamente sensible a la combinación de sustrato y dosis del enraizante.

Tabla 12

Prueba de rangos múltiples LSD para la longitud de raíz (cm).

Tratamiento	Media LS	Grupos homogéneos
T8	16.0	a
T16	14.2	ab
T12	13.5	bc
T15	12.5	bc
T7	12.2	cd
T11	11.5	d

T14	11.0	d
T6	10.0	de
T10	8.8	ef
T13	8.0	fg
T5	8.0	fg
T4	7.2	gh
T3	6.2	gh
T9	6.2	hi
T2	5.2	i
T1	4.5	j

Nota. Medias para la longitud de raíz. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

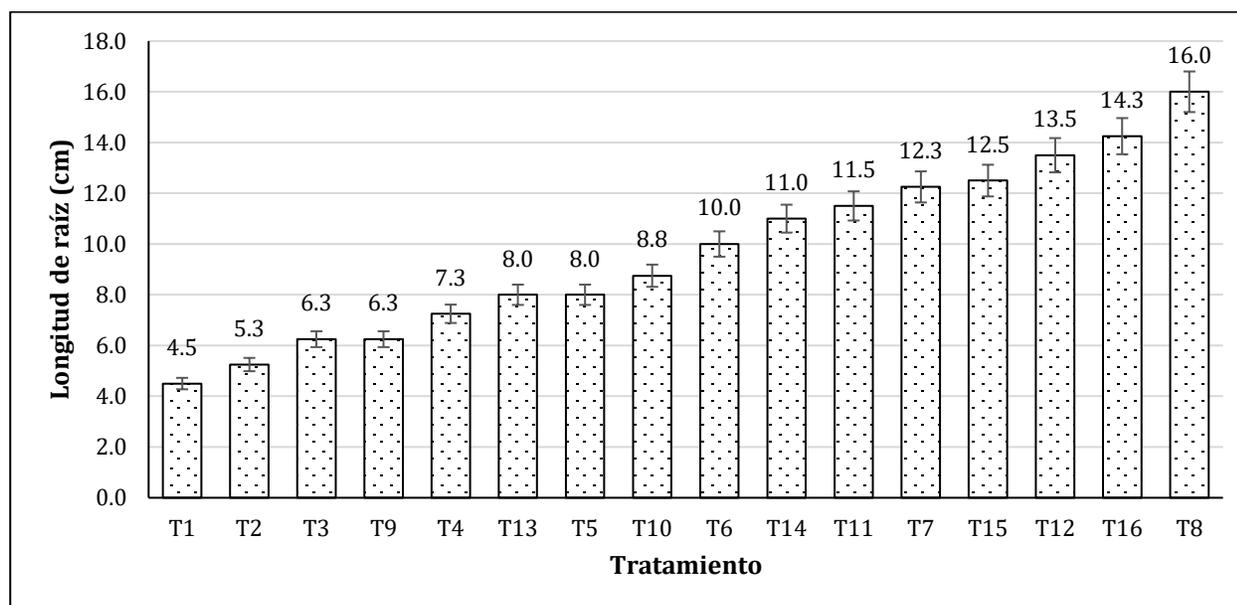
Los resultados de longitud de raíz (Figura 12) muestra que el T8 se diferencia de los demás con una media de 16 cm. Este comportamiento confirma que la inducción radicular en esquejes de bambú está estrechamente vinculada al efecto de fitohormonas como el ácido indolbutírico (IBA), una auxina que ha mostrado alta eficacia en el enraizamiento de *Guadua angustifolia*, especialmente en estaciones cálidas y húmedas como primavera y época de lluvias (Razvi et al., 2011). En esta línea, Alfaro (2023) demostró que la combinación de sustratos orgánicos con reguladores hormonales mejora significativamente la longitud de raíz, favoreciendo la absorción y el establecimiento en vivero. De forma complementaria, Ramírez Ríos (2019) reportó que distintas dosis de IBA aplicadas en cámaras de propagación clonal incrementan tanto la longitud como el vigor radicular, reafirmando el papel clave de las auxinas en el desarrollo de esta especie.

Asimismo, es pertinente destacar que el bioestimulante aplicado contiene reguladores de crecimiento del tipo auxínico, los cuales desempeñan un rol fundamental en el desarrollo radicular. Según Roychoudhry y Kepinski (2021), las auxinas regulan complejas redes de señalización genética que controlan las transiciones entre división celular, elongación y diferenciación, procesos

clave en la formación y extensión de raíces. En complemento, Bystrova et al. (2018) evidencian que el crecimiento radicular tiende a incrementarse con el aumento del diámetro de la raíz, atribuible a una mayor densidad de células meristemáticas y a la presencia de células elongadas de mayor longitud.

Figura 12

Gráfica de medias LSD (diferencia mínima significativas) para la longitud de raíz (cm).



Nota: La gráfica muestra diferencias significativas $P < 0,05$, según LSD.

VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

6.1 Conclusión

El mejor resultado se obtuvo del sustrato arena de río más la dosis del enraizante Phyllum Max R de 7.5 ml/ l agua en el (T 8) logrando un mayor número de brotes (11 brotes por esquejes), diámetro de tallo (0.52 mm), altura de plántula (19 .50 cm), número de hojas por plántula (8 hojas), y la longitud de raíz (16 cm) frente a los demás tratamientos.

6.2 Recomendación

Realizar una investigación en la utilización del sustrato arena y la dosis del enraizante Phyllum Max R de 7.5 ml/l agua en la propagación de esquejes de *Guadua angustifolia* para obtener efectividad de este sustrato y enraizante.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, D., García, R., González, C., & et. al. (2021). *(Guadua angustifolia) Kunth: El oro verde por descubrir*. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO: <https://tinyurl.com/bib101459>
- Acosta, D. (2021). *Bases para hacer de la guadua un negocio sostenible en Cundinamarca*.
- Aguilar, L. A. (2022). *Propagación de dos especies de bambúes a través de esquejes, con cuatro sustratos orgánicos en el distrito de Rupa Rupa, ciudad de Tingo María – fase de vivero* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Alfaro, P. A. (2023). *Propagación vegetativa de Guadua angustifolia K., Bambusa vulgaris var vittata A. y Bambusa tuldoides M. en el vivero del Fundo San José, provincia de Chanchamayo Junín* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe>.
- Alvarado, A., Munzón, M., & Pilaloe, W. (2021). *Efecto comparativo de tres sustratos en la propagación y crecimiento de dos especies de caña del género Guadua*. Revista Alfa: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.109>
- Añazco, M. (2013). *Estudio de Bulnerabilidad del Bambú (Guadua) al cambio climático*. keneamazon: <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Impacto/7.pdf>
- Ardiles, H. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la propagación de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en Kepashiato – Echarati - La Convención*. Repositorio Institucional - UNSAAC: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5120>

- Aribal, L., Parlucha, J., Gelaga, J., y Aguinatan, R. (2022). Influencia de los factores abióticos en el crecimiento y desarrollo del bambú gigante (*Dendrocalamus asper*) en bukidnon, filipinas. revista de ciencias de los bosques tropicales. <https://doi.org/10.26525/jtfs2022.34.1.63>.
- Brian, P. (1959). Efectos de las giberelinas en el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Biological Reviews*, 34. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1959.tb01301.x>.
- Bystrova, E., Zhukovskaya, N. y Ivanov, V. (2018). Dependencia del crecimiento y la división de células de la raíz en el diámetro de la raíz. *Revista rusa de biología del desarrollo*, 49, 79-86. <https://doi.org/10.1134/S1062360418020029>.
- Borah, E. D., Kalita, R. K., & Jayaraj, R. S. C. (2021). *Flowering of Guadua angustifolia Kunth in vegetative propagation stage – first report*. *Tropical Plant Research*, 8(2), 155–158. <https://doi.org/10.22271/tpr.2021.v8.i2.020>.
- Catpo, J. (2019). *Etnobotánica, caracterización morfológica y distribución ecológica de especies de bambú en la región selva central del Perú*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina-UNALM]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4150>
- Chaves, P. P., Reategui Echeverri, N., Ruokolainen, K., Kalliola, R., Van Doninck, J., Gomez Rivero, E. & Tuomisto, H. (2021). *Using forestry inventories and satellite imagery to assess floristic variation in bamboo-dominated forests in Peruvian Amazonia*. *Journal of Vegetation Science*, 32(1), e12938. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvs.12938>
- Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO:
<https://doi.org/10.26620/uniminuto/978-958-763-632-1>
- Camus, L. (15 de 01 de 2021). *Efecto de dos enraizantes en la producción de plantones de bambú (Guadua angustifolia) anexo de Shucayacu – Yambrasbamba*. Universidad Politécnica Amazónica: <http://hdl.handle.net/20.500.12897/58>

- Carhuatocto, E. (2022). *Propagación de Chusquines de Bambú (guadua angustifolia kunth), utilizando sustratos mejorados, en el distrito de Calzada - Moyobamba – San Martín*. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5455/Informe%20Tesis-Efrain%20Carhuatocto%20Chully%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cassandro, R. (2018). *Muro panel térmico estructural compuesto en guadua y cartón: modelo experimental aplicado al clima de la zona cafetera*. Revista de Arquitectura:
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.2.2116>
- Castellanos, L., De Mello, R., & Silva, C. (2015). *El silicio en la resistencia de los cultivos a las plagas agrícolas*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas:
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243640002.pdf>
- Durango, E., & Humanez, A. (2017). *Enraizamiento de esquejes de Caña Agria (Cheilocostus speciosus. J. Koenig)*. Revista Colombiana de Biotecnología:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77654661014>
- Fankhauser, C., y Christie, J. (2015). Crecimiento fototrópico de plantas. Current Biology, 25, R384-R389. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.03.020>.
- FERTILAB. (2013). *El manejo de suelos alcalinos*.
https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/el_manejo_de_suelos_alcalinos.pdf
- Kieber, J., y Schaller, G. (2018). Señalización de citoquininas en el desarrollo de plantas. Desarrollo, 145. <https://doi.org/10.1242/dev.149344>.
- Landa Quispe, L. (2022). *Formas de propagación asexual de plantones de bambú (Guadua angustifolia) en el distrito de Pichari*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6933>.

- Leiva, M. (2015). *Centro de investigación y capacitación en el uso del Bambu en el Perú*. Universidad de Ciencias Aplicadas: file:///C:/Users/HP/Downloads/LEIVA_AM.pdf
- Liese, W. (1985). *Bambúes - biología, silvicas, propiedades, utilización - Tapa blanda*. Deutsches Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit.
- Lobato, E. (2019). *Evaluación de cinco enraizadores en semilla vegetativa de plátanos (Musa sp.) variedad isla en vivero*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2228>
- Londoño, X. (2002). *Modulo de Guadua*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: <http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>
- López, I., Reyes, Y., & Pérez, Y. (2020). *Las Algas como alternativa natural para la producción de diferentes Cultivos Tropicales*. Ediciones INCA: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193264539009/html/>
- Govindaraju, S., y Arulselvi, P. (2016). Efecto de los elicitores combinados de citoquininas (1-fenilalanina, ácido salicílico y quitosano) en la propagación in vitro, los metabolitos secundarios y la caracterización molecular de la hierba medicinal – *Coleus aromaticus* Benth (L). Revista de la Sociedad Saudita de Ciencias Agrícolas. <https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2016.11.001>.
- Márquez de Hernández, L., & Marín, D. (2021). *Propagación y crecimiento de Guadua angustifolia Kunth en tres tipos de sustratos*. Bioagro, 23(3), 191–198. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612011000300006&script=sci_arttext
- Mercedes, J. (2006). Guía técnica cultivo de bambú. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2006.38 p. Archivo digital. <https://intranet.cedaf.org.do/digital/bambu.pdf>

MIDAGRI (2011). *Bambú, Biología, cultivo, manejo y usos en el Perú*. Ministerio de Agricultura - DGCA: https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/cendoc/manuales-boletines/bambu/bambu_dic2011.pdf

MIDAGRI (2021). *Manual de manejo integral del bambú (Guadua angustifolia Kunth)*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2364306/Manual%20de%20manejo%20integral%20del%20bambu%CC%81%20%28pag%29.pdf.pdf>

Montiel, M. (2013). *El aserrín mejora el suelo*. Editorial Asteca ABC: <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/casa-y-jardin/el-aserrin-mejora-el-suelo-594843.html>

Noboa, J. (2014). *Evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de Caña guadua (Guadua angustifolia) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos*.

Universidad Técnica Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/725>

Organización Internacional del Bambú y el Ratán Inbar. (2019). *Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú, Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mesa Sectorial del Bambú, Red Internacional de Bambú y el Ratán, 2018: <https://bambu.com.ec/project/estrategia-nacional-del-bambu-2018-2022/>

Organización Internacional para el Bambú y el Ratan [INBAR]. (2019). *El Congreso mundial del Bambú y el Ratán*. ISSUU.COM: <https://issuu.com/inbarlac.media/docs/informe2018>

Palacios, J. (2018). *Efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento*. Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5029>

- Peña, R., & Cruz, A. (2020). *Aplicación de bioestimulantes con microelementos en el cultivo de maracuyá*. Universidad Nacional de Piura:
<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/144/284>
- Pérez, D. V. (2019). *Influencia del diámetro de esquejes para la propagación vegetativa de bambú guadua (Guadua angustifolia Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio UNDAC.
<https://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1917>
- Quinde, C. (octubre de 2018). *Evaluación del efecto depurador de Guadua angustifolia Kunth de aguas residuales de la ciudad de Jaén - Cajamarca*. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1708>
- Ramírez, R. (2019). *Propagación clonal de bambú (Guadua angustifolia Kunth) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero, Tingo María* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1438/RRR_2019.pdf?sequence=1
- Révalo, L., & Révalo, M. (2018). *Efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (Guadua angustifolia kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo*. Universidad Daniel Alcides Carrion:
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2062/1/T026_70326932_T.pdf
- Rodríguez, J. A., Torres, M. E., & Paredes, C. L. (2022). Efecto de bioestimulantes naturales en el desarrollo foliar de *Guadua angustifolia Kunth* en vivero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 16(1), 45–56.

- Sánchez, A. (2017). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris (bambú), en el Vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7665>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2023). *Perspectivas climáticas. Periodo: julio – septiembre 2023*.
<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-36.pdf>.
- SERFOR. (2020). *Plan Nacional de Promoción del Bambú*. Dirección General de Competitividad Agraria: <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/04/Plan%20Nacional%20del%20Bambu.pdf>
- Srivastava, M. (2002). *Crecimiento y desarrollo de las Plantas: hormonas y ambiente natural*. Amsterdam: Academic Press: <https://cienciaybiologia.com/fitohormonas-las-hormonas-vegetales/>
- Simon, S., y Petrášek, J. (2011). Por qué las plantas necesitan más de un tipo de auxina. *Plant science: an international journal of experimental plant biology*, 180 3, 454-60.
<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.12.007>.
- Roychoudhry, S., y Kepinski, S. (2021). Auxin in Root Development. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a039933>.
- Tambong, J. (2023). Propagación de ramas de diferentes especies de bambú mediante la suplementación con distintos niveles de ácido acético alfa-naftaleno. *Revista internacional de investigación y revisión*. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20231147>.
- Vanneste, S., y Friml, J. (2009). Auxina: un desencadenante del cambio en el desarrollo de las plantas. *Cell*, 136, 1005-1016. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.03.001>.

Zhang, X., Zhao, B., Sun, Y. y Feng, Y. (2022). Efectos de las giberelinas en caracteres agronómicos importantes de las plantas hortícolas. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.978223>.

Ticona, J., & Mamani, J. (2019). Evaluación de la propagación de bambú (*Guadua Angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia bicolor*) con diferentes segmentos vegetativos, en la Estación. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v6n1/v6n1_a04.pdf

Zhang, X., Zhao, B., Sun, Y. y Feng, Y. (2022). Efectos de las giberelinas en caracteres agronómicos importantes de las plantas hortícolas. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.978223>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Panel de la investigación



Plantación de *Guadua angustifolia* Kunth.



A. Corte de esquejes de 10 cm e inmersión en un balde con agua.

FICHA TÉCNICA
NUTRICIÓN VEGETAL

**Phyllum
MAX R**

Una empresa  BMSAC



PBUA N° 220 - SENASA

FORMULACIÓN

PHYLLUM Max R es un regulador de crecimiento formulado como concentrado soluble (SL). Con alto contenido de auxinas; además contiene, citoquininas, giberelinas, macro y micro nutrientes.

COMPOSICIÓN

Extracto de algas	24%
Auxinas	1,200 ppm
Citoquininas	16 ppm
Giberelinas	4.5 ppm

Macro y Micro nutrientes 76%

CARACTERÍSTICAS

El alto contenido de auxinas favorece el desarrollo abundante del sistema radicular de plantas tratadas así como rizogénesis en plantas ya establecidas, es decir a formación de raíces permitiendo a la planta una rápida recuperación de etapas de post cosecha y stress, optimizando la asimilación de agua, macro y micro nutrientes.

Es un regulador de crecimiento natural, a base de algas marinas que evita que la planta gaste energía en metabolizar proteínas y carbohidratos, de esta manera el cultivo supera las etapas de stress que provoca el trasplante, emergencia o brotación. Aumenta el desarrollo vegetal.

Recupera diversos tipos de estrés: fiebre de primavera, sequías irundaciones, heladas, trasplantes, aplicaciones de herbicidas.

Logra frutas y verduras de alta calidad.

Logra buen desarrollo de la siembra o plantaciones tardías.

Es soluble en agua. Puede aplicarse vía foliar o por sistema presurizado de riego.

RECOMENDACIONES GENERALES DE USO

CULTIVO	RECOMENDACIÓN	DOSES		PC* (días)	LMR** (ppm)
		cc / 200L	L/Ha		
Vegetal	Aplicar cuando la planta tiene la 1ra. hoja trifoliada o a más tardar en la 3ra. hoja, aproximadamente 20 y 25 días después de la siembra.	500 - 1000	-	-	-
Maíz	Aplicar antes de que se produzca el flash desarrollo radicular el que ocurre al inicio de brotación, al culminar la floración o en la post cosecha o post emergencia.	-	5	-	-
Ají Páprika	Usar en plantas recién establecidas. Es suficiente 1 aplicación para promover el desarrollo radicular.	500 - 1000	-	-	-
Papa	Usar en plantas recién establecidas. Es suficiente 1 aplicación para promover el desarrollo radicular.	-	4 - 6	-	-
Cebolla	Usar en plantas recién establecidas. Es suficiente 1 aplicación para promover el desarrollo radicular.	500 - 1000	-	N.A.	Exento
Arroz	Realizar la aplicación luego del transplante.	500	-	-	Exento

PC*: Período de carencia

LMR**: Límite máximo de residuos.

N.A.: No aplica.

COMPATIBILIDAD

PHYLLUM MAX R es compatible con la mayoría de los insecticidas, fungicidas y fertilizantes de uso común, salvo los de reacción alcalina y aquellos que contengan aceites, cobre o azufre. Mezclas ácidas pueden requerir un aumento de pH.

No se recomienda usar surfactantes a base de glyco. En caso de dudas se recomienda efectuar previamente pruebas de compatibilidad.

RECOMENDACIONES:

Líquidos de disolución ácida (pH < 5) deberían ser ajustados a pH neutro (6,5-8,0) antes de la adición del extracto soluble de algas. Si fuera necesario, agentes de comprobada compatibilidad podrían ser usados para mejorar miscibilidad con otros componentes en la fórmula.

PERIODO DE CARENCIA

PHYLLUM MAX R es un producto biológico natural. No tiene determinado un Período de Carencia, por lo que no tiene restricciones de residuos en los cultivos que se recomienda.

SEGURIDAD

No es inflamable, no es explosivo, no es corrosivo.

Tiene etiqueta con franja de seguridad color verde, por lo que se considera ligeramente tóxico - precaución.

Evitar derrames en el suelo ya que el producto se vuelve muy resbaladizo al mezclarse con agua y puede ser de riesgo.

Para el manejo y uso debe utilizarse ropa e implementos de protección personal.

Calle Sucre 270

Ale / Lima / Perú

Tel: 011 - 5590 / 017-9047

E-mail: ventas@hortus.com.pe / www.hortus.com.pe

B. Ficha técnica de Phyllum Max R.



C. Siembra de esqueje de Guadua en el tratamiento T6 aserrín descompuesto + Phyllum Max R 0.0 ml / l agua.



D. Aplicación del enraizante con diferentes dosis de 2.5 ml / agua, 5 ml / agua y 7ml / l agua para los esquejes.



E. Aparición de brotes de los esquejes en aserrín descompuesto en 15 días del primer mes de evaluación.



F. Inicio de brotamiento en arena de río lavada a los 15 días del primer mes de evaluación.



G. Inicio de brotamiento en pajilla o cascara de arroz



H. Inicio de brotamiento en tierra de lugar.

I. Evaluación de raíz y número de hojas la quincena del segundo mes.



J. Medición del tamaño de plántula fin de mes del segundo mes.

Anexo 2. Evaluación del número brotes de la investigación.

TRATAMIENTO	DCA	N° DE BROTES
T1	I	1
T2	I	2
T3	I	2
T4	I	3
T5	I	4
T6	I	6
T7	I	9
T8	I	12
T9	I	3
T10	I	4
T11	I	6
T12	I	8
T13	I	3
T14	I	5
T15	I	7
T16	I	8
T1	II	1
T2	II	3
T3	II	3
T4	II	4

T5	II	3
T6	II	5
T7	II	8
T8	II	10
T9	II	2
T10	II	3
T11	II	5
T12	II	7
T13	II	2
T14	II	6
T15	II	8
T16	II	6
T1	III	1
T2	III	2
T3	III	3
T4	III	5
T5	III	3
T6	III	5
T7	III	8
T8	III	10
T9	III	2
T10	III	3
T11	III	4

T12	III	5
T13	III	2
T14	III	4
T15	III	6
T16	III	5
T1	IV	1
T2	IV	4
T3	IV	4
T4	IV	3
T5	IV	4
T6	IV	6
T7	IV	7
T8	IV	12
T9	IV	1
T10	IV	2
T11	IV	3
T12	IV	6
T13	IV	3
T14	IV	5
T15	IV	8
T16	IV	7

Anexo 3. Evaluación diámetro de plántula.

TRATAMIENTO	DCA	DIÁMETRO DE PLÁNTULA (mm)
T1	I	0.1
T2	I	0.1
T3	I	0.2
T4	I	0.3
T5	I	0.1
T6	I	0.3
T7	I	0.5
T8	I	0.6
T9	I	0.1
T10	I	0.2
T11	I	0.3
T12	I	0.3
T13	I	0.1
T14	I	0.2
T15	I	0.3
T16	I	0.4
T1	II	0.2
T2	II	0.1
T3	II	0.2
T4	II	0.1

T5	II	0.2
T6	II	0.1
T7	II	0.4
T8	II	0.8
T9	II	0.1
T10	II	0.3
T11	II	0.2
T12	II	0.1
T13	II	0.1
T14	II	0.3
T15	II	0.5
T16	II	0.6
T1	III	0.1
T2	III	0.1
T3	III	0.2
T4	III	0.2
T5	III	0.1
T6	III	0.3
T7	III	0.5
T8	III	0.8
T9	III	0.2
T10	III	0.1
T11	III	0.3

T12	III	0.2
T13	III	0.1
T14	III	0.2
T15	III	0.3
T16	III	0.4
T1	IV	0.2
T2	IV	0.1
T3	IV	0.1
T4	IV	0.3
T5	IV	0.2
T6	IV	0.4
T7	IV	0.7
T8	IV	0.9
T9	IV	0.1
T10	IV	0.2
T11	IV	0.1
T12	IV	0.3
T13	IV	0.2
T14	IV	0.3
T15	IV	0.5
T16	IV	0.6

Anexo 4. Evaluación altura de plántula.

TRATAMIENTO	DCA	ALTURA DE PLÁNTULA (cm)
T1	I	5
T2	I	7
T3	I	8
T4	I	7
T5	I	6
T6	I	12
T7	I	15
T8	I	20
T9	I	7
T10	I	8
T11	I	7
T12	I	9
T13	I	6
T14	I	7
T15	I	10
T16	I	11
T1	II	3
T2	II	5
T3	II	6
T4	II	5

T5	II	8
T6	II	9
T7	II	10
T8	II	16
T9	II	5
T10	II	7
T11	II	8
T12	II	9
T13	II	6
T14	II	7
T15	II	10
T16	II	13
T1	III	6
T2	III	7
T3	III	8
T4	III	7
T5	III	10
T6	III	11
T7	III	13
T8	III	20
T9	III	6
T10	III	9
T11	III	10

T12	III	11
T13	III	8
T14	III	9
T15	III	11
T16	III	15
T1	IV	5
T2	IV	4
T3	IV	6
T4	IV	4
T5	IV	7
T6	IV	10
T7	IV	12
T8	IV	14
T9	IV	5
T10	IV	7
T11	IV	9
T12	IV	8
T13	IV	6
T14	IV	10
T15	IV	13
T16	IV	16

Anexo 5. Evaluación número de hojas por plántula

TRATAMIENTO	DCA	NÚMERO DE HOJAS POR PLÁNTULA
T1	I	2
T2	I	2
T3	I	2
T4	I	2
T5	I	3
T6	I	4
T7	I	5
T8	I	8
T9	I	2
T10	I	3
T11	I	5
T12	I	6
T13	I	2
T14	I	4
T15	I	3
T16	I	6
T1	II	3
T2	II	2
T3	II	2

T4	II	3
T5	II	2
T6	II	6
T7	II	6
T8	II	10
T9	II	3
T10	II	4
T11	II	7
T12	II	8
T13	II	3
T14	II	5
T15	II	4
T16	II	8
T1	III	2
T2	III	2
T3	III	2
T4	III	2
T5	III	4
T6	III	4
T7	III	5
T8	III	6
T9	III	3
T10	III	4

T11	III	5
T12	III	8
T13	III	2
T14	III	6
T15	III	4
T16	III	6
T1	IV	2
T2	IV	2
T3	IV	2
T4	IV	3
T5	IV	3
T6	IV	6
T7	IV	4
T8	IV	8
T9	IV	2
T10	IV	3
T11	IV	6
T12	IV	6
T13	IV	4
T14	IV	4
T15	IV	3
T16	IV	9

Anexo 6. Evaluación longitud de raíz

TRATAMIENTO	DCA	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
T1	I	4
T2	I	5
T3	I	6
T4	I	7
T5	I	8
T6	I	9
T7	I	10
T8	I	15
T9	I	6
T10	I	8
T11	I	10
T12	I	13
T13	I	7
T14	I	9
T15	I	12
T16	I	13
T1	II	6
T2	II	6
T3	II	7
T4	II	8

T5	II	9
T6	II	11
T7	II	13
T8	II	17
T9	II	7
T10	II	9
T11	II	12
T12	II	14
T13	II	8
T14	II	11
T15	II	13
T16	II	14
T1	III	3
T2	III	4
T3	III	5
T4	III	6
T5	III	8
T6	III	9
T7	III	12
T8	III	14
T9	III	5
T10	III	8
T11	III	11

T12	III	12
T13	III	8
T14	III	11
T15	III	12
T16	III	14
T1	IV	5
T2	IV	6
T3	IV	7
T4	IV	8
T5	IV	7
T6	IV	11
T7	IV	14
T8	IV	18
T9	IV	7
T10	IV	10
T11	IV	13
T12	IV	15
T13	IV	9
T14	IV	13
T15	IV	13
T16	IV	16
