

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**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 para optar el grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

PATRICK ANDY ALFARO GERHARD

TINGO MARÍA – PERÚ

2023



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°057-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 11 de julio de 2023, a horas 16:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Guadua angustifolia* K., *Bambusa vulgaris* var. *Vittata* A. y *Bambusa tuldooides* M. EN EL VIVERO DEL FUNDO SAN JOSÉ, PROVINCIA DE CHANCHAMAYO – JUNÍN”

Presentado por el Bachiller: **PATRICK ANDY ALFARO GERHARD**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 24 de julio de 2023


Ing. Mg. Sc. **RICARDO OCHOA CUYA**
PRESIDENTE


Ing. **RAÚL ARAUJO TORRES**
MIEMBRO


Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**
MIEMBRO




Ing. M. Sc. **ROBERT GILBERT PECHO DE LA CRUZ**
ASESOR



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 301 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE <i>Guadua angustifolia</i> K., <i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>vittata</i> A. y <i>Bambusa tuldooides</i> M. EN EL VIVERO DEL FUNDO SAN JOSÉ, PROVINCIA DE CHANCHAMAYO – JUNÍN	PATRICK ANDY ALFARO GERHARD	11 % Once

Tingo María, 03 de noviembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



Título : Propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* K., *Bambusa vulgaris* var. *vittata* A. y *Bambusa tuldoidea* M., en el vivero del Fundo San José, provincia de Chanchamayo – Junín

Programa de investigación : Gestión de bosques y plantaciones forestales

Línea de investigación : Silvicultura, dendrología, manejo y ordenación forestal

Eje temático de investigación: Instalación, producción y manejo de viveros forestales

Autor : Bach. Alfaro Gerhard, Patrick Andy

Asesor : M.Sc. Pecho De la Cruz, Robert Gilbert

Lugar de ejecución : Vivero Fundo San José, Chanchamayo – Junín

Duración del Trabajo : 9 meses

Financiamiento : S/. 4 000.00

FEDU : No

Propio : Sí

Otros : No

Tingo María – Perú

Julio 2023

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis	: Propagación vegetativa de <i>Guadua angustifolia</i> K., <i>Bambusa vulgaris</i> var. vittata A. y <i>Bambusa tuldooides</i> M., en el vivero del Fundo San José, provincia de Chanchamayo – Junín.
Autor	: Bach. Alfaro Gerhard, Patrick Andy.
Asesor de tesis	: M.Sc. Pecho De la Cruz, Robert Gilbert Chávez.
Escuela Profesional	: Ingeniería Forestal.
Programa de investigación	: Gestión de bosques y plantaciones forestales.
Línea(s) de investigación	: Silvicultura, dendrología, manejo y ordenación forestal.
Eje Temático	: Instalación, producción y manejo de viveros forestales.
Lugar de ejecución	: Vivero Fundo San José, Chanchamayo – Junín.
Duración	: 09 meses
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/4,000.00 Otros : S/0.00

Tingo María, Perú, noviembre 2023.

Bach. Alfaro Gerhard, Patrick Andy

Tesista

M.Sc. Pecho De la Cruz, Robert Gilbert

Asesor

DEDICATORIA

A nuestro Dios, que nos ilumina desde el cielo, por la fortaleza, sabiduría y compasión que me brindó para lograr mis metas.

A mi abuela Mameliana Norabuena, por sus cuidados y su amor, a mi madre Patricia Gerhard por su confianza y apoyo incondicional para lograr mi desarrollo personal y profesional. Mujeres que me enseñaron que la fortaleza nace de nuestros corazones y la libertad desde el conocimiento.

A mi hermanos, Georgia, Holger y Jorge por su compañía en todos los momentos, su apoyo incondicional, por tener fe y creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

1. Al personal docente y administrativo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables y a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal por darme la oportunidad de ser profesional, por toda la contribución científica, cultural y social que me brindaron.
2. A mi asesor, el M.Sc. Robert Gilbert Pecho De la Cruz, por el asesoramiento en el desarrollo de la investigación, por su paciencia y constante apoyo.
3. A mis tíos María Elena Alfaro, Francisco Mejía y Jhon Guillén, por cuidarme siempre y brindarme los consejos necesarios para salir adelante.
4. A Garibaldi S.A.C, por autorizar en uso el Vivero forestal para la instalación de la investigación y su apoyo con el personal.
5. Al propietario del “Fundo San José”, Sra. Carmen Brocq Tremolada, quién proporcionó el material vegetativo para el presente estudio.
6. A mis grandes amigos, con quienes compartimos momentos de crecimiento personal dentro de la universidad, a los que estuvieron en los primeros años de aprendizaje y con quienes continúo aprendiendo día a día.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades del bambú.....	3
2.1.2. <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	5
2.1.3. <i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>vittata</i> A. y C. Rivière	7
2.1.4. <i>Bambusa tuldoides</i> Munro	9
2.1.5. Ecología del bambú	10
2.1.6. Propagación vegetativa	11
2.1.7. Propagación vegetativa del bambú	12
2.1.8. Hormonas reguladoras de crecimiento	15
2.1.9. Auxinas	16
2.1.10. Productos de enraizamiento	17
2.2. Estado del arte.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Lugar de ejecución.....	22
3.2. Materiales y equipos	23
3.2.1. Materiales.....	23
3.2.2. Equipos	23
3.2.3. Material biológico.....	23
3.3. Criterios de investigación	23
3.3.1. Nivel y tipo de investigación	23

3.3.2.	Variables de investigación	23
3.3.3.	Operacionalización de variables	24
3.3.4.	Diseño de investigación	24
3.4.	Metodología.....	26
3.4.1.	Evaluación del porcentaje de supervivencia de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Bambusa tuldoides</i> al utilizar dos fitohormonas enraizadoras	26
3.4.1.1.	Limpieza del área experimental	26
3.4.1.2.	Preparación del sustrato	26
3.4.1.3.	Extracción del material vegetativo	26
3.4.1.4.	Preparación de enraizadores y esquejes.....	27
3.4.1.5.	Labores culturales	28
3.4.1.6.	Evaluación de la supervivencia.....	28
3.4.2.	Evaluación de desarrollo aéreo de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Bambusa tuldoides</i> al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.....	29
3.4.3.	Evaluación de desarrollo radicular de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Bambusa tuldoides</i> al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.....	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1.	Supervivencia de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> , y <i>Bambusa tuldoides</i> al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.	30
4.2.	Desarrollo aéreo de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Bambusa tuldoides</i> al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.	34
4.3.	Desarrollo radicular de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Bambusa tuldoides</i> al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.	42
V.	CONCLUSIONES	54
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	55

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
VIII. ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1. Cantidad de unidades experimentales.....	25
2. Tratamientos en estudio.....	25
3. Porcentaje de supervivencia	30
4. Prueba ANOVA porcentaje de supervivencia	31
5. Prueba Tuckey para el porcentaje de supervivencia por especies de bambú.	32
6. Número de brotes	34
7. Prueba ANOVA número de brotes	35
8. Prueba Tuckey para el número de brotes por especies de bambú.	36
9. Longitud de brotes	38
10. Prueba ANOVA longitud de brotes.....	39
11. Prueba Tuckey para la longitud de brotes por enraizador.	39
12. Prueba Tuckey para la longitud de brotes por especies de bambú.	41
13. Longitud radicular	43
14. Prueba ANOVA longitud radicular.	44
15. Prueba Tuckey para la longitud radicular por enraizador.....	44
16. Prueba Tuckey para la longitud radicular por especie de bambú.	45
17. Ancho de la raíz.....	47
18. Prueba ANOVA ancho de la raíz.	48
19. Prueba Tuckey para ancho de raíz por fitohormona enraizadora.	48
20. Prueba Tuckey para ancho de raíz por especie de bambú.	50
21. Prueba Tuckey para ancho de raíz por tratamientos.....	52
22. Banco de datos de la evaluación.....	66
23. Comparación del porcentaje de supervivencia promedio por especies de bambú (prueba Tuckey).....	67
24. Comparación de número de brotes promedio por especies de bambú (prueba Tuckey). ...	67
25. Comparación de altura de brote promedio por enraizador (prueba Tuckey).....	67
26. Comparación de altura de brote promedio por especies de bambú (prueba Tuckey).....	67
27. Comparación de longitud de raíz promedio por enraizador (prueba Tuckey).....	68

28. Comparación de longitud de raíz promedio por especies de bambú (prueba Tuckey).....	68
29. Comparación de ancho de raíz promedio por enraizador (prueba Tuckey).	68
30. Comparación de ancho de raíz promedio por especie de bambú (prueba Tuckey).....	69
31. Prueba Tuckey realizada a los tratamientos	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Comparación de porcentaje de supervivencia por especie de bambú.	33
2. Comparación del número de brotes por especie de bambú.	37
3. Comparación de la longitud de brote por fitohormona enraizadora.	40
4. Comparación de longitud de brote por especie de bambú.	42
5. Comparación longitud radicular por fitohormona enraizadora	45
6. Comparación longitud radicular por especie de bambú.	46
7. Comparación ancha de raíz por fitohormona enraizadora.	49
8. Comparación ancho de raíz por especie de bambú.	51
9. Extracción de esquejes de <i>Guadua angustifolia</i>	63
10. Esquejes de <i>Guadua angustifolia</i> , ya cortados y puestos en agua para no perder la hidratación.	63
11. Esquejes de <i>Bambusa tuldoides</i> . Ramas laterales.	64
12. Esquejes de <i>Bambusa vulgaris</i>	64
13. Aplicación de enraizante con auxina AIB. Especie <i>Bambusa vulgaris</i>	65
14. Presencia de brotes en los esquejes de <i>Guadua angustifolia</i>	65
15. Presencia de brotes en los esquejes de <i>Bambusa vulgaris</i>	66
16. Instalación de los tratamientos.	66
17. Instalación de los tratamientos.	67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth, *Bambusa vulgaris* var. *vittata* A. y C. Rivière y *Bambusa tuldoides* Munro, en el vivero del Fundo San José, provincia de Chanchamayo – Junín; se consideraron 2 factores de estudio: Fitohormona enraizadora (Ácido Indol-3-butírico, Ácido Indol-acético y testigo) y especie de bambú (*G. angustifolia*, *B. vulgaris* y *B. tuldoides*), en combinación ambos factores generaban nueve tratamientos en los cuales se evaluaron el porcentaje de supervivencia, desarrollo aéreo y desarrollo radicular. Se determinó que la fitohormona enraizadora AIA y el testigo tuvieron los mejores resultados en la propagación vegetativa de las especies de bambú, *B. vulgaris* tuvo mejores resultados seguida de *G. angustifolia* y por último *B. tuldoides*; la fitohormona AIB tuvo los resultados más bajos. El factor determinante en el porcentaje de supervivencia es la especie utilizada, habiéndose obtenido los valores más altos de supervivencia (92%, 90% y 84 %) en los tratamientos en los que se utilizó *B. vulgaris* (T2, T5 y T8). El desarrollo aéreo fue mayor en los tratamientos en los que se utilizaron *B. vulgaris* (T5 y T8) obteniéndose los valores más altos de número de brotes (T5 = 6,60; T8 = 5,60) y longitud de brote (T5= 71 cm; T8= 70,20 cm), en ambos tratamientos se utilizaron la fitohormona AIA (T5) y el testigo (T8). El desarrollo radicular fue mayor en el tratamiento en el que se utilizó la fitohormona enraizadora AIA y *B. vulgaris* (T5), obteniéndose los valores más altos de longitud radicular (23,40 cm) y ancho de raíz (14,4 cm).

Palabras claves: Fitohormona, bambú, auxinas, enraizamiento y vivero.

ABSTRACT

The objective of the present research work was to evaluate the vegetative propagation of *Guadua angustifolia* Kunth, *Bambusa vulgaris* var. *vittata* A. and C. Rivière, and *Bambusa tuldoidea* Munro in the plant nursery on the San Jose farm in the Chanchamayo province of Junin, [Peru]. Two factors were considered for the study: the phytohormone rooter (indole-3-butyric acid, indole-butyric acid, and a control) and the bamboo specie (*G. angustifolia*, *B. vulgaris*, and *B. tuldoidea*); combined, both factors generated new treatments, for which the survival percentage, aerial development, and root development were evaluated. It was determined that the best results were with the phytohormone rooter AIA and the control for the vegetative propagation of the bamboo species; the best results were with *B. vulgaris*, followed by *G. angustifolia*, and finally *B. tuldoidea*. The results were the lowest with the AIB phytohormone. The determining factor for the survival percentage was the specie that was used, with the highest value for survival (92%, 90%, and 84 %) being obtained with the treatments where *B. vulgaris* was used (T2, T5, and T8). The aerial development was greater for the treatments where *B. vulgaris* was used (T5 and T8), where higher values were obtained for the number of sprouts (T5 = 6.60; T8 = 5.60) and sprout length (T5= 71 cm; T8= 70.20 cm); for both treatments, the AIA phytohormone was used (T5) and the control (T8). The root development was greater for the treatment in which the AIA phytohormone rooter and *B. vulgaris* were used (T5); the highest value for the root length (23.40 cm) and root width (14.4 cm) were obtained.

Keywords: phytohormone, bamboo, auxins, rooter, plant nursery

I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía acaba de ser incluida en una lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) como una de las principales regiones en peligro de deforestación, una de las once regiones con expectativas de presentar mayor deforestación y degradación de los bosques a nivel mundial para el año 2030. En la Amazonia peruana, las principales causas de la deforestación son la agricultura de menor escala, la minería comercial y la construcción de vías (WWF, 2015).

Una solución para los diversos problemas que se presentan hoy en día, por causa de la deforestación y el aprovechamiento ilegal del bosque, podría ser las plantaciones forestales maderables y no maderables, entre ellos resalta el bambú, una planta que muestra rápido crecimiento y un alto valor comercial.

El bambú es un recurso innovador y una alternativa para el desarrollo sostenible, pudiendo reducir el uso desmedido de plásticos y la tala excesiva de madera. Se puede realizar un aprovechamiento masivo del bambú sin causar un gran impacto en el medio ambiente, esto hace necesario buscar maneras de potenciar este recurso para facilitar su producción, aprovechamiento y utilización.

Una de las desventajas del bambú es la dificultad de obtener semillas, debido a que la mayoría de las especies presentan una floración esporádica o gregaria y muchas veces la planta muere luego de formar su flor y expulsar las semillas. Lo que dificulta la propagación de bambúes a través de este medio, haciendo necesario optar por otras opciones como la propagación vegetativa para poder abastecer la demanda de plántones y lograr así la instalación de grandes plantaciones forestales.

En el Perú se han registrado 90 especies de bambúes, entre nativas e introducidas y en la mayoría de las plantaciones se utiliza *Guadua angustifolia* Kunth, es la especie más comercial y su utilización es mayormente para construcción, su mayor desarrollo comercial ha generado un mayor interés en investigación y manejo silvicultural.

Muchas especies, como *Bambusa vulgaris* var. *vittata* A. y C. Rivière, *Bambusa tuldoides* Munro y demás especies de bambúes tanto introducidas como nativas, no cuentan con información disponible, ni mucho desarrollo en investigación y producción. Dado esto, la propagación vegetativa es una herramienta de gran importancia para conocer el comportamiento de otras especies de bambú, multiplicar masivamente estas especies, conocer sus potencialidades y permitir la instalación de plantaciones forestales.

Debido a todos los beneficios, ventajas ecológicas y sociales que brinda el bambú, muchos viveristas en la selva central, se han motivado a utilizar la propagación vegetativa por esquejes utilizando hormonas enraizadoras, para poder realizar la producción de plántones, lo que nos llevó a la necesidad de desarrollar este estudio y poder aplicarlo en el campo forestal.

Por lo tanto, se planteó la siguiente problemática: ¿Cuál es la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoidea* en el vivero del Fundo San José en la provincia de Chanchamayo – Junín? planteándose como hipótesis que existen diferencias significativas al utilizar dos hormonas enraizadoras en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris*, y *Bambusa tuldoidea* en el vivero del Fundo San José, provincia Chanchamayo – Junín.

1.1. Objetivo general

Evaluar la propagación vegetativa *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoidea* en el vivero del Fundo San José, provincia de Chanchamayo – Junín.

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de supervivencia de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoidea* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.
- Evaluar el desarrollo aéreo de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoidea* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.
- Evaluar el desarrollo radicular de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoidea* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del bambú

El bambú es considerado una de las plantas más antiguas del planeta, incluso se data su aparición en la misma era cuando los dinosaurios aún eran las especies dominantes. Son plantas atípicas, muy antiguas y rústicas, esto es debido al crecimiento y condiciones especiales requeridas para su desarrollo. Es llamado “el acero vegetal”, gracias a su flexibilidad y alta resistencia (Aguirre *et al.*, 2018).

Cada año se vienen identificando especies de bambúes nuevas, hasta el momento se tienen registrados aproximadamente unas 1 500 especies y 90 géneros en todo el planeta. De acuerdo a la taxonomía revisada, se registran las tribus de Arundinarieae y Bambuseae, que abarcan a los bambúes leñosos y la tribu de Olyreae, en donde se encuentran los bambúes herbáceos (Ruíz, 2009).

El bambú leñoso es diferenciado del herbáceo por tener tallos lignificados o culmos; presenta un sistema de ramificación de hojas perennes y rizoma inflexible. Tienen presencia en distintos hábitats, su crecimiento es elongado y suelen formar macollos. En América se han registrado aproximadamente 345 especies y 21 géneros (Mercedes, 2006).

La palabra Bambú proviene del malayo “mambu”, idioma usado en Malasia e Indonesia, nombra a un grupo de especies pertenecientes a una de las familias botánicas más importantes, la familia de las Poaceae. Son plantas que existen de diferentes tamaños, pueden ser pequeñas, de menos de un metro de alto con tallos entre el medio centímetro de grosor, también pueden ser grandes de 24 m a 30 m de alto, con culmos leñosos que oscilan entre 08 cm a los 30 cm de diámetro, dependiendo de la especie. Se ha visto que la mayoría de especies de bambú han sido registradas en Asia, generando la idea que los bambúes son de origen asiático, pero las investigaciones han determinado que no solo el bambú es de Asia, sino que se encuentran distribuidos en América, en África y en Oceanía, en el margen ecuatorial y tropical, también hay registro de algunas especies adaptadas a zonas templadas de Europa (Seboka, 2010).

El hombre durante su historia en la sociedad, ha visto al bambú como un recurso natural aprovechable, por su crecimiento rápido, resistencia y gran versatilidad. Posee un valor paisajístico y es usado para consolidación del suelo, reducción de la erosión, reforestación, captura de carbono, fabricación de artesanía y mueblería, extracción de pulpa para papel; algunas especies presentan valor alimenticio en los brotes y propiedades medicinales en sus hojas (García *et al.*, 2007).

- **Importancia ecológica**

Los bambúes tienen una participación ecológica muy importante en la naturaleza, realizan el reciclaje de nutrientes, con la producción de materia orgánica constante que generan, capacidad de retención del suelo, gracias a sus rizomas, ayudando a regular la erosión; siendo útil para recuperar áreas degradadas, generando nichos de vida y refugio a fauna silvestre. Su aprovechamiento frecuente para la transformación artesanal y la limitada información en el manejo del cultivo, demanda realizar estudios sobre los mejores métodos de propagación (Marquéz y Marín, 2011).

En la agricultura, es una excelente alternativa para proteger los canales de regadío; asimismo, debido a la sobreproducción de materia orgánica (biomasa), por la caída de las hojas, crean amortiguadores en la capa superficial del suelo y contribuyen a aumentar la permeación de las aguas superficiales, creando acuíferos protectores para la conservación del agua de los puquiales (Londoño, 2010).

Investigaciones han logrado estimar que 01 ha de bambú, logra capturar aproximadamente 40% más de CO₂ que en una hectárea de eucaliptos o coníferas de alrededor de 10 a 14 años de edad (González, 2007). Algunas especies de bambú logran producir oxígeno hasta cuatro veces más que otros árboles, puede producir celulosa hasta seis veces más que las coníferas y produce biomasa cada año, hasta 40 t/ha-1. Tiene la capacidad de transformar la energía solar en servicios ambientales beneficiosos, situándolo como una planta alternativa en el combate frente al cambio climático (Lárraga *et al.*, 2011).

- **Importancia económica**

El bambú es uno de los recursos naturales renovables de mayor importancia económica. Representa una alternativa sostenible y cultural, con la capacidad de generar, con este recurso, alrededor de 1 500 subproductos. Son fáciles

de cultivar, cosechar, transportar, transformar, crecen rápidamente y su tiempo de madurez es en periodos cortos (Ovando y Sánchez 2005).

La brecha entre la demanda y la oferta de bambú aumenta a diario debido a la destrucción de los recursos naturales. Por lo tanto, existe una necesidad apremiante de encontrar métodos adecuados para la propagación de bambú en mayor cantidad. Actualmente, el bambú se propaga principalmente por medios vegetativos, ya que los suministros de semillas a menudo son variables o limitados (Ray y Ali, 2017).

- **Importancia social**

Conocido como "madera del futuro" o "madera ecológica", el bambú se presenta en este contexto como una materia prima versátil, con una rápida renovación, buenas características físico-mecánicas y simplicidad de producción (FAO, 2007).

Una inversión rentable en bambú puede superar fácilmente los \$10 000.00 por hectárea, por lo que puede ser una alternativa al cultivo ilícito; priorizando programas sociales y ayudando a implementar proyectos de desarrollo en nuestro país, donde la creación de empleo es más necesaria en las zonas rurales y urbanas (Takahashi, 2004).

El ciclo de rotación de cultivos es corto, el primer corte dura de 1 a 4 años dependiendo del propósito de uso, por lo que el crecimiento es más rápido que el ciclo de rotación de 5 a 15 veces de la especie arbórea. Asimismo, en los sistemas silvícolas, el uso combinado de materias primas, la diversidad de usos y las respectivas transiciones industriales y manuales son indicadores importantes a considerar como especies demandantes, en el caso de necesidad masiva de mano de obra, en manejo, aprovechamiento, uso, transporte, producción e industria (Takahashi, 2006).

2.1.2. *Guadua angustifolia* Kunth

Londoño (2002) manifiesta que la *Guadua angustifolia*, tiene la presente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Espermatofita
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Poales

Familia	: POACEAE
Tribu	: Bambuseae
Subtribu	: Guaduinae
Género	: Guadua
Especie	: Angustifolia

Bambú leñoso nativo de América tropical. Los podemos encontrar localizados a lo largo de los ríos y quebradas, en los bosques nublados y en los valles interandinos. Están distribuidos desde los Andes hasta la Amazonía, pueden crecer desde el nivel del mar hasta los 2 200 msnm. Muy adaptable a diversos tipos de suelos, con un mejor desarrollo en suelos de origen volcánico. La temperatura óptima de desarrollo lo encontramos desde los 19 °C hasta los 28 °C, requiriendo zonas con precipitación anual entre 950 y 2 500 mm. Prefiere suelos francos arcillosos, ligeramente ácidos, ricos en materia orgánica, cenizas volcánicas y con propiedades físicas importantes: densidad aparente, baja estructura estable, porosidad alta y con profundidad efectiva (Londoño, 2021).

G. angustifolia presenta culmos derechos, con el ápice levemente arqueado. El largo total del culmo mide entre 18 m a 27 m, el tamaño comercial de la caña es de 6 m, con una segunda parte de 5 m, con diámetros de 10 a 14 cm, su altura máxima lo alcanza de 4 a 6 meses.

El largo de los entrenudos de cañas de tamaño comercial es de 25,5 cm, la pared interna en la sección basal tiene un espesor de 1,2 cm a 2,7 cm., en la pared de la sección media de la caña se tiene la medida de 0,9 cm a 1,3 cm de espesor; en la pared de la sección superior, la medida del espesor está entre 0,9 cm a 1 cm (Londoño, 2021).

A lo largo de todo el tallo encontramos los nudos, que están caracterizados por tener un color blanquecino y la presencia de pequeñas pubescencias de color marrón claro, dando la imagen de una banda sobre el mismo nudo. Se pueden observar espinas tanto en el tallo como en las ramas. Presenta un tipo de cobertura llamada hoja caulinar, presente en el culmo joven y en el rizoma, protegiendo nudos y yemas. Las hojas o láminas foliares, constituidas por una sola pieza simple, de forma lanceolada terminando en punta, la base es ancha y la hoja alargada, con promedio de 15 cm a 20 cm de largo y con un ancho de 2 cm a 5 cm (Ángeles, 2014).

Alrededor del mundo, existen aproximadamente 1 250 especies de bambú, se reparten: el 63 % en Asia, el 32% en América, el 2,5% en África y el 2,5% en Oceanía.

Haciendo referencia a América, se han encontrado hasta el momento 440 especies de bambú, entre las cuales se enfatiza el género *Guadua*, con 16 especies identificadas aproximadamente. La más representativa y abundante es la *G. angustifolia*, esta especie crece de manera cilíndrica, muy rápido (brotes anuales) y en cantidades, llega hasta los 25 m de altura, con diámetros de 8 cm, en sus primeros años, hasta 20 cm, según también los factores ambientales donde se encuentra; llega a su madurez entre los 4 a 5 años de edad, en comparación con un árbol, es relativamente corto, entre 5 a 10 veces menos (Ticona y Mamani, 2019).

Las cañas de esta especie, se utiliza en las localidades para la construcción de vivienda, estructuras livianas, para elevar puentes, muy usado en la construcción rural (cercos para potreros, corrales para gallinas, etc.); para trabajos agropecuarios (tutores para cultivos, poner cabos a herramientas, etc.); para elaborar instrumentos de cacería y pesca; para fabricación de muebles, utensilios del hogar, artesanías diversas; muy usado para el control de la erosión de los suelos, proteger las cuencas hídricas, conducir el agua, mejorar la fertilidad superficial del suelo, usado para leña en los fogones y los hornos. Se viene incrementando su uso como elemento decorativo dentro del diseño de interiores (Londoño, 2021).

2.1.3. *Bambusa vulgaris* var. *vittata* A. y C. Rivière

Según la clasificación citada por Lizarazu, M. (2013), la taxonomía de la especie sería la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Espermatofita
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Poales
Familia	: POACEAE
Tribu	: Bambuseae
Género	: <i>Bambusa</i>
Especie	: <i>Vulgaris</i>

Es un bambú leñoso tropical de origen asiático, fue insertado en América hace unos 250 años aproximadamente, encontrado distribuido desde el nivel del mar hasta los 1 500 metros de altitud. Están muy presentes en riberas de quebradas y ríos, de manera ornamental en las fincas, zonas rurales y ciudades, muy usado por el atractivo de sus culmos color amarillo con franjas verdes (Londoño, 2021).

Los culmos crecen de manera erecta, curvados en la punta, muestran medidas de 12 m a 15 m de longitud, con diámetro de 8 a 12,5 cm, de color amarillo brillante con franjas delgadas de color verde. El tamaño comercial de la caña oscila de 4 m a 6 m, el largo promedio de sus entrenudos es de 28 cm a 33 cm; en la sección basal, el espesor de la pared del culmo mide de 0,7 cm a 1,4 cm; la medida del espesor en la sección media es de 0,5 cm a 0,8 cm, mientras que, en la sección superior, su espesor oscila entre 0,4-0,5 cm (Londoño, 2021).

Los culmos y ramas del bambú común o *B. vulgaris*, son amarillos brillantes con franjas delgadas de color verde vistoso, de manera vertical entre los nudos, sus hojas también son color verde oscuro. Las cañas son atractivas y usadas para construcciones temporales, se deterioran rápido con la luz. Estudios manifiestan que la *B. vulgaris* es apropiada para la fabricación de paneles, bambú chancado y construcciones de estructuras livianas (Martirena y Seijo, 2008).

Esta especie está muy presente en el sudeste asiático y en China. Fue introducido en las zonas subtropicales y tropicales de América. Es cultivada en los Estados Unidos, Centroamérica, el Caribe y América del Sur, hasta el sur de Argentina (Lizarazu, 2013).

La *B. vulgaris* es la especie más utilizada por su amplia distribución en el mundo. Hasta ahora se viene utilizando en Asia para la industria de papel, fabricación de las astas de los barcos, fibra para confección de alfombras, construcción de escaleras y andamios, en actividades agrícolas y pecuarias, en el uso para cercos vivos y ornamental. Su tejido, con alta cantidad de azúcares y almidones, hacen que sea apetecible a los insectos, el forraje se usa como alimento de ganado y los brotes son comestibles (Londoño, 2021).

En la industria del papel, se encontró que la especie más adecuada es la *B. vulgaris*, el largo de sus fibras alcanza entre 5 m a 15 m de largo, asimismo, Londoño (2021) menciona que es muy usado en la fabricación de tableros aglomerados, haciendo una fusión entre las fibras de esta especie, con las de otro bambú, o también mezclando con fibras de madera dura. Se ha desarrollado el uso de las hojas caulinares para la elaboración de papel artesanal y utensilios descartables para la cocina. En la medicina rural asiática, las hojas y las cañas se utilizan junto con otras plantas para hacer mezclas que ayudan al sistema nervioso (Rúgolo y Puglia, 2004).

Se ha registrado floración a la edad de 80 - 90 años y algunas veces pueden florecer estériles según los factores de su desarrollo. La planta muere junto con todo el clon, al final del ciclo material (Londoño, 2010).

2.1.4. *Bambusa tuldoides* Munro

La clasificación taxonómica para esta especie, citado por Lizarazu, M. (2013), sería la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Espermatofita
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Poales
Familia	: POACEAE
Tribu	: Bambuseae
Género	: Bambusa
Especie	: Tuldoides

Son plantas perennes con rizomas simpodiales, el tamaño de sus cañas está de 7 m a 17 m de altura, los diámetros se encuentran en 3,5 a 07 cm, crecen de manera vertical, con ligera curvatura en el ápice, son de color verde opaco, lisas y huecas entre los nudos; la medida de nudo a nudo oscila de 30 cm a 36 cm a lo largo de la caña. Las hojas caulinares presentan vaina convexa, aurículas con fimbrias delgadas y lígula pilosa; las hojas del forraje son láminas de 10 cm a 20 cm de largo por 1,5 cm a 2 cm de ancho (Lizarazu, 2013).

Esta especie se encuentra en las riberas de los ríos y en colinas bajas de las regiones tropicales y subtropicales de Asia. Introducida en América, desde los Estados Unidos hacia Argentina, encontrándose principalmente en Chile, Uruguay, Paraguay y Brasil (Judziewicz *et al.*, 2000).

La gran parte de las especies del género *Bambusa* son cultivadas, eso quiere decir que existen pocas poblaciones en estado natural. En Argentina, cinco especies de *Bambusa* se cultivan ampliamente: *B. vulgaris* Schard. ex J. C. Wendl., *B. multiplex* (Lour) Raeusch. ex Schult. & Schult. f., *B. tuldoides* Munro, *B. vulgaris* var. *vittata* y *B. bambos* (L.) Voss; la primera mención de su cultivo data de 1943 (Rúgolo y Puglia 2004).

Se estima que el periodo de floración de esta especie, en el extremo sur de Estados Unidos, es de unos 23 años. Dependiendo del comportamiento de floración,

existen tres grupos de bambúes: los que florecen anualmente o casi todos los años; los que florecen frecuente y periódicamente, y el grupo de los que florecen irregularmente (Judziewicz *et al.*, 1999).

Sin embargo, una especie puede exhibir un comportamiento de floración diferente bajo diferentes condiciones ambientales. Dondequiera que el hombre entra en contacto con el bambú, encuentra muchos usos para él. En cuanto al bambú *tuldoides*, sus palos se han utilizado en la construcción, andamios, mangos de herramientas, muebles y artesanías. También se usan para hacer sombreros, cordones y canastos, y sus cogollos son comestibles (Guerreiro y Lizarazu, 2010).

Este género tiene importancia económica por los diferentes usos que se les aplican. *Bambusa lapidea* McClure, *B. pervariabilis* McClure, *B. rigida* Keng & Keng f., *B. sinospinosa* McClure y *B. tuldoides* Munro se utilizan para la construcción de edificios y andamios (Li *et al.*, 2006).

Tiene uso como planta ornamental, pero se utiliza principalmente como cobertura contra la erosión del suelo, especialmente cuando se planta a lo largo de las riberas de los ríos. En la medicina tradicional china, el extracto de corteza de caña se utiliza en el tratamiento de la fiebre y la epilepsia en niños. En Argentina y países vecinos, este tipo de bambú podría tener un mayor valor económico si se promueve y difunde sus usos potenciales (Guerreiro y Lizarazu, 2010).

2.1.5. Ecología del bambú

Precipitación pluvial

Según Cordon (2006) menciona que, para el bambú, lo mínimo requerido es de 765 mm por año, el máximo se desconoce. El bambú crece en lugares donde las precipitaciones superan los 6 350 mm anuales; Es común que se desarrollen con 1 270 y 4 050 mm por año.

Temperatura

La mayoría ocurre entre 9 y 36 °C; pero algunas especies son tolerantes a bajas temperaturas como *Phyllostachys edulis* hasta -15 °C ya sequía a altas temperaturas como *Dendrocalamus strictus*. El bambú se encuentra principalmente en lugares con alta humedad ambiental (Hidalgo, 1978).

Existen casos extremos, donde se observan bambúes creciendo en temperaturas bajo cero, este es el caso de la *Chusquea subtessellata*; y superior a la temperatura de 45°C se ha encontrado al *Dendrocalamus strictus*, en ciertas regiones de África y Asia (Londoño, 2010).

Altitud

Londoño (2010) informó que se ha visto presencia de bambú cultivados en los 0 msnm hasta los 3 900 metros de elevación, la mayoría de las especies prefieren el hábitat húmedo de los bosques de neblina y bosques tropicales de tierras bajas; algunos bambúes crecen en hábitats áridos, pero no en zonas desérticas.

Pendiente

No existe una limitante para la siembra del bambú en pendientes pronunciadas. Se han visto casos de hasta 45% de pendiente. Lo acostumbrado es un terreno apto para el cultivo y siembra de bambú que tenga un promedio de 15% de pendiente; a mayor pendiente, la planta requiere cuidado y manejo (Hidalgo, 1978).

Suelos

Cordon (2006) menciona que las condiciones adecuadas que debe tener el suelo, para el desarrollo del bambú, son las siguientes: arcilla, humus, limo, humus aluvial; suelo fértil, permeable, rico en nitrógeno, rico en estructura orgánica, con pH de 5,5 a 6,5, bajo en fosfatos, moderado en potasio, rico en, manganeso, aluminio y hierro; bajo en magnesio y calcio. Los perfiles de suelos ideales para su crecimiento, son de textura gruesa a media, ricos en materia orgánica, bien drenados, húmedos, pero no propensos al encharcamiento.

Según Calderon (2012) los suelos ricos en nitrógeno y ácido silícico crean condiciones favorables para el crecimiento del bambú; la mayoría de las especies de bambú no crecen en suelos demasiado húmedos, humedales bajos o con niveles muy altos de agua subterránea. La mayor parte del bambú crece en suelos de ceniza volcánica con baja alcalinidad, bajo contenido de fósforo y contenido moderado de potasio.

2.1.6. Propagación vegetativa

Las plantas se dividen en células, tejidos y órganos, entre los cuales se mencionan el tallo, las ramas y las hojas (Rojas *et al.*, 2004). La propagación se da porque la célula vegetal tiene la capacidad de regenerar toda su estructura; lo que significa que todas las

células vivas contienen, en el núcleo, la información genética necesaria para restaurar toda la fracción de la planta, mediante la multiplicación del soma, que se basa solo en mitosis; también tienen el desprecio o la capacidad de las células adultas para regresar al estado ortodoxo y empezar desde un nuevo punto de crecimiento (Hartmann y Kester, 1995).

La ventaja potencial de la propagación vegetativa es la producción de plantas de tipo fiel sobre una base sostenible, lo que claramente no es factible con semillas. Sin embargo, las plantas cultivadas mediante propagación vegetativa mantienen un período de tiempo vegetativo definido antes de la floración, debido a la edad fisiológica de la planta madre. Por lo tanto, antes de recolectar el material de propagación, es necesario determinar la edad de la planta y los detalles fisiológicos relevantes para cada especie, observando que puede haber efectos ambientales que pueden cambiar este estado. Deben desarrollarse y mantenerse registros relevantes del establecimiento para las plantas madre. Los métodos de propagación vegetativa ampliamente utilizados para el bambú son los rizomas o esquejes compensados, capas y esquejes de culmo (Ray y Ali, 2017).

2.1.7. Propagación vegetativa del bambú

El bambú se reproduce naturalmente por medio de semillas, pero debido al inconveniente de la floración de las especies, que puede ser impredecible y en tiempos muy espaciados, se viene acostumbrando el método de reproducción por culmos o rizomas. La propagación vegetativa asexual presenta ciertas desventajas, entre las cuales se cita el alto costo de mano de obra, el gasto en transporte y la baja cantidad de propágulos multiplicados (García *et al.*, 2007).

La propagación asexual del cultivo de bambú forma parte de una práctica muy común, debido al aprieto en la obtención de semillas y el esporádico ciclo de floración que presentan algunas especies. Existen registros en América, que especies como la *Guadua angustifolia*, presenta un porcentaje de germinación de semillas entre 94% hasta 100%, pero la reproducción de plantas por ese método se dificulta por los ataques de insectos en sus espigas, dejando larvas de himenópteros y dípteros (Ticona y Mamani, 2019).

Otra manera de propagación usada, es a través del trasplante directo, este método requiere de plantas jóvenes con máximo tres años de crecimiento, se necesita que la planta tenga el tallo completo con sus ramas, hojas y rizoma, dado que en el momento de la siembra contenga todas sus partes vegetativas completas (Lárraga *et al.*, 2011).

Propagación en base a semillas

La siembra en bambú por semilla es muy irregular y no está disponible para la mayoría de las especies. El bambú florece gregaria o esporádicamente después de largos intervalos para producir semillas. En la floración gregaria, las poblaciones locales enteras de las especies individuales mueren después de la floración. Sin embargo, en la floración esporádica, solo una minoría de los tallos (los ejes principales huecos de los brotes verticales) en grupos producen flores y mueren. Se informa la floración esporádica en *B. balcooa*, *B. nutans*, *B. vulgaris* y *B. longispiculata*, mientras que la floración gregaria se informa en *B. tulda*, *B. bambos*, *B. polymorpha*, *D. longispathus*, *D. strictlyus* y *Oxytenanthera nigrociliata* (Ray y Ali, 2017).

Algunas especies ni siquiera producen semillas (por ejemplo, *B. balcooa*, *B. vulgaris*), y las que lo hacen a menudo florecen a intervalos largos que varían de 30 a 70 años (por ejemplo, *B. bambos*, *B. polymorpha*, *D. strictus*, *Melocanna baccifera* y *Phyllostachys spp.*). Por lo tanto, la disponibilidad de semilla puede ser solo después de largos intervalos de tiempo, la viabilidad de la semilla puede ser pobre y breve, las instalaciones de almacenamiento adecuadas para la semilla pueden faltar, las plántulas altamente heterogéneas pueden ocurrir poblaciones y, a menudo, el conjunto pobre de semillas y el consumo de semillas por parte de animales salvajes son los principales problemas con la propagación basada en semillas. Por lo tanto, no se puede confiar en los métodos de propagación basados en semillas para la multiplicación en masa de manera sostenible, por lo que existe una gran necesidad de explorar la posibilidad de propagación vegetativa para la multiplicación en masa de bambú citado por (Ray y Ali, 2017).

Por chusquín

En ciertas especies de bambú, los chusquines son la principal manera de propagación. Son pequeñas plántulas que se encuentran en la base de matas de bambú, en plantaciones mayores a siete años de edad, emergen de yemas adventicias de culmos que han sido cortados o cultivados. Es un método muy recomendado por el alto prendimiento, cada propágulo llega a generar de tres a doce chusquines en cuatro meses. Pese a esto, el método tiene sus limitaciones, como es el poco recurso disponible de este material vegetativo (Lárraga *et al.*, 2011).

Se dice que el chusquín es un rizoma pequeño, con tallo desarrollado en las yemas distales, justo en la unión del culmo con el rizoma; generalmente este se genera

cuando el tallo es cortado, las yemas se activan, dando espacio al crecimiento de pequeñas plántulas con raicillas. Cuando se extrae el material vegetativo y se lleva a un medio de propagación, se pueden obtener múltiples ejes, generando plántulas que pueden ser separadas para tener mayor material de un similar tamaño (León, 2011).

Por ramas primarias laterales

También denominado esqueje de rama basal o segmento nodal, es un método de propagación usado con la mayoría de las especies de bambú, para ello se necesita hacer una selección adecuada de las plantas a reproducir. Se escoge el tercio base y medio del culmo, extrayendo los propágulos que contengan mínimo una yema axilar vigente. Para el éxito de este método, anticipadamente ya debe estar preparado el sustrato donde se instalarán los esquejes, sea en cama de propagación o en bolsa, pero que tengan espacio suficiente para colocarlos de manera horizontal a 5 cm de profundidad (Lárraga *et al.*, 2011).

A través de este método, se ha podido obtener considerable material vegetativo de propagación, de especies como la *B. vulgaris*, siendo un ejemplo para la ejecución de planes grandes de reforestación. Sin embargo, la propagación por este método, genera resultados positivos, si se mantienen los cuidados adecuados en la etapa de vivero. Es necesario el manejo y seguimiento del material vegetativo, hasta la obtención de raíces, así lograr la supervivencia de la instalación en campo (León, 2011). En *G. angustifolia* no es muy usado por los bajos porcentajes de brotación y prendimiento (Lárraga *et al.*, 2011).

Por segmento de tallo

El método de propagación, en sus inicios, fue muy usado, por lo fácil que era obtener material vegetativo de la mayoría de las especies, el poder trasladarlas a espacios de condiciones adecuadas para la supervivencia y posteriormente a campo (León, 2011).

Consiste en escoger un tallo o culmo de bambú, de 50 cm a 100 cm de largo, que tenga de tres a cinco años de edad; los segmentos deben tener dos a más nudos con yemas activas, si tienen ramas, estas se cortan a unos 30 cm; en la siembra se debe considerar tapar al menos un nudo completo. El método necesita buena cantidad de material vegetativo, es por ello que no se recomienda para una propagación masiva (Giraldo y Sabogal, 2007).

El principal inconveniente, para este método de propagación, es proporción del material vegetativo utilizado, lo que lleva a hacer una mayor cavidad al momento de la siembra, generando con ello, una baja rentabilidad. También, como es muy extenso el tiempo de instalación, existe el riesgo de deshidratación y que se pierda viabilidad

antes de que logre enraizar. Por ello es recomendable que se realice la propagación en camas de crecimiento y cuando estén enraizados por completo, realizar el trasplante a campo (León, 2011).

Por rizoma con tallo

Existe una mayor supervivencia y un crecimiento veloz de la nueva planta, cuando se aplica este método, para ello se utilizan los rizomas del contorno de la mata madre, ya que allí se ubican los culmos con edad idónea. Los culmos deben haber desarrollado por completo las ramas. Para la extracción, se despeja un rizoma del perímetro de la mata, se excava hasta tenerlo expuesto. La separación se hace realizando un corte en el cuello del rizoma, evitando maltratar la planta. En relación con esto, los tejidos tienen una mayor fortaleza y resistencia, debido a que presenta mayores células lignificadas. Cabe mencionar, que, al momento de la extracción, se debe cortar el forraje del propágulo, así se evita la deshidratación (León, 2011).

El éxito de esta propagación se debe a que el rizoma es un almacén de nutrientes, que al ser trasplantado mantiene vigente el material genético de la madre, se suele cortar con una fracción de culmo de 45 cm a 60 cm, evitando maltratar las yemas. Se traslada directamente a campo para su instalación definitiva. Es considerado un método básico de propagación, para las especies de bambú, pero se necesita bastante mano de obra, haciéndolo costoso y poco rentable para una producción mayor (Lárraga *et al.*, 2011).

A pesar de la alta supervivencia que genera este método, no se recomienda para la mayoría de las especies de bambú, sucede que las actividades de extracción, traslado y siembra del material vegetativo, es muy engorroso en relación con el beneficio que se percibe. Asimismo, se suelen causar daños a la mata madre, que demoran tiempo en sanar. Es preferente usar este método en casos puntuales, por ejemplo, con especies de tamaño pequeño, que sean destinados al ornato, donde se necesiten plantas maduras de buen vigor y en breve tiempo (León, 2011).

2.1.8. Hormonas reguladoras de crecimiento

Las hormonas de crecimiento vegetal, son compuestos naturales producidos en las plantas, ejercen función sobre el desarrollo y crecimiento; están activas en lugares distintos del que fueron producidas. Con el tiempo se han desarrollado también otros

reguladores de crecimiento de origen sintético, agrupados con las hormonas, colaboran con la biosíntesis de la planta (Pierik, 1991).

Se han identificado cinco principales reguladores de crecimiento: son auxina, citoquinina, giberelina, ácido abscísico y etileno, de las cinco estructuras químicas en mención, las citocininas son las encargadas de estimular la división celular, las auxinas y giberelinas se encargan del crecimiento celular (Rojas *et al.*, 2004).

Las hormonas reguladoras o fitohormonas, están asociadas en varios procesos funcionales de la planta, colaboran en la absorción de nutrientes, son esenciales para el desarrollo longitudinal y brotación de raíces (Azcon, 2000).

El objetivo del uso de fitohormonas, es la de regular la supervivencia de plántulas, estimulando el enraizamiento y prendimiento de los esquejes, en beneficio de la disminución de mano de obra y aceleramiento en la producción en los viveros (Hartmann y Kester, 1995).

2.1.9. Auxinas

La auxina es la primera fitohormona descubierta en las plantas, está involucrada en las actividades naturales de la planta, como la elongación del tallo, la emisión de raíces, la generación de hojas y cuaje de frutos. Estos compuestos se sintetizan en el ápice y se transportan hasta la parte inferior de la planta (Hartmann y Zeiger, 2006).

Las auxinas, según Ray (1977), son enraizantes fitorreguladores naturales que son necesarias para la propagación asexual de esquejes y plantones de especies frutales, forestales y ornamentales. Su movimiento molecular es a través de los tejidos en dirección basal, sin importar la gravedad, la orientación y la influencia externa de luz. De acuerdo con las reservas alimenticias que tiene la raíz y la acumulación de fitohormonas, se dispondrá en mayor o menor grado la emisión de raíces y brotes en la planta, por lo tanto, mejorará el crecimiento del sistema radicular.

Azcon (2000) menciona, que las auxinas están implicadas en numerosos procesos fisiológicos de las plantas, además de promover el crecimiento, la diferenciación y elongación celular, por consiguiente, el desarrollo longitudinal de los tejidos de la planta, así como la floración, el crecimiento y maduración de frutos, la senectud y el geotropismo. Es también la encargada de realizar el movimiento que se conoce como fototropismo, que viene a ser la formación de la curvatura de inclinación de la planta hacia la luz y es producido cuando

la auxina por foto-sensibilidad se distribuye en la parte que recibe luz y viaja al lado oscuro de la planta, esto provoca que las células de esa zona se elonguen más que las correspondientes en la zona que recibe luz.

Contreras *et al.* (2005) señala que el uso de reguladores de crecimiento es una práctica muy usual para incitar la formación de raíces, entre las más aplicadas están el ácido indolbutírico (AIB), el ácido indol acético (AIA) y el ácido naftol acético (ANA).

Entre las auxinas más utilizadas está el ácido indolbutírico AIB, ésta no presenta toxicidad en sus rangos de concentraciones y es más estable que el compuesto AIA. Para la aplicación de las auxinas se emplea el método de remojo en una mezcla concentrada con el producto o aplicando una hormona mezclada con sustancias en polvo, esto hace que la fitohormona esté por mayor tiempo en la estaca (Contreras *et al.*, 2005).

Entre las auxinas más empleadas en el enraizamiento de estacas, se mencionan al ácido indolbutírico (AIB), al ácido indol acético (AIA) y al ácido naftaleno acético (ANA) (Garate, 2010).

- Ácido indolbutírico (AIB): es un producto sintético, en general tiene poca actividad de auxina, pero alta eficiencia de enraizamiento. Es el mejor compuesto para uso abundante porque no muestra toxicidad en sus diferentes concentraciones, tiene prestigio en procurar el enraizamiento de un mayor número de plantas; algunas especies forestales son estables con dosis de AIB entre 0,2% y 0,3% (Soudre *et al.*, 2008).

- Ácido indolacético (AIA): auxinas presentes de manera natural en las plantas. No presentan toxicidad y se degrada rápidamente por las bacterias en contacto con el suelo. Es una fitohormona muy voluble, se estropea muy rápido en un medio no estéril (Hurtado, 1994).

- Ácido naftaleno acético (ANA): obtenido por síntesis, muestra buenos resultados en su actividad de auxina total y auxina rizogénica. Su uso es más suave porque la diferencia entre el principio de eficiencia y el umbral de toxicidad es corta, viene a ser mucho más estable que AIB y levemente más tóxico para las plantas (Soudre *et al.*, 2008).

2.1.10. Productos de enraizamiento

Rapid Root

Es un producto que está indicado como enraizante, esta formulado a base de ácido indolbutírico (AIB), viene a ser una hormona vegetal utilizada para estimular el crecimiento y desarrollo radicular en esquejes, estacas y acodos de diversas especies de plantas. Favorece la emisión de raíces en la propagación vegetativa asexual, acelera el prendimiento y la vitalidad de los propágulos, esto conlleva a una superioridad contra las que no fueron tratadas, haciendo a la planta más fuerte a la agresión de los patógenos, que se pueden encontrar en el suelo o el medio. El modo de uso para un adecuado tratamiento, consiste en aplicarlo directamente al esqueje, sumergiéndola en la mezcla enraizante, generando la absorción del producto (Nutriterra, 2018).

KELPAK®

Es un producto de origen vegetal, con alto contenido de auxinas ácido indol-acético (AIA), y un contenido bajo de citoquinina, es utilizado como regulador del crecimiento en las plantas; proviene de algas marinas, bajo un método de extracción llamado Cold CellBurst®. Es muy utilizado en la generación de raíces en material vegetativo de plantas herbáceas, especies leñosas y plantas ornamentales (Atlántica Agricultura Natural, 2017).

Kelpak es un producto que provoca la germinación y la generación de raíces en las semillas, basado en resultados obtenidos del buen rendimiento y en la sobrevivencia de plántulas repicadas en vivero; gracias a una mayor actividad de las auxinas y hormonas responsables del crecimiento, los frutos cuajan exitosamente, mejorando su tamaño y ayuda a la planta a generar una mayor resistencia al estrés por cambio de temperatura, al pH del agua y al exceso de humedad. Para su aplicación, se requiere sumergir las estacas o esquejes con yemas activadas, en un envase con 100 ml del producto por 20 litros de agua, introduciendo el material vegetativo a unos 15 cm de profundidad, el tiempo varía de acuerdo a la especie a propagar (Nutriterra, 2018).

2.2. Estado del arte

El establecimiento de plantaciones a gran escala, con fines comerciales, de las especies de bambú en estudio, están siendo limitadas ante la escasez de chusquines, acodos nodales y los trabajos empleados. Se tiene también la restringida disponibilidad de semilla, que dificultan la propagación convencional de bambú, lo que obliga a investigar nuevas formas de propagación para realizar mayores instalaciones de plantaciones con uniformidad genética y fines comerciales (Lárraga *et al.*, 2011).

A través del estudio, Ray y Ali (2017), encontraron factores que afectan la macro propagación de bambú, con referencia especial a los esquejes de tallo. En este estudio se revisó la literatura actual sobre los métodos disponibles de propagación del bambú (semillas y vegetación) para establecer los factores limitantes claves involucrados en la propagación del bambú. Los resultados revelaron que la reproducción vegetativa del bambú a través de esquejes de tallos, es el método más simple y rentable desarrollado en las últimas décadas. Por lo tanto, se requiere trabajo adicional para aumentar la tasa de éxito de los cortes de culmo, y encontrar sustratos mejorados para los propágulos.

En el estudio de Márquez y Marín (2011), se evaluó el enraizamiento y el desarrollo de las especies de bambú por métodos de propagación y diferentes sustratos. El resultado indicó que las especies pertenecientes al género *Guadua* mostró mayor prendimiento por el método de chusquines, en comparación a la especie *E. típica*. De acuerdo al tipo de sustrato, *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* mostraron mejores resultados en las variables longitud, peso seco y área foliar. Se evidencio a través de los tratamientos con tres sustratos, que la especie *G. amplexifolia* presenta menos cantidad de brotes, pero más largos en comparación con las otras especies de *Guadua*.

Al evaluar los métodos de propagación artesanal para la *Bambusa vulgaris*, se probaron que existen dos tipos de propágulos, con brotes en flor o no, y tres posiciones relativas a la eliminación de material vegetativo en el culmo. El mejor propágulo fue con un solo nodo, extraído de los tercios inferiores del tallo, presentando el 72% del enraizamiento. Este resultado demuestra su potencial para la producción de plántulas de esta especie con baja tecnología (Malfitano et al., 2017).

El estudio de propagación vegetativa de tres variedades de bambú, presentado por Lárraga et al. (2011), fue ejecutado en condiciones de vivero, con el objetivo fue evaluar el impacto de los factores: tipo de propagación vegetativa (chusquín, vareta y segmento nodal), con especies de bambú (*G. angustifolia*, *B. oldhamii* y *B. vulgaris*) y sustratos (ATC, TCE y SIC), los datos a analizar fueron de supervivencia (SPV), número de hojas (NHA), cantidad de raíz (NR), cantidad de hijuelos (NH), largo de raíz (LR), altura total del tallo (AL) y diámetro del tallo (DI). El estudio realizó un diseño completamente al azar, usó tres repeticiones para los tratamientos. Los resultados de las variables se evaluaron al final del experimento, determinaron y mostraron que el método de propagación, que resulto mucho mejor, fue por chusquín, seguido por el de varas y acodo nodal. El método de vara y de acodo nodal presentan menor

enraizamiento y un menor número de hijuelos. Se concluyó que la *G. angustifolia* y *B. vulgaris* son mejores especies para la propagación de planta de bambú, en relación a la *B. oldhamii*, indiferentemente al sustrato que se utilice.

Ramírez (2019), trabajando con *Guadua angustifolia*, determinó el impacto de la auxina AIB en brotes de esquejes de bambú bajo condiciones de invernadero, para ello usó una metodología DCA, en combinación de factores 3A x 3B, donde los factores son tipo de esqueje y dosis de ácido indolbutírico (AIB), la combinación genera nueve tratamientos. Se obtuvo como resultado, que el número de brotes con el tipo de rama basal registro 1,22 brotes promedio, con la dosis 1,0 mg/L registró 1,91 brotes, la longitud de brotes con el esqueje rama medio y con dosis 2,0 mg/L registró 19,18 cm; al evaluar cantidad de hojas versus tipo de esqueje rama medio, se registró 6,62 hojas, con la dosis 1,0 mg/L se registró 5,86 hojas; el tipo de esqueje rama basal registró un 66,67% de supervivencia, con la dosis 2,0 mg/L se registró 75,56% de supervivencia. Con los resultados, se puede concluir que las varas de ramas medio y basal mostraron buenos resultados, aplicando 1,0 mg/L y 2,0 mg/L de concentraciones de AIB, y que estas hormonas impactan en la propagación vegetativa y el enraizamiento.

Larraga *et al.* (2011) determinaron que el método de propagación por chusquín le lleva ventaja al método de la vareta y al método de segmento nodal, en lo que se refiere a producir plantas de bambú. La especie *G. angustifolia* presentó los mejores efectos en la obtención de brotes, cantidad de hojas y tamaño de raíces. Con respecto a la supervivencia, el tamaño, el diámetro y en raíces, *B. vulgaris* ofrece los mayores resultados.

Fernández (2018) determinó que los enraizantes no afectan al incremento de brotes de los esquejes de la especie *Gigantochloa apus*; el adecuado manejo y selección en la extracción de esquejes y el empleo de cámara de subirrigación fueron cruciales para la propagación, ya que el testigo (agua sin enraizante) mostró valores más altos en altura (51,82 cm) y diámetro del brote mayor (0,48 cm), siendo valores superiores a los tratamientos T1 y T2. Para el caso del porcentaje de supervivencia el tratamiento con Ryzoplus (T2) tuvo una ligera superioridad con 87,5%, seguido de T1 y T0 (testigo).

El estudio de Trillo (2014) tuvo como finalidad evaluar el mejor tipo de propagación, por esquejes primarios, secundarios y en segmentos; para la reproducción de las especies: *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia* y *Guadua aff. angustifolia*. Se utilizó el diseño completo al azar – DCA, con arreglo factorial 4A x 3B. Para las especies de *B. vulgaris* y *D. asper* los porcentajes de enraizamiento fueron 86,11% y

34,26%; *G. angustifolia* presentó un 21,30% y *Guadua aff. Angustifolia* un 0,0%. El método de reproducción por esquejes primarios y secundarios tuvieron mayores prendimientos con 50% y 38,89% respectivamente, en cambio por segmentos presentó el menor porcentaje 17,36%. la especie *D. asper* presentó más longitud de planta por varetas secundarias con 107,91 cm, *G. angustifolia* presentó la mayor cantidad de renuevos por varetas primarias con 1,47 unidades. *D. asper* tiene, por varas secundarias, mayor número de raíces en 63,28 unidades. La especie de *B. vulgaris* presentó un mayor número de brotación en el método de varas secundarias con 4,79 unidades.

En el estudio de Soto (2011) se ha evaluado la reproducción vegetativa de las especies *D. asper* y *G. angustifolia*, utilizando esquejes de ramas, aplicando ácido indolbutírico (AIB) y ácido naftal acético (ANA), bajo concentraciones de 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75% y 1%. La investigación aplicó un diseño en bloques completos al azar, utilizando 5 tratamientos y con 3 repeticiones. Los esquejes a los que se les aplicó el AIB, obtuvieron un prendimiento máximo de 53,3% al 0,75% de dosis de AIB; no se encontró diferencia significativa para el rendimiento radicular entre las dosis usadas. En cambio, con la fitohormona ANA, se identificó una diferencia significativa entre dosis, siendo la mejor dosis el tratamiento 0,50% de ANA; se registró un porcentaje de prendimiento de 66,7%, una emisión de brotes de 93,3% y el rendimiento radicular de 8,60 g/esqueje. Se concluye que la dosis más conveniente fue el tratamiento con ANA al 0,50%.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Este trabajo de investigación fue ejecutado en el Vivero Forestal del Fundo San José, ubicado políticamente en la ciudad de La Merced, capital de la provincia de Chanchamayo en el departamento de Junín, zona que comprende a la selva central. Tiene una extensión de 43 ha; de las cuales su uso es 23 ha de reserva forestal, 5 ha de cultivos diversos, 5 ha de bambú, 10 ha de uso turístico.

Las coordenadas geográficas del Fundo San José son las siguientes:

Este	:	462334
Norte	:	8776019
Altitud	:	830 - 880 m.s.n.m.

3.1.1. Características climáticas

La zona donde se llevó a cabo la investigación muestra una temperatura anual de 24,5°C promedio, una precipitación de 3 000 mm/año y aproximadamente una humedad relativa de 85%. Se distingue dos épocas bien marcadas durante el año, época seca de mayo hasta octubre y la época lluviosa en los meses de noviembre hasta abril (SENAMHI, 2019).

La ciudad corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Pre Montano Tropical (bmh-PMT), caracterizado por tener un clima tropical, es decir, cálido, húmedo y lluvioso, se percibe una temperatura media entre los 19°C y 32°C.

Por estar presente en la ceja de selva, se contempla una fisiografía predominante de montañas rocosas, con relieve ondulado, colinas quebradizas y con pendientes que van de 30% a 65%.

3.1.2. Características zona de trabajo

Se realizó dentro del Vivero Forestal del Fundo San José, en un espacio donde se instaló un invernadero sobre las camas de propagación. La estructura del vivero está construida con pilares de concreto, donde soporta el techado ligero con cañas de bambú, que

sirven para sostener la cobertura con malla raschell al 80 % de luz, la cual cubre toda la instalación, la malla es de color verde, el plástico de invernadero color traslucido. El tamaño del invernadero estuvo comprendido en 10 m de largo, de ancho unos 3 m y una altura de túnel de 1,60 m, las bases miden unos 20 cm de alto.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Libreta de campo, cartilla de evaluación, wincha 20m, baldes 5l, 10l, 20l, regla (30 cm), probetas, regaderas, rafia, guantes de trabajo, lentes de seguridad. También se utilizaron herramientas como: Machete, palana, rastrillo, serrucho podador, tijera podadora de mano, carretilla, arco de sierra 12” y hormonas de enraizamiento: Rapid Root y Kelpak.

3.2.2. Equipos

Balanza digital 0,1 g – 1000 g, vernier 0,05 mm, termohigrómetro, cámara fotográfica canon EOS rebel T100, GPS Garmin Map 62s, computadora ACER Core i5 8thGen, impresora.

3.2.3. Material biológico

Se obtuvo el material vegetativo de las especies *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoides*, del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Ubicadas con las siguientes coordenadas: *Bambusa vulgaris*: E: 390398; N: 8970725, *Bambusa tuldoides*: E: 390587; N: 8970569.

Para el caso de la especie *Guadua angustifolia*, el material vegetativo se obtuvo del Fundo San José, de una plantación con la siguiente coordenada: E: 462334; N: 8776022.

3.3. Criterios de investigación

3.3.1. Nivel y tipo de investigación

El nivel de investigación es aplicado y posee un enfoque cuantitativo, así mismo es de tipo experimental, debido a su naturaleza secuencial y probatorio. La recolección de datos utilizados en la investigación, sirven para probar la hipótesis en la medición y análisis estadístico, para probar teorías y obtener pautas de comportamiento (Hernández et al., 2014).

3.3.2. Variables de investigación

Para el estudio se trabajará con las variables:

Variable dependiente:

–Propagación vegetativa.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

–Especie de bambú

–Fitohormona de enraizamiento

3.3.3. Operacionalización de variables

La variable dependiente “Propagación vegetativa” se podrá dimensionar a través de las mediciones al porcentaje de supervivencia, el desarrollo aéreo (número de brotes y altura de brote) y desarrollo radicular (longitud de raíz y ancho de raíz).

Para las variables independientes se trabajarán: para especies de bambú con *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoides*. Y para la enzima enraizadora se utilizarán los productos Rapid Root (ácido indol-3-butírico) y Kelpak (ácido indol-3-acético).

3.3.4. Diseño de investigación

El estudio se realizó mediante un Diseño Completo al Azar (DCA) (Figura 17 del Anexo B) con arreglo factorial de 3A X 3B con 5 repeticiones (10 segmentos por unidad experimental).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), la prueba de F a nivel de α : 0.05 y para la comparación de las medias se realizó el test de TUKEY, también a un nivel de α : 0.05.

$$Y_{ij} = u + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk} \quad (1)$$

Donde:

I : 1,2,3, t

J : 1,2,3, n

Y_{ij} : Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

U : Media general.

A_i : Efecto del Factor A en i.

B_j : Efecto del Factor B en j.

AB_{ij} : Efecto del Factor A en i y del Factor B en j.

E_{ij} : Error aleatorio, donde $E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Siendo los valores para el Factor A (Fitohormonas enraizadoras):

- Ácido Indol-3-butírico (Rapid Root)
- Ácido Indol-acético (Kelpak)
- Testigo

Siendo los valores para el Factor B (Especies de bambú):

- *Guadua angustifolia* Kunth
- *Bambusa vulgaris* “vittata” A. y C. Rivière
- *Bambusa tuldoidea* Munro

Las unidades experimentales están conformadas por los esquejes o propágulos de bambú, se realizaron 5 repeticiones por cada tratamiento.

Tabla 1. Cantidad de unidades experimentales.

Unidades	Cantidad
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	45

La combinación del factor A y el factor B genera 9 tratamientos que se muestran en la **Tabla 2**:

Tabla 2. Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Fitohormonas enraizadoras	Especie de bambú
T1	AIB	<i>Guadua angustifolia</i>
T2	AIB	<i>Bambusa vulgaris</i>
T3	AIB	<i>Bambusa tuldoidea</i>
T4	AIA	<i>Guadua angustifolia</i>
T5	AIA	<i>Bambusa vulgaris</i>
T6	AIA	<i>Bambusa tuldoidea</i>
T7	Testigo	<i>Guadua angustifolia</i>

T8	Testigo	<i>Bambusa vulgaris</i>
T9	Testigo	<i>Bambusa tuldoides</i>

3.4. Metodología

3.4.1. Evaluación del porcentaje de supervivencia de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoides* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras

Para la evaluación del porcentaje de supervivencia se procedió de la siguiente forma:

3.4.1.1. Limpieza del área experimental

Luego de haber escogido el área propicia para la investigación, se realizó la limpieza del sitio eliminando toda la maleza, nivelando el suelo de la cama de propagación con cubos de arena gruesa, delimitando el cuadrante de los tratamientos, seguidamente se realizó una desinfección del área utilizando fungicida en mochila de fumigación. Para la delimitación de los cuadrantes se utilizó varios metros de rafia, los cuales se sujetaron con clavos a lo largo y ancho de las camas de propagación.

3.4.1.2. Preparación del sustrato

Para la realización de este estudio, se empleó un sustrato de textura muy ligera, el cual se ha estado usando en ensayos anteriores y había generado buenos resultados para el tipo de propagación aplicado.

La proporción usada para la investigación fue de materia orgánica descompuesta (80%) y tierra agrícola (20%). Todos los tratamientos fueron trabajados bajo la misma proporción.

Luego de ser preparado el sustrato, se aplicó fungicida en proporción de 50 gr. de Cupravit - Bayer por 10 litros de agua, pulverizando todo el sustrato mientras se iba mezclando. Se deja reposar 24 horas antes de la instalación de esquejes.

Se colocó el sustrato en la cama de propagación con una profundidad de 30 cm, para un mejor desarrollo radicular. Se utilizó aproximadamente 3,4 metros cúbicos de sustrato para la investigación.

3.4.1.3. Extracción del material vegetativo

Para obtener los esquejes necesarios para el estudio, se escogieron tres matas de bambú, una por especie, las cuales debían de cumplir con características apropiadas para su elección. Para la selección de las plantas madres de bambú,

se considera que tengan culmos oscilando entre 2,5 a 3 años de edad, se seleccionan las cañas que estén rectas con buena ramificación, que tengan entre 15 a 20 ramas aptas para la propagación.

Como característica importante consideramos el estado fitosanitario, los individuos se encuentran sanos, sin la presencia de plagas ni enfermedades.

Se obtuvo el material vegetativo de las especies *Bambusa vulgaris*, y *Bambusa tuldoides* de matas de bambú ubicados en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) y para el caso de la especie *Guadua angustifolia*, el material vegetativo se obtuvo del Fundo San José.

La extracción de esquejes se realizó después de cortar los culmos de bambú, utilizando una sierra podadora, arco de sierra 12" y tijera de podar, fueron extraídos todos los acodos nodales del tercio superior del culmo con aproximadamente 40 - 50 cm de longitud y dejándolo con dos nudos, en todo momento fueron remojados en baldes con agua para evitar que se deshidraten hasta trasladarlas al área de instalación.

Los esquejes extraídos del BRUNAS, fueron trasladados a una mayor distancia, bajo condiciones que evitaron su deshidratación (ver Anexo A figura 12).

3.4.1.4. Preparación de enraizadores y esquejes

La fitohormona Rapid Root (AIB), es un insumo en polvo, se inserta cada esqueje en un recipiente con profundidad hasta que la base de la parte vegetativa se cubra con el polvo, de limpia el exceso y se siembra en el sustrato, se hace un pequeño hoyo donde se apoya el esqueje y se cubre delicadamente evitando retirar el insumo, se deja la rama sobresaliente con nudos descubiertos (ver Anexo A figura 13).

En caso de Kelpak (AIA), viene en presentación líquida. Se utiliza una solución al 2%, la cual se obtiene de una mezcla de 200 ml de Kelpak con 9 800 ml de agua, para obtener 10 litros. Se utilizaron tres recipientes con la solución, uno para cada especie, y un cuarto recipiente con los testigos, el cual solo contenía agua limpia. El tiempo de remojo fue de 12 horas, estos fueron sumergidos en una profundidad de 15 cm. (Ver anexo A figura 12).

Luego del tiempo esperado, se procede a insertar cada esqueje en su cuadrante correspondiente, se deja un distanciamiento adecuado entre esqueje y se planta en el sustrato a una profundidad de 15 cm, con una ligera inclinación.

3.4.1.5. Labores culturales

- Protección: Se da protección al ensayo controlando la radiación solar, la temperatura y humedad. En este caso se consideró una cobertura de malla raschell al 80% de sombra, encima de una cámara de plástico impermeable.
- Riego: Se realizó una vez al día, ya que al estar en una cámara mantenía una humedad constante. La puerta se mantenía abierta durante el riego para disminuir la probabilidad de formación de hongos, debido al exceso de humedad.
- Control de maleza: Se realizó cada 05 días después de la instalación de los esquejes en la cama de propagación, el control evita la competencia con otros vegetales de crecimiento rápido, también nos ayuda a que las evaluaciones se realicen con comodidad.

3.4.1.6. Evaluación de la supervivencia

La supervivencia de los esquejes se determinó a partir de la evaluación de la viabilidad de cada planta, se realizó un conteo total de individuos (plantas vivas y muertas) en cada uno de los tratamientos, a los 60 días de iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Generalmente los esquejes tenían más de dos brotes, los cuales emergen de las yemas presentes, estos se empezaron a percibir desde la primera semana de la instalación. La supervivencia de los brotes tras las evaluaciones, iba disminuyendo, debido a que podrían o no estar enraizados los esquejes, esto se observó hasta que se obtuvo un valor constante en la cantidad de supervivencia de los brotes.

Se determinó el prendimiento de los esquejes, con las dos últimas evaluaciones. Los brotes que no estaban enraizados, llegaban a morir, estos alcanzaron su brotación máxima a los 45 días de sembrados.

Finalmente, para analizar y comparar los resultados obtenidos supervivencia en cada uno de los tratamientos generados por la combinación de factores se realizó la prueba ANOVA de varios factores.

3.4.2. Evaluación de desarrollo aéreo de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoides* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.

Con el trabajo de preparación realizado en el ítem 3.4.1, se procedió para determinar el desarrollo aéreo de las especies evaluados, para ello se contaron el número de brotes de cada una de las plantas de los tratamientos; y al brote principal se midió con una regla o wincha desde el nivel más próximo de donde está brotando, hasta el ápice de la planta.

Para analizar y comparar los resultados obtenidos en la longitud y número de brotes, en cada uno de los tratamientos generados por la combinación de factores se realizó la prueba ANOVA de varios factores.

3.4.3. Evaluación de desarrollo radicular de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldoides* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.

Con el trabajo de preparación realizado en el ítem 3.4.1, se procedió a determinar el desarrollo radicular de las especies en análisis, para ello se realizó la medición de la longitud y ancho de las raíces con ayuda del pie de rey y de una regla.

Por último, para analizar y comparar los resultados obtenidos en la longitud y ancho de raíz en cada uno de los tratamientos generados por la combinación de factores se realizó la prueba ANOVA de varios factores.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Supervivencia de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris*, y *Bambusa tuldoides* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.

En la **Tabla 3** se pueden apreciar los datos del porcentaje de supervivencia en cada uno de los tratamientos que se generaron de la combinación de los factores fitohormona de enraizamiento y especie de bambú, se puede apreciar que los valores más altos los presentan T5 (92%), T2 (90%) y T8 (84%). Los valores más bajos de porcentaje de supervivencia fueron de los tratamientos T9 (48%), T6 (50%) y T1(54%), así mismo el coeficiente de variación para el T5 fue de 120, del T2 fue de 50 y del T8 fue de 130, esto nos indica que el porcentaje de supervivencia de cada tratamiento es muy heterogéneo.

Los tratamientos T2 y T9 presentan menores valores en el coeficiente de variación (50 y 70, respectivamente) lo que indica que son los tratamientos que presentaron valores menos dispersos y sus valores son más cercanos al valor promedio, es decir, son datos confiables y que se podrían replicar.

Tabla 3. Porcentaje de supervivencia.

T	Fitohormona Enraizadora	Especie	N	Porcentaje de supervivencia (%)			
				Media	Mínimo	Máximo	CV
T1	AIB	<i>Guadua angustifolia</i>	5	54	40	70	180
T2	AIB	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	90	80	100	50
T3	AIB	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	56	50	70	80
T4	AIA	<i>Guadua angustifolia</i>	5	78	70	100	170
T5	AIA	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	92	80	100	120
T6	AIA	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	50	30	80	400
T7	Testigo	<i>Guadua angustifolia</i>	5	60	40	80	250
T8	Testigo	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	84	70	100	130
T9	Testigo	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	48	40	60	70

T: Tratamiento.

N: Cantidad de repeticiones.

CV: Coeficiente de variación.

Observando los resultados de supervivencia, los tratamientos que obtuvieron mayores índices mayores de prendimientos, están ligados a la especie de *B. vulgaris*, seguido por *G. angustifolia*, usando propagación por esquejes, lo cual nos muestra que el método usado

puede ser replicado. Jiménez *et al.* (2006) señalan que se requiere desarrollar nuevas técnicas de propagación en los bambúes, permitiendo incrementar la oportunidad de instalar plantaciones de manera efectiva, para ello es importante aprender y aplicar la propagación vegetativa a distintas especies de bambú diferentes a la *G. angustifolia*, para poder comparar y generar mayor información que faciliten el estudio de estas especies de bambú.

En el estudio de Lárraga *et al.* (2011), la reproducción por chusquín obtuvo mejores resultados que por vareta y el segmento nodal, para producir plántones de bambú. Con respecto a la emisión de hijuelos, cantidad de hojas y largo de raíces, las plántulas de la especie *G. angustifolia* obtuvo mayores resultados. En lo que respecta al prendimiento, el diámetro de brote, longitud y ancho de raíces, la especie *B. vulgaris* ofrece los mayores efectos; referente a los resultados encontrados en la investigación, podemos indicar que la *B. vulgaris* desarrolló mejores efectos en comparación con *G. angustifolia*, en la utilización de propagación por esquejes, los que nos asemeja a los resultados del estudio mencionado.

La prueba estadística (**Tabla 4**) indica que al analizar los datos de porcentaje de supervivencia no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas cuando se comparan el efecto de las fitohormonas enraizadoras, tampoco se encontraron diferencias significativas al contrastar el efecto combinado de la fitohormona enraizadora y la especie.

Al comparar los efectos de utilizar distintas especies de bambú se encontró que si existen diferencias estadísticas significativas.

Tabla 4. Prueba ANOVA porcentaje de supervivencia.

Descripción	Significancia
Fitohormona enraizadora	0,131
Especies	0,000**
Fitohormona enraizadora x Especie	0,135

*: Existen diferencias estadísticas significativas

** : Existen diferencias muy significativas.

En la **Tabla 5** se presenta la comparación de la supervivencia obtenida en las especies teniéndose diferencias significativas entre las tres especies de bambú, donde cada especie pertenece a un subconjunto, la *B. tuldoidea* pertenece al subconjunto “a” con 51,33%, seguido de la *G. angustifolia* en el subconjunto “b” con valores de 64,00% y finalmente *B. vulgaris* en el subconjunto “c” con valor de 88,67%.

Tabla 5. Prueba Tuckey para el porcentaje de supervivencia por especies de bambú.

Factor B	N	Media (%)	Significancia
<i>Bambusa vulgaris</i>	15	88,67	a
<i>Guadua angustifolia</i>	15	64,00	b
<i>Bambusa tuldooides</i>	15	51,33	c

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

c: Subconjunto c.

En el estudio, se realizó la prueba de comparación de promedios para el prendimiento de especies de bambú, la especie *B. vulgaris* presentó la mayor supervivencia con 88,67%, resultado que coincide con lo mencionado por Trillo (2014), en donde indica que el mejor método de propagación para *B. vulgaris* es por medio de varas (esquejes) con yemas visibles, y que este método presenta resultados muy pobres para *G. angustifolia*, que le sigue con un prendimiento de 64%.

Los promedios más bajos lo tuvieron la especie de *G. angustifolia* con 64% y *B. tuldooides* con 51,33%, los porcentajes de supervivencia son estadísticamente diferentes, quiere decir que se tienen diferencias significativas, al igual que con la especie *B. vulgaris* que obtuvo una supervivencia de 88,67%, estos resultados contrastan con la investigación de Lárraga (2011), donde menciona que los porcentajes de supervivencia entre chusquín de *G. angustifolia* (55,52%) y vara de *B. vulgaris* (42,42%), son similares, confirmándose que el método más efectivo para propagar *G. angustifolia* es por chusquín y el mejor método para *B. vulgaris* es por método de vara o esqueje.

Además, Lárraga (2011), considera que probablemente esto se deba a que el propágulo, llamado chusquín, es una plántula completa y esto influye en la generación de hijuelos; la vareta, en comparación, producen menor cantidad de hijuelos, puede esto deberse a la falta de área foliar, la ausencia de rizoma y raíces visibles. La formación de hijuelos dependerá de que exista supervivencia, y este sería a partir de los 20 a 40 días de instalada la vara.

El objetivo de evaluar la supervivencia de tres diferentes especies de bambú, fue el de conocer información que nos ayude a dar soluciones a la problemática de producción masiva de bambú en viveros y la necesidad de realizar plantaciones de estas especies. Malfitano (2017) estudió el prendimiento en diferentes porciones del tallo de *B. vulgaris*, obteniendo

buenos resultados en los tramos base y medio, trabajando con *D. asper* observó mayor eficiencia en la porción basal; se concluyó que las partes basal y media muestran mayor capacidad de supervivencia, incluso aplicando baja, resaltando el alto potencial para la producción de plantas de *B. vulgaris*.

En el caso de la evaluación de *B. tuldoides*, el poco porcentaje de supervivencia puede asociarse a su vulnerabilidad particular, es decir, que es una especie con limitaciones de adaptación a ciertas circunstancias ambientales, lo cual se puede deducir por su crecimiento en bosques húmedos, bordes de ríos y quebradas; en comparación a las condiciones diferentes, como las de un invernadero experimental. Londoño (2010) señala que la estructura de los culmos puede influir en la propagación de especies que tienen pared delgada, como *B. tuldoides*.

Trillo (2014) determina en su investigación que el mayor porcentaje de prendimiento se observa en las especies *D. asper* y *B. vulgaris*, seguido por *G. angustifolia*; el método de propagación que dio más resultado fue por esquejes de ramas primarias y ramas secundarias. Los resultados se asemejan a lo obtenido en la presente investigación, donde *B. vulgaris* tiene mayor porcentaje de supervivencia que *G. angustifolia*. El bajo porcentaje de supervivencia de *B. tuldoides* se vio reflejado en el reducido prendimiento de los esquejes. Adicional a ello, Jiménez *et al.* (2006) concluye que la mortalidad del esqueje está aliada a la necrosis de las yemas, pudiendo sufrirlo en los seis primeros meses, indicando con ello que el método de vara o segmento no intervienen en el porcentaje de supervivencia.

Los tratamientos en los que se utilizaron *B. vulgaris* (T2, T5 y T8) obtuvieron los valores más altos de porcentaje de supervivencia, seguidos de los obtenidos con *G. angustifolia* (T1, T4 y T7) y con *B. tuldoides* (T3, T6 y T9) se obtuvieron los valores más bajos de porcentaje de supervivencia (**Figura 1**).

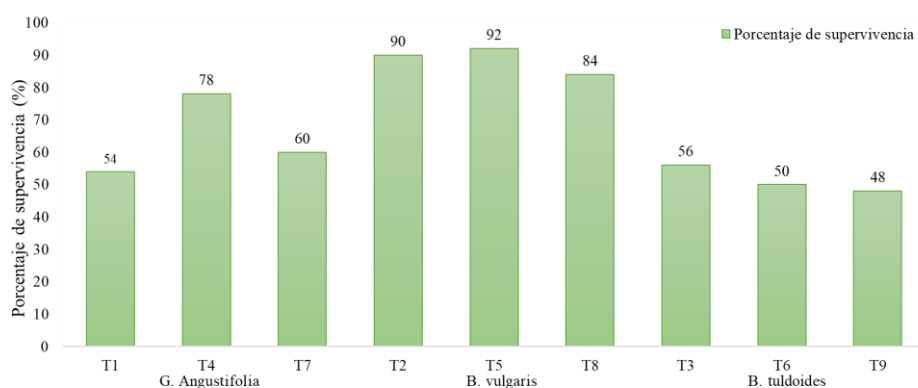


Figura 1. Comparación de porcentaje de supervivencia por especie de bambú.

4.2. Desarrollo aéreo de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldooides* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.

En la **Tabla 6** se puede apreciar que el tratamiento T5 (6,60) y T8 (5,60) tienen mayor número de brotes que los demás tratamientos y poseen coeficientes de variación de 10,30 y 1,30, lo que significa que los datos son muy poco variables y diversos, por lo tanto, son confiables, para T4 (2,80) y T6 (2,80) presentan menor número de brotes, los coeficientes de variación para el T4 son de 10,30 y para el T6 es de 1,70, de igual manera los datos son confiables.

Tabla 6. Número de brotes.

T	Fitohormona enraizadora	Especie	R	Numero de brotes			CV
				Media	Mínimo	Máximo	
T1	AIB	<i>Guadua angustifolia</i>	5	3,80	3	4	0,20
T2	AIB	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	4,40	3	8	4,30
T3	AIB	<i>Bambusa tuldooides</i>	5	3,20	2	4	0,70
T4	AIA	<i>Guadua angustifolia</i>	5	2,80	2	4	0,70
T5	AIA	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	6,60	4	12	10,30
T6	AIA	<i>Bambusa tuldooides</i>	5	2,80	2	5	1,70
T7	Testigo	<i>Guadua angustifolia</i>	5	5,20	4	8	2,70
T8	Testigo	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	5,60	4	7	1,30
T9	Testigo	<i>Bambusa tuldooides</i>	5	3,40	3	4	0,30

T: Tratamiento

N: Cantidad de repeticiones.

CV: Coeficiente de variación.

En el estudio, los tratamientos que utilizaron la especie *G. angustifolia*, obtuvieron los siguientes resultados: T1 (3,8), T4 (2,8) y T7 (5,2) cuyos coeficientes de variación son 0,20 para el T1, para el T4 es 0,70 y finalmente para el T7 es 2,70. Esto nos da a entender la heterogeneidad de los datos. Entre las especies de *G. angustifolia* evaluadas, el mayor resultado lo obtuvo el tratamiento T7, el cual es la combinación de la especie con el testigo, seguido por T1 que es la combinación de la especie con la fitohormona AIB y como resultado menor tenemos al T4 que viene a ser la combinación de la especie con la fitohormona AIA. Estos datos se asemejan al resultado que Ramírez (2019) encontró en su estudio trabajando en la combinación de *G. angustifolia* con el factor de dosis de AIB; se observó que a los 60 días logró

emitir brotes de 2.87 (dosis 0.0 mg/L), 1.61 (dosis 1.0 mg/L) y 4.51 (dosis 2.0 mg/L). El uso de la fitohormona AIB puede no ser un activador en la cantidad de brotes que emite un esqueje, pero si en la emisión de raíces.

La prueba estadística (**Tabla 7**) indica que al analizar los datos de número de brotes no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas cuando se comparan el efecto de las fitohormonas enraizadoras, tampoco se encontraron diferencias significativas al comparar el efecto combinado de la fitohormona enraizadora y la especie.

Al comparar los efectos de utilizar distintas especies de bambú se encontró que si existen diferencias estadísticas significativas.

Tabla 7. Prueba ANOVA número de brotes.

Descripción	Significancia
Fitohormona enraizadora	0,258
Especies	0,001*
Fitohormona enraizadora x Especie	0,102

*: Existen diferencias estadísticas significativas

Aguirre (2019) comparó los enraizadores Razormin (ácido naftalenacético - ANA) y Root-hor (ácido indol butílico - AIB), encontrando mejores resultados al utilizar el primero, Durango *et al.* (2017), que es común la utilización de auxinas en las actividades de propagación y permite inducir la formación de raíces adventicias, la Auxina ANA es más utilizada, pero es más tóxica que la AIB, por lo que se debe evitar utilizar concentraciones menores para evitar dañar a las células de la planta. Es probable que si se hubiera utilizado el enraizador con la hormona ANA se hubieran podido obtener más diferencias significativas en la influencia de este factor sobre la propagación vegetativa, y también la cantidad de dosis utilizadas durante el estudio no hayan sido las adecuadas.

Además, Soto (2011) observa en su investigación que sólo para el caso del testigo, el porcentaje promedio de supervivencia de esquejes fue 40%, siendo menor que el porcentaje de emisión de brotes que fue de 86,7%, esto se debe a que la ausencia de la fitohormona AIB no logró estimular la formación de raíz en los esquejes, el porcentaje de supervivencia de esquejes (40,0%) es menor al de emisión de brotes (86,7%), esto es posible porque se ha visto ausente o escasa la acción de la fitohormona AIB, no fue incentivada la formación de raíz en los esquejes.

En la **Tabla 8** se muestra la comparación tuckey pos-hoc para especies de bambú, en el cual se obtuvo diferencias significativas al comparar el número de brotes *B. vulgaris* (5,53) con *G. angustifolia* (3,93) y *B. tuldoides* (3,13), así mismo, se puede observar que la especie *B. tuldoides* y *G. angustifolia* pertenecen al “subconjunto a” y la *B. vulgaris* al “subconjunto b”.

Tabla 8. Prueba Tuckey para el número de brotes por especies de bambú.

Factor B	N	Media	Significancia
<i>Bambusa vulgaris</i>	15	5,53	a
<i>Guadua angustifolia</i>	15	3,93	b
<i>Bambusa tuldoides</i>	15	3,13	b

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

Los tratamientos en los que se utilizaron *B. vulgaris* presentaron una mayor cantidad de brotes que los tratamientos en los que se utilizaron *B. tuldoides* y *G. angustifolia*. Francis (1993) indica que con el método de propagación vegetativa utilizado en este estudio *B. vulgaris* presenta un enraizamiento superior a otras especies.

En esta investigación, la especie *B. vulgaris* presentó mayor cantidad de número de brotes con 5,53 unidades, siendo diferente estadísticamente con *G. angustifolia* y *B. tuldoides* que obtuvieron 3,93 y 3,13 respectivamente, esto concuerda con lo afirmado por Trillo (2014), donde indica que la especie *B. vulgaris* presentó un número mayor de brotes siendo 3,93 unidades, la especie *G. angustifolia* con 0,68 unidades, asimismo muestra diferencia significativa con *D. asper* y *G. angustifolia*. Este resultado es probable que se deba al mayor contenido de sustancias de reserva, presente en las estacas de bambú.

En el estudio de Ramírez (2019), se observó un descenso en la variable del número promedio de brotes en la propagación, se identificó en las evaluaciones de tiempo que realizó, una tasa de pérdida de 0,26 brotes en todo el proceso; en la evaluación de los 30 días con registró 1,36 brotes, a los 60 días presentó el más alto número promedio de brotes con 2,90, para finalmente alcanzar 1,10 brotes en promedio a los 90 días de evaluación. Esto se compara a la evaluación realizada de esta investigación, en el día 60, donde se muestran los resultados del promedio más alto del número de brotes.

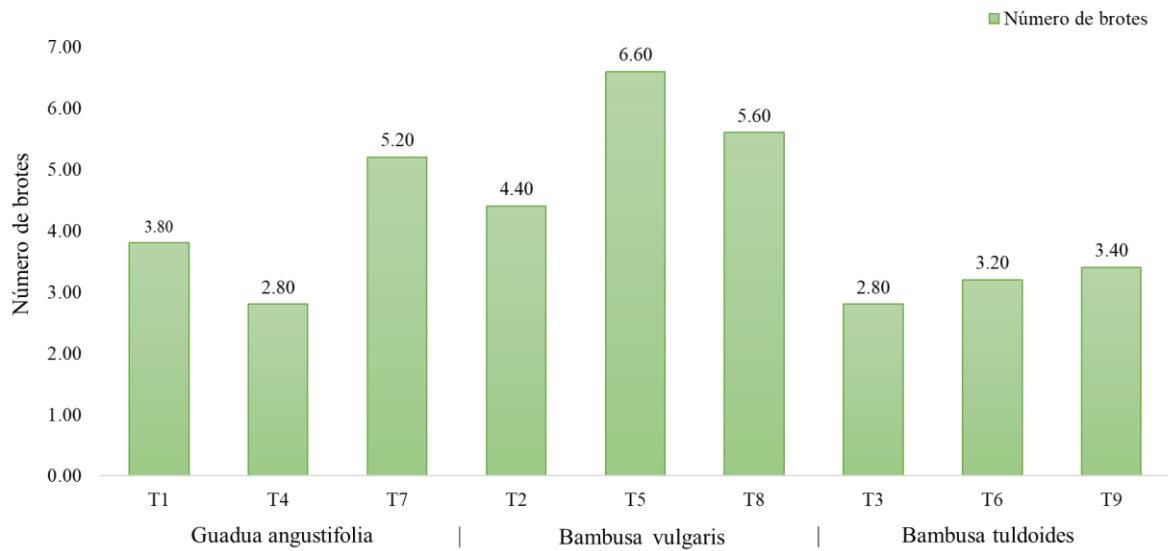


Figura 2. Comparación del número de brotes por especie de bambú.

En la Figura 2 podemos observar que el tratamiento que obtuvo un mayor resultado fue el T5 en el que se utilizó *B. vulgaris* y la fitohormona AIA, seguido por el T8 que es *B. vulgaris* con el testigo, muy seguido por el T7 de la especie de *G. angustifolia* con el testigo. Los menores resultados se obtuvieron de los tratamientos que utilizaron *B. tuldooides* los cuales fueron T9 (3,40), T3 (3,2) y T6 (2,8), este último presenta igual resultado que el T4 (2,80) de *G. angustifolia* con fitohormona AIA.

El estudio se asemeja a la investigación de Soto (2011), en donde observó, que el porcentaje mayor de emisión de brotes, fue hasta los 45 días después de la instalación, presentando el mayor resultado el T1 (AIB al 0%), con 86,7% de número de brotes del total de esquejes evaluados; seguidos por el T4 (AIB al 0,75%) con 80,3%; y el menor porcentaje de número de brotes se registró en los tratamientos el T5 (AIB al 1%) y el T3 (AIB al 0,50%) ambos con 66,7%. Esto nos ayuda a confirmar que la aplicación de la fitohormona AIB puede no tener un impacto en la generación de brotes, resultando incluso menor que el testigo.

García *et al.* (2011) hacen mención que los bambúes de pared gruesa tienen una mayor capacidad para generar brotes y mejor enraizamiento, debido a que cuentan con una mayor provisión de nutrientes; en comparación con la presente investigación, la *G. angustifolia* es la especie de bambú que cumple con estas características, pero no llega a superar a *B. vulgaris*, esto se debe a que la mejor vía de propagación para la especie de bambú *G. angustifolia* es a partir de chusquines, este método de propagación vegetativa no se utilizó en

este estudio por lo que esto desfavoreció a *G. angustifolia*. A pesar de eso se obtuvieron resultados de número de brotes mayores a *B. tuldoides*.

En la **Tabla 9**, T5 (71 cm) y T8 (70,20 cm) obtuvieron los valores más altos de longitud de brote, cuyos coeficientes de variación son 56% y 37,20%, respectivamente, y los valores más bajos los obtuvieron los tratamientos T3 (27,60 cm) y T6 (29,80 cm) con coeficientes de variación de 32,80% y 56,20%. Así mismo, los otros valores obtenidos en la evaluación de la longitud fueron T1 (47,40), T2 (51,80), T4 (53,00), T7 (48,60) y T9 (44,20) cuyos coeficientes de variación son 89,80% para el T1, 164,70% para el T2, para el T4 es 316,50% y para el T7 es 78,80% y finalmente T9 es 41,20%, lo que significa que, si bien los valores son altos, todavía mantienen su nivel de confiabilidad. Los tratamientos que obtuvieron los valores más altos de altura de brote corresponden a la especie *B. vulgaris*, los tratamientos que obtuvieron los valores más bajos de altura de brote corresponden a *B. tuldoides*.

Tabla 9. Longitud de brotes.

T	Fitohormona enraizadora	Especie	R	Longitud de brote (cm)			
				Media	Mínimo	Máximo	CV (%)
T1	AIB	<i>Guadua angustifolia</i>	5	47,40	34	56	89,80
T2	AIB	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	51,80	41	69	164,70
T3	AIB	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	27,60	20	34	32,80
T4	AIA	<i>Guadua angustifolia</i>	5	53,00	38	79	316,50
T5	AIA	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	71,00	62	82	56,00
T6	AIA	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	29,80	20	38	56,20
T7	Testigo	<i>Guadua angustifolia</i>	5	48,60	40	60	78,80
T8	Testigo	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	70,20	60	76	37,20
T9	Testigo	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	44,20	35	52	41,20

T: Tratamiento

N: Cantidad de repeticiones.

CV: Coeficiente de variación.

La prueba estadística (**Tabla 10**) indica que existen diferencias estadísticas significativas al comparar la longitud de brotes obtenidas al utilizar diferentes fitohormonas enraizadoras y también al comparar la longitud de brotes de las especies de bambú.

Los tratamientos generados por la combinación de los factores fitohormona enraizadora y especies no presentaron diferencias significativas al comparar la longitud de brotes.

Tabla 10. Prueba ANOVA longitud de brotes.

Descripción	Significancia
Fitohormona enraizadora	0,005*
Especies	0,000**
Fitohormona enraizadora x Especie	0,076

*: Existen diferencias estadísticas significativas.

** : Existen diferencias muy significativas.

En la **Tabla 11** se muestra la comparación de la longitud de brotes obtenidas por las fitohormonas enraizadoras. Al comparar el testigo y la auxina AIA no presentan diferencias estadísticas significativas. Por otro lado, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas al comparar la auxina AIB con el testigo y la auxina AIA, así mismo, la auxina y el testigo pertenecen al subconjunto “b”, mientras que la auxina AIB pertenece al subconjunto “a”.

Tabla 11. Prueba Tuckey para la longitud de brotes por enraizador.

Factor A	N	Media	Significancia
Testigo	15	54,33	a
AIA	15	51,27	a
AIB	15	42,27	b

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

El AIB también se informa como el más efectivo para la propagación basada en el corte en varias especies de bambú, así lo indica Soto (2019), sin embargo, el remojo previo con una alta concentración de ANA durante 24 horas antes del fraguado fue superior durante el verano en *B. ventricosa* (Saad *et al.*, 2016). El efecto de los reguladores del crecimiento también depende de la orientación de los materiales de corte. La fijación horizontal de *D. asper* tratado con AIB dio un enraizamiento más alto (65%) que el de posición vertical inferior (55%) durante el verano (Ray y Ali, 2017).

En la **Figura 3** se puede apreciar que el valor más alto de longitud de brote lo tiene el tratamiento en el que se utilizó *B. vulgaris* y la fitohormona enraizadora AIA T5 (71 cm),

seguido por T8 (70,20 cm) en el que se utilizaron *Bambusa vulgaris* y el testigo. El valor más bajo lo obtuvo T3 (27,60 cm) en el que se utilizaron la fitohormona AIB y *Bambusa tuldoides*.

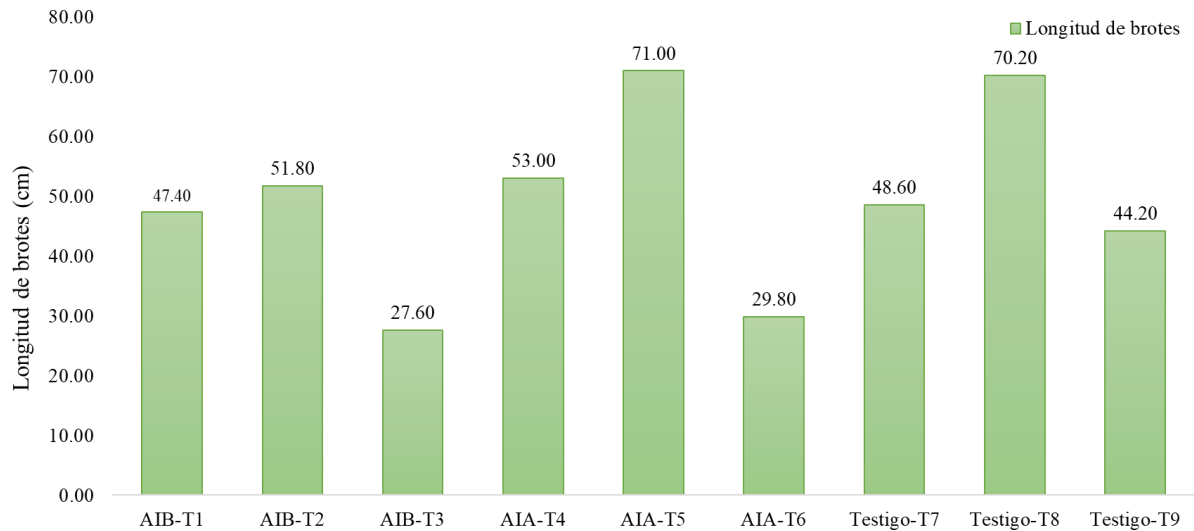


Figura 3. Comparación de la longitud de brote por fitohormona enraizadora.

Las fitohormonas utilizadas no contribuyeron de manera significativa al crecimiento de la longitud de brote. La auxina AIA y el testigo en los que se utilizaron *Bambusa vulgaris* obtuvieron los valores más altos, no presentaron diferencias significativas entre sí, a diferencia del estudio de Ramírez (2019), determinó que la variación de las dosis de AIB tiene un impacto significativo en la propagación, la longitud mayor se encontró en la rama media al utilizar la dosis 2,0 mg/L, llegando al promedio de 16,31 cm, seguido de 13,5 cm longitud que alcanzó con la dosis AIB de 1,0 mg/L

Soto (2011) indica que se ha observado la modificación de la longitud de brote según las evaluaciones realizadas, según el factor (esqueje y dosis AIB), a los 30 días obtuvo una media de 6,15 cm rama basal, 8,00 cm rama medio y 5,29 cm rama apical; a los 60 días se registró las siguientes longitudes en las ramas: 10,52 cm basal, 12,02 cm medio y 8,26 cm apical. Por último, a los 90 días, se obtuvo una longitud promedio de 14,33 cm basal, 16,56 cm medio, 9,94 cm apical.

En el estudio la presentación de los productos Kelpak® y Rapid Roott, y sus instrucciones de utilización no permitieron la cuantificación ni utilización de la dosis de Ramírez (2019), por lo que es probable que al utilizar una dosis mayor de la fitohormona AIB

y la hormona AIA podría mejorar los resultados. No se encontraron diferencias estadísticas entre tipos de esquejes (basal, medio y ápice) por dosis de AIB, la mayor longitud de brote lo obtuvieron con las dosis 0,0 mg/L con 19,18 cm; la menor longitud se registró con las dosis 1,0 mg/L con 13,5 cm.

En la **Tabla 12** se muestra la comparación de la longitud de brote que se obtuvo en las especies estudiadas. Las tres especies de bambú presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, al comparar la longitud de brote, de tal manera que la *B. tuldooides* pertenece al subconjunto “a”, la *G. angustifolia* al subconjunto “b” y la *B. vulgaris* al subconjunto “c”.

Tabla 12. Prueba Tuckey para la longitud de brotes por especies de bambú.

Factor B	N	Media (cm)	Significancia
<i>Bambusa vulgaris</i>	15	64,33	a
<i>Guadua angustifolia</i>	15	49,67	b
<i>Bambusa tuldooides</i>	15	33,87	c

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

c: Subconjunto c.

Se puede observar que la medida mayor lo tiene registrada la especie *B. vulgaris* con 64,33 cm, siguiéndole *G. angustifolia* con 49,67 cm y por último la especie *B. tuldooides* con 33,87 cm, existe diferencia significativa entre las especies en relación con la longitud de brote, siendo estos resultados similares con la investigación de Trillo (2014) donde se comparó la altura de la planta por especies, observándose que la especie *G. angustifolia* presenta menor altura (28,52 cm) y muestra diferencia estadística con las especies de *B. vulgaris* (81,50 cm) y *D. asper* (76,14 cm) en la altura de brote. La mayor altura de brote es de *B. vulgaris* con 81,50 cm, existen registros que indican que tienen entre 40% - 50% del crecimiento diario presente en los primeros entrenudos y puede alcanzar hasta 20 cm al día.

En la **Figura 4** Los tratamientos en los que se utilizaron *B. vulgaris* (T2, T5 y T8) presentaron valores más altos de longitud de brotes, seguido por los tratamientos en los que se utilizó *G. angustifolia* (T1, T4 y T7). Los tratamientos en los que se utilizó *B. tuldooides* (T3, T6 y T9) presentaron los valores más bajos de longitud de brote.

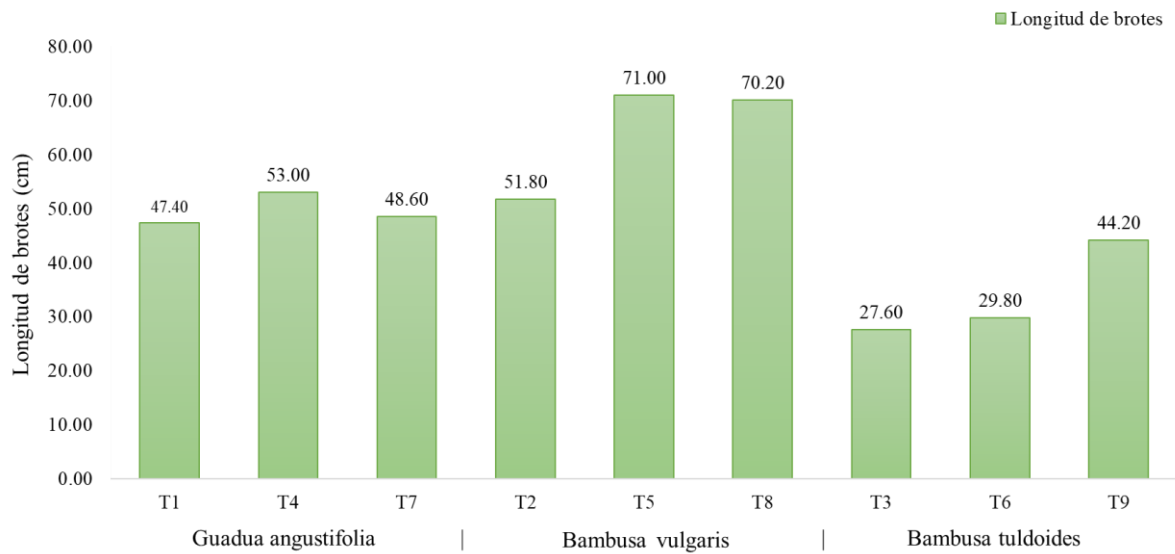


Figura 4. Comparación de longitud de brote por especie de bambú.

Las mayores medidas de la longitud de brote por especie, están presentes en los T5 y T8 con la especie de *B. vulgaris*, luego existe una similitud de medidas de altura de brote, entre T2 (*B. vulgaris* + AIB) con T4 (*G. angustifolia* + AIA), indicando 51,80 cm y 53,00 cm respectivamente. Las menores medidas están en los T3, T6 y T9, los cuales pertenecen a las combinaciones con la especie *B. tuldooides*.

Trillo (2014) en su estudio, muestra la interacción de altura de brote con las especies *D. asper* y *B. vulgaris*, presentando la mayor altura; los esquejes de ramas primarias y ramas secundarias presentan un promedio de altitud semejante. Se conoce que existen especies de bambú que pueden llegar a crecer hasta 1 m por día, cuando las matas están en etapa de madurez, una de las especies con rápido crecimiento por día es el *Phyllostachys bambusoides*, asimismo existen otras especies que pueden tardar años en crecer hasta llegar a la edad adulta. Esta información refuerza a quienes indican que la especie *B. vulgaris*, recién hasta la tercera generación, es cuando muestra su mayor crecimiento.

4.3. Desarrollo radicular de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa tuldooides* al utilizar dos fitohormonas enraizadoras.

Al evaluar las variables largo de raíz y ancho de raíz de los esquejes de las especies de bambú, podremos observar si afectan directamente al desarrollo radicular, la aplicación de fitohormonas AIB y AIA. Álvarez (2009), menciona que el desarrollo de la raíz es importante

para atraer a los nutrientes y depende mucho de la cantidad de carbohidratos y del estímulo generado por las concentraciones de fitohormonas.

En la **Tabla 13** se muestran los valores de longitud radicular obtenida en los tratamientos realizados, T8 (24,20 cm) y T5 (23,40 cm) presenta los valores más altos de longitud radicular con coeficientes de variación de 92,2 para el T8 y 37,3 para el T5, es decir, los valores son confiables, seguidos de T4 (21,20 cm) con CV de 123,7%; para el T7 (19,40) con un CV de 30,30%, para el T9 (17,40) con un CV de 24,30%; para el T2 (13,80) con un CV de 54,2% y T1 (10,80) con un CV de 8,7%. Los valores más bajos de longitud radicular lo presentan T3 (7,60 cm) y T6 (9 cm) con unos coeficientes de variación de 3,3% y 14% respectivamente, lo que significa que los valores son confiables y reproducibles.

Tabla 13. Longitud radicular

T	Fitohormona enraizadora	Especie	R	Longitud radicular (cm)			
				Media	Mínimo	Máximo	CV
T1	AIB	<i>Guadua angustifolia</i>	5	10,80	7	15	8,7
T2	AIB	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	13,80	4	21	54,2
T3	AIB	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	7,60	6	10	3,3
T4	AIA	<i>Guadua angustifolia</i>	5	21,20	12	40	123,7
T5	AIA	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	23,40	18	31	37,3
T6	AIA	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	9,00	4	14	14
T7	Testigo	<i>Guadua angustifolia</i>	5	19,40	14	27	30,30
T8	Testigo	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	24,20	12	33	92,2
T9	Testigo	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	17,40	12	24	24,3

T: Tratamiento

N: Cantidad de repeticiones.

CV: Coeficiente de variación.

La prueba estadística (**Tabla 14**) indica que existe diferencias estadísticas significativas al comparar la longitud radicular obtenida en diferentes fitohormonas enraizadoras y al comparar los resultados obtenidos en las tres especies de bambú estudiadas.

Al comparar la longitud radicular obtenida en los tratamientos formados a partir de la combinación del factor Fitohormona enraizadora y factor especies, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 14. Prueba ANOVA longitud radicular.

Descripción	Significancia
Fitohormona enraizadora	0,001*
Especies	0,002*
Fitohormona enraizadora x Especie	0,401

*: Existen diferencias estadísticas significativas

En la **Tabla 15** se muestra la comparación de la longitud radicular obtenida en las fitohormonas enraizadoras, obteniéndose diferencias estadísticas significativas entre la fitohormona enraizadora AIB y la AIA (17,87) y con el testigo (20,33).

Al comparar la longitud radicular de la fitohormona enraizadora AIA y el testigo se obtuvo que no presentas diferencias estadísticas significativas, por lo que ambos se encuentran dentro del subconjunto “b”.

Tabla 15. Prueba Tuckey para la longitud radicular por enraizador.

Factor A	N	Media	Significancia
Testigo	15	20,33	a
AIA	15	17,87	a
AIB	15	10,73	b

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

En la **Figura 5**, se observa que los tratamientos en los que se utilizó la fitohormona de enraizadora AIA (T3, T4 y T6) y el testigo (T7, T8 y T9) obtuvieron los valores más altos de longitud radicular, siendo el más alto para AIA el tratamiento T5 con una longitud de 23,40 cm; en caso del testigo, el tratamiento más alto fue el T8, por lo que las fitohormonas no tuvieron efectos relevantes en la longitud radicular de las especies de bambú.

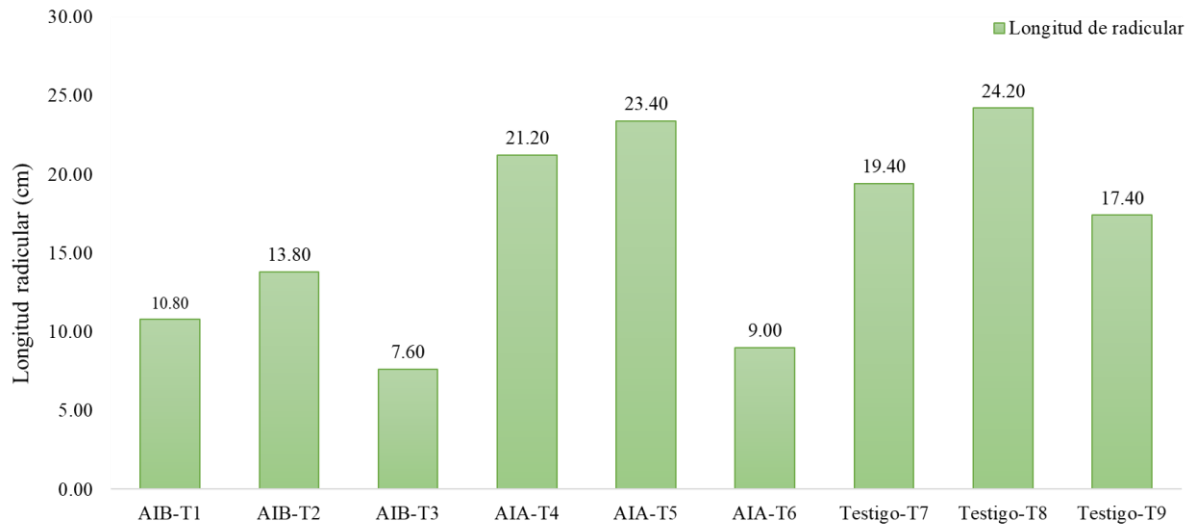


Figura 5. Comparación longitud radicular por fitohormona enraizadora

Soto (2011) señala que los esquejes generalmente responden a las dosis de auxinas, mostrando un incremento sucesivo en la cantidad y calidad de las raíces formadas con cada aumento en las concentraciones de auxinas, hasta llegar a un punto límite, a partir del cual se inicia con un proceso de toxicidad. Siendo así cambiar la dosis de los enraizadores utilizados durante el estudio puede generar mejores resultados que lo obtenidos en la investigación.

En la **Tabla 16** se muestra la comparación de la longitud radicular obtenida en las tres especies de bambú, obteniéndose diferencias estadísticas significativas al comparar las tres especies de bambú, en las cuales *Bambusa tuldoides* y *Guadua angustifolia* pertenecen al subconjunto “a” y, por otro lado, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* pertenecen al subconjunto “b”.

Tabla 16. Prueba Tuckey para la longitud radicular por especie de bambú.

Factor B	N	Media (cm)	Significancia
<i>Bambusa vulgaris</i>	15	20.47	a
<i>Guadua angustifolia</i>	15	17.13	ab
<i>Bambusa tuldoides</i>	15	11.33	b

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

En la **Figura 6** se puede observar que, al comparar los resultados obtenidos, los valores más altos de longitud radicular en los tratamientos en los que se utilizó *Bambusa vulgaris* (T2, T5 y T8), seguido de *Guadua angustifolia* (T1, T4 y T7). En los tratamientos en los que se utilizó *Bambusa tuldoides* (T3, T6 y T9) se obtuvieron los valores más reducidos de longitud radicular.

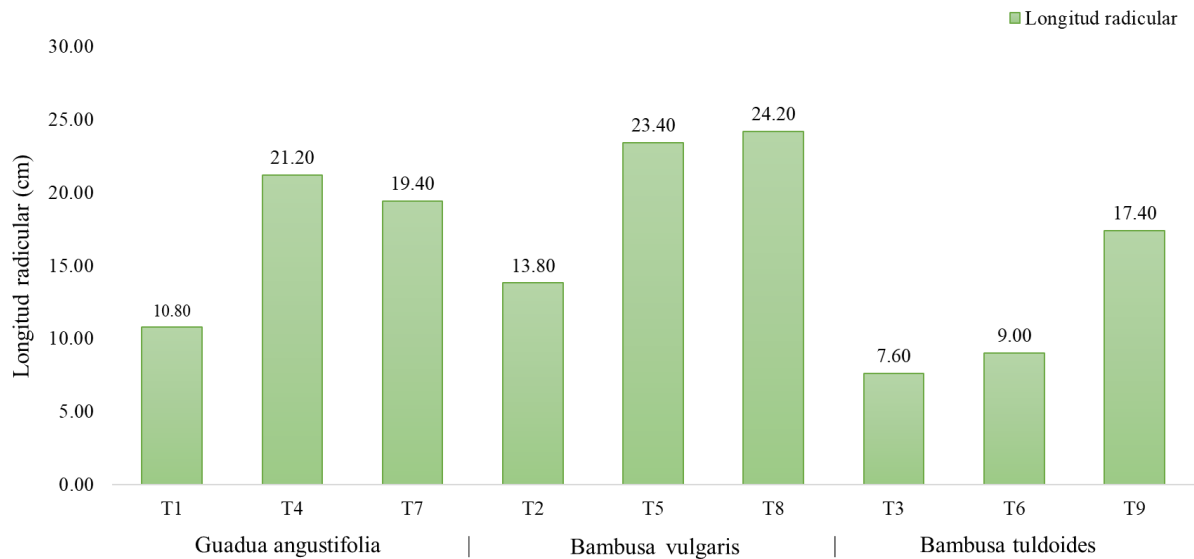


Figura 6. Comparación longitud radicular por especie de bambú.

Para la comparación de longitud radicular con la especie de bambú, se determinó que los mayores resultados promedios lo tienen la especie *B. vulgaris* (T8 y T5) y *G. angustifolia* (T4 y T7). Los menores resultados se obtuvieron de la especie *B. tuldoides* (T3 y T6).

Lárraga (2011) indica que el comportamiento de la raíz en la especie *Bambusa vulgaris* le permite desarrollar rizomas de tamaño grande y una gran cantidad de raicillas, esto favorece a tener los mejores resultados en desarrollo radicular.

En el estudio de Lárraga (2011) se analizaron los resultados con respecto a la longitud de raíz con las especies de bambú, los cuales tienen similitud en que la longitud de hijuelos de *G. angustifolia*, alcanza una longitud hasta de 17 cm en promedio, haciendo comparación con los datos obtenidos en el T4 y T7 con 21,20 cm y 19,40 cm respectivamente. También, Francis (1993), menciona que los hijuelos de *B. vulgaris* presentan rizomas visibles que a su vez producen raíces fuertes y fibrosas, alcanzando una longitud promedio de 12,20 cm. Teniendo en cuenta que de *B. vulgaris* ha sido la especie con mejores los resultados, podemos

indicar que nuestra información difiere con lo mencionado, en el estudio se observó una longitud de raíz promedio de *B. vulgaris* para T5 (24,40) y T8 (24,20). El desarrollo de la raíz puede estar atribuida a la porosidad del sustrato que facilita el crecimiento radicular, tener cuidado en los tipos de sustratos, pues los contenedores pueden limitar el desarrollo de raíces.

En la **Tabla 17** se muestran los resultados obtenidos en el ancho de la raíz en los tratamientos, se puede apreciar que T5 (14,4 cm) y T9 (11,4 cm) son los valores más altos, además poseen coeficientes de variación de 2,8% y 10,8% respectivamente, lo que indica que los valores son confiables. Posteriormente siguen los tratamientos T2 (9,0); T8 (8,0); T6 (5,6); T7 (5,2) y T4 (4,2), en el caso de los valores del coeficiente de variación éstos se encuentran entre 0,7% y 16,0%; por ende, son variables confiables. Los valores más reducidos se obtuvieron en T1 (3,6 cm) y T3 (3,6 cm).

Tabla 17. Ancho de la raíz.

T	Fitohormona enraizadora	Especie	R	Ancho de raíz (cm)			CV (%)
				Media	Mínimo	Máximo	
T1	AIB	<i>Guadua angustifolia</i>	5	3,6	2	6	2,425
T2	AIB	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	9	3	14	16
T3	AIB	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	3,6	2	6	2,3
T4	AIA	<i>Guadua angustifolia</i>	5	4,2	3	5	0,7
T5	AIA	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	14,4	12	16	2,8
T6	AIA	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	5,6	2	8	6,3
T7	Testigo	<i>Guadua angustifolia</i>	5	5,2	4	6	0,7
T8	Testigo	<i>Bambusa vulgaris</i>	5	8	4	10	6,5
T9	Testigo	<i>Bambusa tuldoides</i>	5	11,4	7	16	10,8

T: Tratamiento

N: Cantidad de repeticiones.

CV: Coeficiente de variación.

La **Tabla 18** muestra los resultados de la prueba estadística realizada, encontrándose que existen diferencias estadísticas significativas al comparar los tratamientos generados por la interacción de los factores: fitohormona enraizadora y especies.

Al analizar los factores (fitohormona enraizadora y especies) de manera independiente se encontró que también presentan diferencias estadísticas significativas entre sus valores de ancho de raíz.

Tabla 18. Prueba ANOVA ancho de la raíz.

Descripción	Significancia
Fitohormona enraizadora	0,003*
Especies	0,000**
Fitohormona enraizadora x Especie	0,000**

*: Existen diferencias estadísticas significativas

** : Existen diferencias muy significativas.

En la **Tabla 19** se observa que al comparar el ancho de raíz obtenido utilizando la fitohormona enraizadora AIB con el testigo y con la fitohormona enraizadora AIA se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, por ende, la fitohormona AIB pertenece al subconjunto “a”. La fitohormona enraizadora AIA y el testigo, no presentan diferencias estadísticas significativas al comparar el ancho de raíz obtenido ubicándose dentro del subconjunto “b”.

Tabla 19. Prueba Tuckey para ancho de raíz por fitohormona enraizadora.

Factor A	N	Media	Significancia
Testigo	15	8.20	a
AIA	15	8.067	a
AIB	15	5.40	b

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

Soto (2011) mencionó que, con el uso de la fitohormona de enraizamiento, a parte de su influencia en el prendimiento y el enraizamiento de los esquejes, también influyó en el desarrollo de raíces de calidad, sobre todo con la auxina ANA; en comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación, la fitohormona que ha presentado mejor repuesta es el AIA. Así como menciona Francis (1993), que el propósito de aplicar enraizadores, es aumentar el porcentaje de prendimiento, reducir el tiempo de brotación de raíces y mejorar la calidad del sistema radical desarrollado.

Los resultados del estudio de Soto (2011), indicaron que los tratamientos con 0% de AIB y ANA (tratamientos testigos), muestran un deficiente desarrollo de ancho de raíces, en cambio para una dosis mayor (1% de enraizador AIB y AIA) se observa la inhibición en el desarrollo de raíces; el rendimiento radicular es menor incluso que los testigos. Esto es debido a que los esquejes responden a las dosis de auxinas de una manera particular, muestra un aumento progresivo al número y calidad del ancho de raíces formadas con cada aumento de dosis de auxina, así hasta llegar al punto máximo, de donde empieza el descenso en respuesta a la toxicidad por la saturación de enraizante. En aplicaciones con dosis insuficientes, las raíces son nulas a escasas, o puede formarse un callo solamente, sin presencia de raíces y en dosis supra óptimas puede ocurrir la caída temprana de la hoja de la estaca, amarillamiento y necrosis de la estaca.

En la **Figura 7** se puede apreciar que los tratamientos T5 (14,4), T9 (11,4) y T2 (9,0), obtuvieron los mayores resultados en el ancho de raíz, indiferente totalmente con el uso de la fitohormona de crecimiento, ya que el T9 es *B. tuldooides* con el testigo. Los tratamientos en los que se utilizó la fitohormona AIB fueron T1 (3,6) y T3 (3,6), presentan valores más bajos de ancho de raíz.

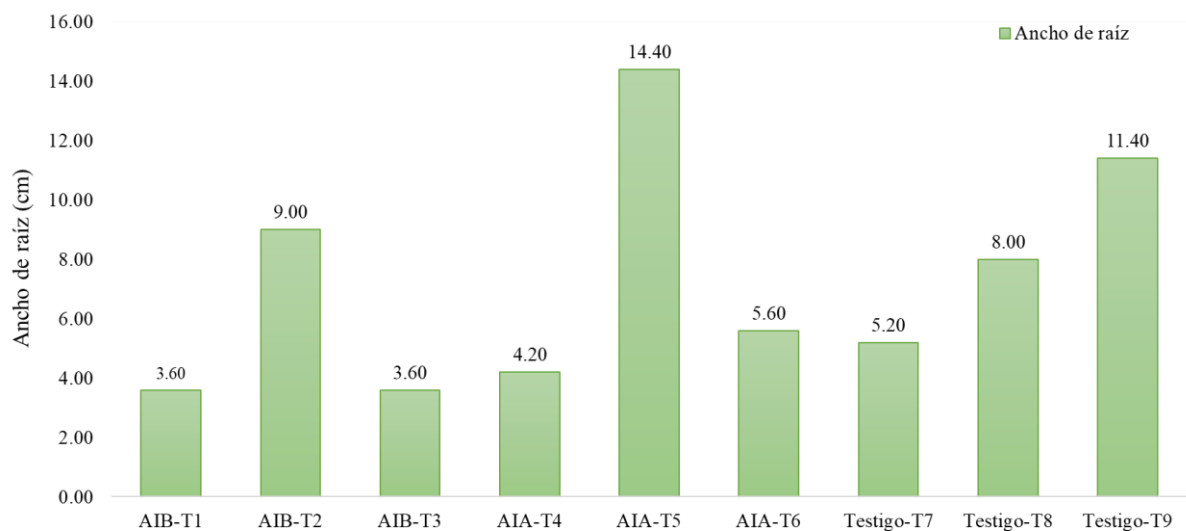


Figura 7. Comparación ancha de raíz por fitohormona enraizadora.

En el trabajo realizado por Soto (2011), las dosis de 0,25%, 0,50% y 0,75% de ANA fueron las que presentaron mejor rendimiento radicular en la propagación de esquejes de

D. asper, no obstante, el uso de AIB y ANA por método de inmersión en soluciones diluidas, resulta no tener efecto significativo del enraizador con el rendimiento radicular, debido a que es un método que se no se aplica mucho, el enraizador se lava por el riego y es complicado medir la cantidad del insumo absorbido por las estacas. En cambio, el método por mezcla en polvo, hace que el enraizador se adhiera al esqueje por mucho más tiempo, resiste al lavado por el riego, incluso se ha registrado después de 240 días desde la aplicación.

En la **Tabla 20** se muestra la comparación del ancho de raíz obtenido en las tres especies de bambú, al comparar las tres especies de bambú entre si se obtuvieron diferencias estadísticas significativas. La mayor diferencia obtenida al comparar el ancho de raíz en las especies de bambú se da entre *G. angustifolia* y *B. vulgaris*, por ende, cada uno pertenece a un subconjunto distinto, la *G. angustifolia* al subconjunto “b” y la *B. vulgaris* al subconjunto “c”. Así mismo, para el caso de la *B. tuldooides* pertenece al subconjunto “a”.

Tabla 20. Prueba Tuckey para ancho de raíz por especie de bambú.

Factor B	N	Media (cm)	Significancia
<i>Bambusa vulgaris</i>	15	10.467	a
<i>Guadua angustifolia</i>	15	6.867	b
<i>Bambusa tuldooides</i>	15	4.333	c

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

c: Subconjunto c.

Las fitohormonas no presentaron efectos relevantes en el desarrollo radicular de las especies, pero según Ramírez (2019) la dosis afecta significativamente en la propagación vegetativa, por lo que modificaciones en las dosis podrían mejorar los resultados obtenidos. Por otro lado, las especies de bambú utilizadas si afectan de manera determinante en la propagación vegetativa.

En la presente investigación se realizó la prueba estadística para ancho de raíz con especie de bambú, hemos obtenido como resultado, que la especie de *B. vulgaris* presentó la mayor medida de ancho de raíz con 10,46 cm promedio, seguido por *G. angustifolia* que presenta 6,86 cm de promedio de ancho de raíz y siendo el menor dato *B. tuldooides* con 4,33 cm en el ancho de raíz.

En la investigación presentada por Trillo (2014), se puede observar que la especie *D. asper* presenta un mayor número de raíces con 28,88 unidades, mostrando al mismo tiempo diferencia estadística significativa con la especie de *G. angustifolia* y *B. vulgaris*. En los resultados mencionan que la propagación por vara o esqueje de la especie de *B. vulgaris*, presenta una predisposición al enraizamiento, superior en comparación a otras especies, a esto le podemos añadir el alto porcentaje de prendimiento. Coincidiendo con los resultados obtenidos en el estudio ejecutado, donde *B. vulgaris* presentó una media de 10,46 cm de ancho de raíz (**Tabla 20**).

En la **Figura 8** se puede observar que al comparar los resultados obtenidos que los valores más altos de ancho de raíz se obtuvieron en los tratamientos en los que se utilizó *B. vulgaris* (T2, T5 y T8), seguido de *B. tuldooides* (T3, T6 y T9). En los tratamientos en los que se utilizó *G. angustifolia* (T1, T4 y T7) se obtuvieron los valores más reducidos de ancho de raíz.

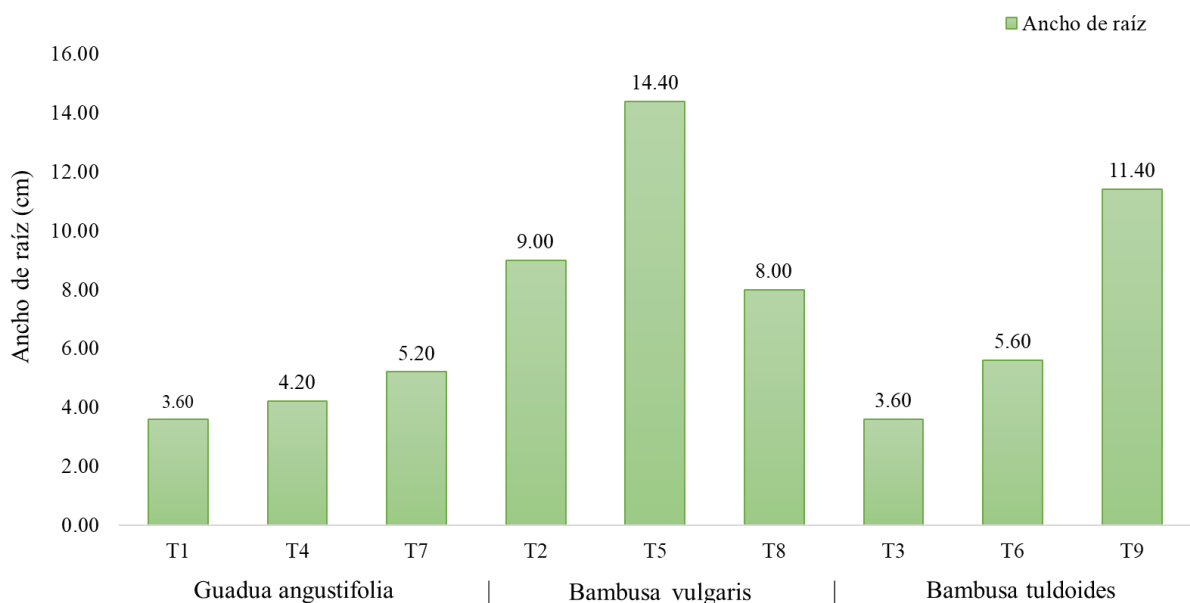


Figura 8. Comparación de ancho de raíz por especie de bambú.

Se puede apreciar que los tratamientos T5 (14,4 cm), T9 (11,4 cm) y T2 (9 cm) presentan los valores más altos de ancho de raíz. Los valores más bajos se obtuvieron en los tratamientos T1 (3,6 cm), T3 (3,6 cm) y T4 (4,2 cm).

Al hablar sobre la interacción de cantidad de raíces por especie, en el estudio de Trillo (2014), se observa que *D. asper* es una especie que presenta el mayor promedio de raíces por planta; y el mejor propágulo es por esqueje de rama secundaria. Mientras que para *B.*

vulgaris y *G. angustifolia* presenta similar promedio de raíces. Además, menciona la importancia de que en este periodo se apliquen sustancias con fitohormonas que faciliten el enraizamiento y crecimiento. Para el caso de la **Figura 8**, observamos que la especie *B. vulgaris* es quien tiene los mayores resultados de ancho de raíz, afirmando con ello la capacidad de esta especie, para enraizar y propagar.

Se realizó la prueba estadística para comparar en ancho de raíz con los tratamientos (**Tabla 21**), el tratamiento en el que se utilizó la fitohormona enraizadora AIB y la especie *G. angustifolia* (T1) sólo presenta diferencias estadísticas significativas con T5, T9 y T2; con los demás tratamientos no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, por ende los T1, T2, T3, T4, T5 y T6 se encuentran dentro del subconjunto “a”, en la segunda categoría se encuentra el T3, T4, T5, T6 y T7, es decir, al subconjunto “b”, en el caso del subconjunto “c” se encuentran T6, T7 y T8, finalmente en el subconjunto “d” se encuentran los T8 y T9.

Tabla 21. Prueba Tuckey para ancho de raíz por tratamientos.

Tratamientos	N	Media (cm)	Significancia			
T9	5	14,4	a			
T8	5	11,4	a	b		
T7	5	9	b		c	
T6	5	8	b	c	d	
T5	5	5,6	c		d	
T4	5	5,2	c		d	
T3	5	4,2	c		d	
T2	5	3,6	d			
T1	5	3,6	d			

a: Subconjunto a.

b: Subconjunto b.

c: Subconjunto c.

d: Subconjunto d.

El tratamiento en el que se utilizaron la fitohormona enraizadora AIB y la especie *B. tuldoidea*, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas con T5, T9 y T2; con los demás tratamientos no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas.

El tratamiento en el que se utilizaron la fitohormona enraizadora AIB y la especie *B. vulgaris* (T5), obtuvo el valor de ancho de raíz más alto (14,4 cm). T5 presenta diferencias estadísticas significativas con todos los tratamientos, con excepción del tratamiento T9 (3 cm), en el que no se utilizaron fitohormonas enraizadoras y se utilizó la especie *B. tuldoidea*.

V. CONCLUSIONES

La fitohormona enraizadora AIA y el testigo tuvieron los mejores resultados en la propagación vegetativa de las especies de bambú; *Bambusa vulgaris* tuvo mejores resultados seguida de *Guadua angustifolia* y por último *Bambusa tuldoidea*. La fitohormona AIB tuvo los resultados más bajos. El factor determinante en el porcentaje de supervivencia es la especie utilizada, habiéndose obtenido los valores más altos de supervivencia (92%, 90% y 84 %) en los tratamientos en los que se utilizó *Bambusa vulgaris* (T2, T5 y T8). El factor fitohormona enraizadora no tuvo efecto significativo en el porcentaje de supervivencia, tampoco el efecto combinado de ambos factores.

El desarrollo aéreo se ve afectado por la fitohormona enraizadora y la especie de bambú utilizada, el resultado fue mayor en los tratamientos en los que se utilizaron *Bambusa vulgaris* (T5 y T8) obteniéndose los valores más altos de número de brotes (T5 = 6,60; T8 = 5,60) y longitud de brote (T5= 71 cm; T8= 70,20 cm), en ambos tratamientos se utilizaron la Fitohormona AIA (T5) y el testigo (T8), ambos no presentaron diferencias estadísticas significativas.

El desarrollo radicular se determina por la fitohormona enraizadora, la especie de bambú utilizada y el efecto combinado de ambos factores. Se obtuvieron mayores resultados en el tratamiento en el que se utilizaron la fitohormona enraizadora AIA y *Bambusa vulgaris*, para la longitud de raíz, los tratamientos con mayor longitud fueron T8 (24,20) y T5 (23,24) los resultados mayores para el ancho de raíz se obtuvieron con los tratamientos T5 (14,40) y T9 (11,40).

VI. PROPUESTAS A FUTURO

Realizar estudios comparativos con otras especies de bambú, para lograr ampliar la información disponible acerca de la propagación vegetativa del bambú, con ello lograr establecer técnicas que soporten los trabajos de técnicos, profesionales y estudiantes de todo tipo.

Se propone que en un estudio similar se considere evaluar hasta el día 150, ya que existen otras investigaciones que han obtenido un valor constante de supervivencia en ese tiempo, añadiendo así la comparativa entre tiempos de evaluación. (La curva de supervivencia de los brotes bajo efectos de AIB, disminuye a medida que pasa el tiempo y a partir de los 150 días de evaluación todos los tratamientos son constantes).

Es recomendable conocer y hacer pruebas de la composición óptima de sustrato para cada especie, para poder determinar si también tiene algún efecto en su propagación o es indiferente al medio en donde se propague.

Evaluar otros métodos de propagación en las distintas especies de bambú para conocer más sobre las características y requerimientos de cada una de las especies. Tener en cuenta que, en la extracción de los esquejes exista homogeneidad en el tamaño, presencia de yemas, para aumentar la tasa de prendimiento de los brotes y los parámetros que se deben considerar.

En los países vecinos, existen investigaciones sobre floración de la especie de *Bambusa tuldoides*, es recomendable replicar dichos estudios, con los individuos sembrados hace mucho tiempo en el BRUNAS y zonas de Leoncio Prado, para poder obtener datos comparativos y nuevos sobre esta especie poco estudiada en nuestro país.

Considerar la continuidad de este estudio utilizando factores de investigación diferentes, pero con potencial sobre la especie, siendo el caso, el de utilizar diferentes partes vegetativas de la *Bambusa tuldoides*, dividir en tres partes el culmo (base, medio y ápice) y evaluar cuál es la mejor alternativa de propagación vegetal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Cadena, J. F., Cadena-Iñiguez, J., Ramirez-Valverde, B., Juárez-Sánchez, J. P., Caso-Barrera, L., & Martínez-Carrera, D. (2018). *Sistemas de producción de bambú (Guadua angustifolia Kunth y Bambusa oldhamii Munro) en la sierra nororiental de Puebla, México*. *Agroproductividad*, 11(8), 167-175.
- Ángeles, F. (2014). *Propiedades físicas y mecánicas de la Guadua angustifolia con fines estructurales*. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/366/T%20720%20A581%202014.pdf?sequence=1>.
- Atlántica Agricultura Natural. (2017). *Catálogo de productos*. España. <https://www.atlanticaagricola.com/wp-content/uploads/2017/05/Catalogodeproductos-ES.pdf>
- Azcon-Bieto, J. (2000). *Fundamentos de Fisiología Vegetal. Introducción a las hormonas vegetales*. España. Mc. Graw - Hill. pp. 298-374.
- Banik, R. (1985). *Techniques of bamboo propagation with special reference to pre-rooted and pre-rhizomed branch cuttings and tissue culture*. In A. R. Rao, G. Dhanrajan, C. B. Sastry (ed.), *Recent Research on Bamboos* (pp. 160–169). China: The Chinese Academy of Forestry, People's Republic of China and International Development Research Centre, Canadá.
- Calderon, N. (2012). *Evaluación del desarrollo de plántulas de bambú a partir de brotes procedentes de yemas primarias y secundarias de las especies Gigantochloa apus y G. verticillata, Patulul, Suchitepequez*. Tesis Ing. Agrónoma. Escuintla, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 63 p.
- Catasús, G. (2003). *Estudio de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba*. MINREX. Cuba. 56 p. dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4471505.pdf
- Contreras L., H. D. Rincón Y A. Duque. (2005). *Manual agropecuario*. Bogotá Colombia, Ed. Océano. 680-685 p.

- Cordon, L. (2006). *Contribución al proceso docente en el Instituto Tecnológico de Nor Oriente - ITECNOR*. Tesis Ing. Agrónomo. La Fragua, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 170 p.
- Cruz-Martín, M., García-Ramírez, Y., Sánchez-García, C., Alvarado-Capó, Y., Acosta-Suárez, M., Roque, B., Leiva-Mora, M. y Freire-Seijo, M. (2007). *Identificación y control de Bacillus sp., contaminante del establecimiento in vitro de Guadua angustifolia Kunth*. *Biotecnología Vegetal*. 7 (1): 9 – 13.
- FAO. (2007). *World bamboo resources: a thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a1243e.pdf>
- Fernandez, G. (2018). *Influencia de Enraizantes en el Desarrollo de Brotes a Través de Esquejes de Gigantochloa apus (Schult.F.) Kurz en Cámara de Subirrigación Modificada- Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, 75 p.
- Francis, J. (1993). *Bambusa vulgaris Schrad ex Wendl. Common bamboo*. SO-ITF-SM65. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p. (www.rngr.net/publications/arboles-depuerto/bambusa-vulgaris/at/fil. Doc. 13 de febrero 2019).
- Garate, M. (2010). *Técnicas de propagación por estacas*. Tesis Ing. Agrónomo. Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 189 p.
- García-Ramírez, Y., Freire-Seijo, M., Fajardo, L., Tejeda, M., & Reyes, M. (2007). *Establecimiento in vitro de yemas axilares de Bambusa vulgaris var Vittata*. *Biotecnología Vegetal*, 7(3), 155-159.
- Giraldo, H. E., Sabogal, A. (2007). *Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo*. Corporación Autónoma del Quindío C.R.Q. Tercera edición e impreso en Colombia. 192 p.
- Guerreiro, C. I. & M. A. Lizarazu. (2010). *Floración de Bambusa tuldoides (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) en América austral*. *Darwiniana* 48(1): 25-31.

- Hartmann, H., Kester, D. (1995). *Propagación de plantas. Principios y prácticas*. 4ª ed. Continental. México. 760p.
- Hidalgo, O. (1978). *Bambú, su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería y artesanía*. Estudios Técnicos Colombianos. 318 p.
- Hurtado, Daniel. (1994). *Cultivo De Tejidos Vegetales*. Editorial Trillas S.A. Tercera Reimpresión. México. Pág. 32.
- Jiménez, V. M., Castillo, J., Tavares, E., Guevara, E., Montiel, M. (2006). *In vitro propagation of the neotropical giant bamboo, Guadua angustifolia Kunth, through axillary shoot proliferation*. Plant Cell Tiss Organ Cult 86: 389–395
- Judziewicz, E. J., R. J. Soreng, G. Davidse, P. M. Peterson, T. S. Filgueiras & F. O. Zuloaga. (2000). *Catalogue of New World Grasses (Poaceae): I. Subfamilies Anomochlooideae, Bambusoideae, Ehrhartoideae, and Pharoideae*. Contr. U.S. Natl. Herb. 39: 1-128.
- Lárraga-Sánchez, N., Gutiérrez-Rangel, N., López-Sánchez, H., Pedraza-Santos, M., Santos-Pérez, G., Santos-Pérez, U., & Vargas-Hernández, J. (2011). *Propagación vegetativa de tres especies de Bambú*. Ra Ximhai, 7(2), 205-2018.
- León, J. (2011). *Experiencias de veinte años propagando bambúes en el Jardín Botánico de Cienfuegos, Cuba*. Biotecnología Vegetal, 11(3), 169-173.
- Li, D-Z., Z. Wang, Z-P. Guo, Y. Guangyao & C. Stapleton. (2006). *Bambuseae*, in W. Zhengyi and P. H. Raven (eds.), *Flora of China*, vol. 22. Beijing: Science Press and St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Lizarazu, Mabel Angela. (2013). *Bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) del Noreste argentino y regiones limítrofes: estudios taxonómicos, morfológicos, y biogeográficos*. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad de Buenos Aires.
- Londoño, X. (2010). *Identificación taxonómica de los bambúes de la región noroccidental del Perú*. Perú Bambú, Proyecto PD428/06 Rev, 2. Lima - Perú.
- Londoño, X. (2021). *Diversidad de Bambúes en los Municipios de Florencia, Albania, San José de Fragua y Cartagena del Chaira del Departamento del Caquetá y Municipio La*

- Macarena del Departamento del Meta – Colombia: Guía Técnica.* Organización Internacional del Bambú y Ratán (INBAR), 37 p.
- Malfitano, R., Rodrigues, K., Rico, R., Martins, E., & Amaral, L. (2017). *Propagação vegetativa de Bambusa vulgaris.* Pesquisa Florestal Brasileira, 37(90), 229-234.
- Martirena, J. y Seijo, P. (2008). *Tecnología para la producción a pequeña escala de tableros de bambú a partir de esteras en Cuba.* Conferencia impartida en el 2º Congreso Mexicano del Bambú. Puebla, México.
- Marquez de Hernández, L., & Marín, D. (2011). Propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *G. angustifolia* kunth y *Elytostachys typica* Mc Clure en tres tipos de sustratos. *Biagro*, 23(3), 191-198.
- Mercedes, J.R. (2006). *Cultivo del Bambú. Guía Técnica.* Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 37p.
- Nutriterra, (2018). *Ficha Técnica “KELPAK”.* México: Kelp Products (Pty) Ltd, Sud África. <http://www.nutriterra.com.ar/images/PDF/Kelpak2018.pdf>
- Moreno, M. L. E., Osorio, S. L. R., Trujillo, D. E. E. (2006). *Estudio de las propiedades mecánicas de haces de fibra de Guadua angustifolia.* Ingeniería y Desarrollo. Universidad del Norte. 20: 125-133
- Ovando I.W., Sánchez W. (2005). *El empleo de bambúes nativos y la conservación del ecosistema de “chusqueales” en la Sierra Madre de Chiapas, México.* LEISA. 21(2):40.
- Parrales Villacreses, J. C. (2015). *Influencia de niveles de concentración de hormona AIB, en la inducción de brotes y raíces en estaquillas de Myroxylon balsamum (bálsamo).* Tesis, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. 78 p.
- Perubambu, (2004). *Asociación Peruana de Bambú. Métodos de Propagación del Bambú (Guadua angustifolia). Promoción de la Rehabilitación, Manejo y Uso Sostenible de los Bosques Tropicales de Bambú en la Región Noroccidental del Perú.*
- Pierik, R. (1991). *Cultivo In Vitro De Las Plantas Superiores.* Editorial Mundi – Prensa. Madrid – España.

- Ramírez, R. (2019). *Propagación Clonal de Bambú (Guadua angustifolia Kunth) Con Diferentes Dosis de Ácido Indolbutírico En Cámara De Invernadero, Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, 117 p.*
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1438>
- Ray, S., & Ali, N. (2017). Factors affecting macropropagation of bamboo with special reference to culm cuttings: a review update. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 47(17), 1-8.
- Rodas, O. 1988. *Evaluación de cinco métodos de propagación vegetativa en siete especies de Bambú en San Miguel Panán, Suchitepéquez.* Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Guatemala, Gt. USAC. 66p.
- Rojas, S; Garcia, J; Alarcon M. (2004). *Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas.* Ed. Produmedios. Colombia. 56 p.
- Rúgolo de Agrasar, Z. E. & M. L. Puglia. (2004). *Gramíneas Ornamentales.* En Hurrell, J. A. (ed.), *Plantas de la Argentina. Silvestres y cultivadas.* 1ra. Edición. Buenos Aires, editorial LOLA (Literature of Latin America). pp 336.
- Ruiz-Sánchez E. (2009). *Delimitación de especies y posición filogenético del género del bambú americano Otatea (poaceae: bamusoideae).* Tesis Doctorado en Ciencias. Instituto de Ecología, AC. Veracruz, México. 187 pp.
- Sánchez, C. (2009). *El Género Guadua (Poaceae-Bamusoideae) en el Estado de Veracruz.* Xalapa, Veracruz.
- Satya S., singhal P., Mohan-Bal L., Sudhakar P. (2012). *Bamboo shoot: a potencial source of food security.* *Mediterr Journal Nutrition.* 5: 1-10 pag.
- Seboka Y. (2010). *Bamboo charcoal & charcoal briquette production manual.* Etiophia: INBAR-NPMU.
- Sood A., Ahuja P.S., Sharma M., Sharma O.P., Godbole S. (2002). *In vitro protocols and field performance of elites of an important bamboo Dendrocalamus hamiltonii Nees et Arn. Ex Munro.* *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 71: 55-63

- Soto, W. (2011). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schultes f.) Backer y Guadua angustifolia Kunth a través de esquejes del culmo aplicando dosis de ácido indol-3-butírico y ácido naftalacético*. Tesis Ing. RNR – Mención Forestal. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 128 p.
- Soudre, M., Mesen, F; Del Castillo, D., Guerra, H. (2008). *Memoria del curso internacional “Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas” IIAP, Pucallpa*. Perú. 100 p.
- Sungkaew S., Stapleton C.M.A., Salamin N., Hodkinson T.R. (2009). *Nonmonophyly of the woody bamboos (Bambuseae;Poaceae): a multi-gene region phylogenetic analysis of Bambusoideae s.s*. Journal of Plant Research 122:95-108.
- Takahashi, J. (2004). *Plan Nacional de Reforestación*. - Perú 2005- 2024 D. "Informe Final: Inventario del bambú en el Perú". Gtz Contrato 01.2459.4-001.00/PI 030/03. 54 p.
- Takahashi, J. (2006). *El Bambú en el Perú*. 111. Simposio Latinoamericano del Bambú 2006. [En línea]: PERUBAMBU, (<http://www.Perubambu.org.pe>, documento10Abr. 2009).
- 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 experimental Sapecho*. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 6(1), 16-23.
- Trillo, Y. (2014). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, Bambusa vulgaris Schrad. ex H. Wendl. var. vittata. Rivière & C. Rivière, Guadua angustifolia Kunth y Guadua aff. angustifolia Kunth En el Fundo Bio Selva – Satipo*. Tesis Ing. en Ciencias Agrarias especialidad Agronomía. Satipo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 77 p.
- WWF, (2015). *La deforestación en el Perú 2015; Cómo las comunidades indígenas, agencias gubernamentales, organizaciones sin fines de lucro y negocios trabajan juntos para detener la tala de los bosques*. Lima, Perú, WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). 6 p. [En línea]: Cloudfront, (http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la_deforestación_en_el_peru.pdf, documentos, 8 jul. 2017).

VIII. ANEXOS

ANEXO A. Panel fotográfico.



Figura 9. Extracción de esquejes de *Guadua angustifolia*.



Figura 10. Esquejes de *Guadua angustifolia*, ya cortados y puestos en agua para no perder la hidratación.



Figura 11. Esquejes de *Bambusa tuldooides*. Ramas laterales.



Figura 12. Esquejes de *Bambusa vulgaris*.



Figura 13. Aplicación de enraizante con auxina AIB. Especie de bambú: *Bambusa vulgaris* var. *Vittata*



Figura 14. Presencia de brotes en los esquejes de *Guadua angustifolia*.



Figura 15. Presencia de brotes en los esquejes de *Bambusa vulgaris*.



Figura 16. Instalación de los tratamientos.

ANEXO B. Croquis Diseño Completo al Azar.

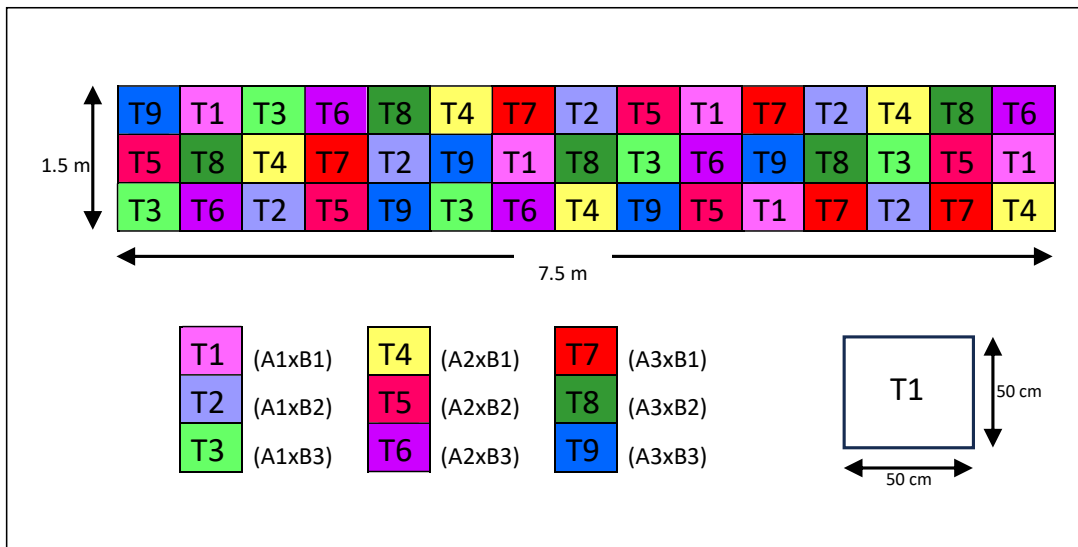
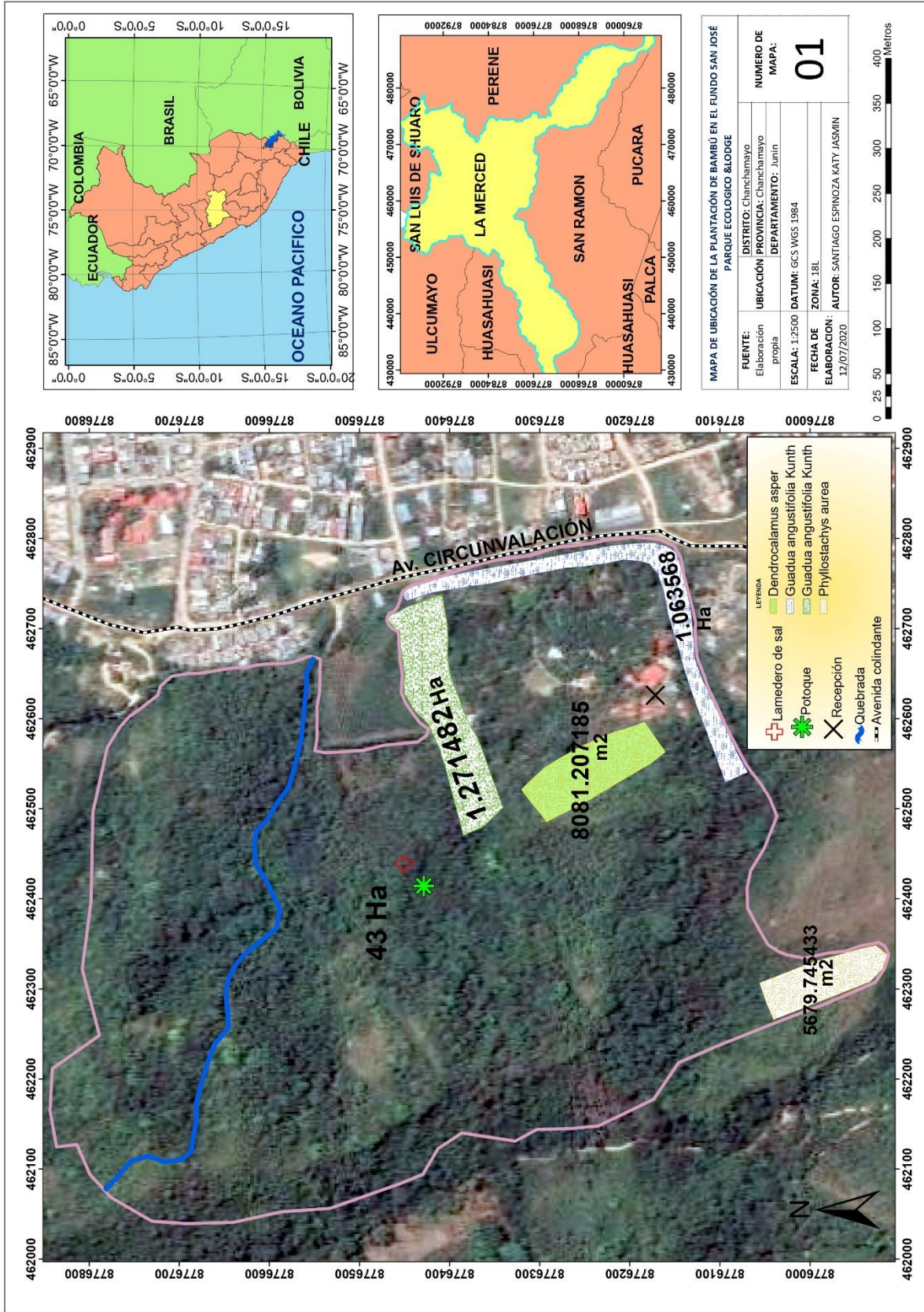


Figura 17. Instalación de los tratamientos.

ANEXO C. Mapa de ubicación donde se desarrolló la investigación.



ANEXO D. Tablas.

Tabla 22. Banco de datos de la evaluación.

Tratamiento	Factor A	Factor B	repetición	Porcentaje de supervivencia	Numero de brotes	Longitud de brote	Longitud de raíz	Ancho de raíz
T1	AIB	<i>G. angustifolia</i>	1	60	4	56	12	3.5
T1	AIB	<i>G. angustifolia</i>	2	40	4	41	10	4
T1	AIB	<i>G. angustifolia</i>	3	40	4	54	15	6
T1	AIB	<i>G. angustifolia</i>	4	70	4	34	10	2
T1	AIB	<i>G. angustifolia</i>	5	60	3	52	7	2.5
T2	AIB	<i>B. vulgaris</i>	1	100	4	69	18	10
T2	AIB	<i>B. vulgaris</i>	2	90	3	42	18	10
T2	AIB	<i>B. vulgaris</i>	3	80	3	62	21	14
T2	AIB	<i>B. vulgaris</i>	4	90	4	45	8	8
T2	AIB	<i>B. vulgaris</i>	5	90	8	41	4	3
T3	AIB	<i>B. tuldoides</i>	1	50	3	20	10	3
T3	AIB	<i>B. tuldoides</i>	2	70	4	24	6	4
T3	AIB	<i>B. tuldoides</i>	3	50	3	32	7	6
T3	AIB	<i>B. tuldoides</i>	4	60	4	34	9	3
T3	AIB	<i>B. tuldoides</i>	5	50	2	28	6	2
T4	AIA	<i>G. angustifolia</i>	1	70	4	79	22	5
T4	AIA	<i>G. angustifolia</i>	2	100	2	41	17	4
T4	AIA	<i>G. angustifolia</i>	3	70	2	38	12	3
T4	AIA	<i>G. angustifolia</i>	4	80	3	43	15	4
T4	AIA	<i>G. angustifolia</i>	5	70	3	64	40	5
T5	AIA	<i>B. vulgaris</i>	1	100	4	74	31	16
T5	AIA	<i>B. vulgaris</i>	2	80	5	69	19	16

T5	AIA	<i>B. vulgaris</i>	3	100	12	62	18	14
T5	AIA	<i>B. vulgaris</i>	4	80	5	82	29	14
T5	AIA	<i>B. vulgaris</i>	5	100	7	68	20	12
T6	AIA	<i>B. tuldoides</i>	1	30	5	30	10	5
T6	AIA	<i>B. tuldoides</i>	2	40	2	36	7	5
T6	AIA	<i>B. tuldoides</i>	3	60	3	38	14	8
T6	AIA	<i>B. tuldoides</i>	4	80	2	25	10	8
T6	AIA	<i>B. tuldoides</i>	5	40	2	20	4	2
T7	Tes	<i>G. angustifolia</i>	1	60	4	56	14	5
T7	Tes	<i>G. angustifolia</i>	2	70	4	40	23	6
T7	Tes	<i>G. angustifolia</i>	3	50	5	60	27	5
T7	Tes	<i>G. angustifolia</i>	4	80	8	42	15	6
T7	Tes	<i>G. angustifolia</i>	5	40	5	45	18	4
T8	Tes	<i>B. vulgaris</i>	1	100	4	73	16	7
T8	Tes	<i>B. vulgaris</i>	2	90	6	70	33	10
T8	Tes	<i>B. vulgaris</i>	3	70	5	72	32	10
T8	Tes	<i>B. vulgaris</i>	4	80	6	76	12	4
T8	Tes	<i>B. vulgaris</i>	5	80	7	60	28	9
T9	Tes	<i>B. tuldoides</i>	1	60	3	42	15	10
T9	Tes	<i>B. tuldoides</i>	2	50	4	48	12	7
T9	Tes	<i>B. tuldoides</i>	3	40	4	52	21	12
T9	Tes	<i>B. tuldoides</i>	4	50	3	35	15	12
T9	Tes	<i>B. tuldoides</i>	5	40	3	44	24	16

Tabla 23. Comparación del porcentaje de supervivencia promedio por especies de bambú (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias (%)
<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	0,000**	-24,67
	<i>Bambusa tuldooides</i>	0,026*	12,67
<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa tuldooides</i>	0,000*	37,33

*: Existen diferencias estadísticas significativas

** : Existen diferencias muy significativas.

Tabla 24. Comparación de número de brotes promedio por especies de bambú (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias
<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	0,022*	-1,60
	<i>Bambusa tuldooides</i>	0,354	0,80
<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa tuldooides</i>	0,001*	2,40

estadísticas significativas

** : Existen diferencias muy significativas.

*: Existen diferencias

Tabla 25. Comparación de altura de brote promedio por enraizador (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias (cm)
AIB	AIA	0,044*	-9,00
	Testigo	0,005*	-12,07
AIA	Testigo	0,673	3,07

*: Existen diferencias estadísticas significativas

** : Existen diferencias muy significativas.

Tabla 26. Comparación de altura de brote promedio por especies de bambú (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias (cm)
<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	0,001*	-14,67
	<i>Bambusa tuldooides</i>	0,00**	15,80
<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa tuldooides</i>	0,000**	30,47

*: Existen diferencias estadísticas significativas

** : Existen diferencias muy significativas.

Tabla 27. Comparación de longitud de raíz promedio por enraizador (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias (cm)
AIB	AIA	0,014*	-7,13
	Testigo	0,001*	-9,60
AIA	Testigo	0,564	2,47

*: Existen diferencias estadísticas significativas

**: Existen diferencias muy significativas.

Tabla 28. Comparación de longitud de raíz promedio por especies de bambú (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias (cm)
<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	0,000*	-6,133
	<i>Bambusa tuldoides</i>	0,014*	2,533
<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa tuldoides</i>	0,000*	3,6

*: Existen diferencias estadísticas significativas

**: Existen diferencias muy significativas.

Tabla 29. Comparación de ancho de raíz promedio por enraizador (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias (cm)
AIB	AIA	0,009*	-2,667
	Testigo	0,006*	-2,8
AIA	Testigo	0,986	0,133

*: Existen diferencias estadísticas significativas

**: Existen diferencias muy significativas.

Tabla 30. Comparación de ancho de raíz promedio por especie de bambú (prueba Tuckey).

Comparación		Significancia	Diferencia de medias (cm)
<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	0,000*	-6,133
	<i>Bambusa tuldoides</i>	0,014*	-2,533
<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa tuldoides</i>	0,000*	3,6

*: Existen diferencias estadísticas significativas

**: Existen diferencias muy significativas

Tabla 31. Prueba Tuckey realizada a los tratamientos

Tratamientos	Significancia	Diferencia de medias (cm)
T1	T2	0,019*
	T3	1.000
	T4	1.000
	T5	0.000**
	T6	0.905
	T7	0.972
	T8	0.100
	T9	0.000**
T2	T3	0.02*
	T4	0.05
	T5	0.02*
	T6	0.36
	T7	0.23
	T8	0.99
	T9	0.78
T3	T4	1.000
	T5	0.000*
	T6	0.905
	T7	0.972
	T8	0.100
	T9	0.000**
T4	T5	0.000*
	T6	0.988
	T7	0.999
	T8	0.227
	T9	0.001*
T5	T6	0.000**
	T7	0.000**
	T8	0.003*
	T9	0.526
T6	T7	1.000
	T8	0.780
	T9	0.009*
T7	T8	0.614
	T9	0.004*
T8	T9	0.360

*: Existen diferencias estadísticas significativas.

**: Existen diferencias muy significativas