

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**INFLUENCIA DE TRES SUSTRATOS Y DOS
CONCENTRACIONES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN
EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Dendrocalamus*
asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (Bambú
gigante) EN JAÉN, CAJAMARCA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autoras: Bach. Esperanza Goicochea More.

Bach. Karin Yulisa Uriarte Olivera.

Asesora: Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga.

**Línea de investigación: Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos
naturales.**

JAÉN - PERÚ, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

INFLUENCIA DE TRES SUSTRATOS.pdf

AUTOR

Esperanza Goicochea More Karin Yulisa Uriarte Olivera

RECUENTO DE PALABRAS

8774 Words

RECUENTO DE CARACTERES

48663 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

64 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.8MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 1, 2024 10:31 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 1, 2024 10:32 AM GMT-5**● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Christian Zayed Apaza Ranga
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 16 de febrero del año 2024, siendo las 11:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado de manera presencial, en la sala de docentes de la escuela de Ingeniería Forestal y Ambiental.

Presidente: M. Sc. HANDRY MARTIN RODAS PURIZAGA

Secretario: Dr. LUIS ARTURO GIL RAMÍREZ

Vocal: Dra. DELICIA LILIANA BAZÁN TANTALEAN, para evaluar la sustentación del:

- () Informe final de tesis
() Proyecto de tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

“Influencia de tres sustratos y dos concentraciones de ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (Bambú gigante) en Jaén, Cajamarca” presentado por las bachilleres **Esperanza Goicochea More** y **Karin Yulisa Uriarte Olivera** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

() Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:


- | | | |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | (<input type="checkbox"/>) |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (<input type="checkbox"/>) |
| c) Bueno | 14, 15 | (<input checked="" type="checkbox"/>) |
| d) Regular | 13 | (<input type="checkbox"/>) |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | (<input type="checkbox"/>) |

Siendo las 12:40 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 16 de Febrero del 2024


M. Sc. Handry Martin Rodas Purizaga
Presidente


Dr. Luis Arturo Gil Ramirez
Secretario


Dra. Delicia Liliana Bazán Tantalean
Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MÉTODOS	14
2.1 Ubicación del área de estudio	14
2.1.1 Ubicación geográfica	14
2.2 Población y muestreo.....	16
2.2.1 Población.....	16
2.2.2 Muestreo.....	16
2.3 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos ...	18
2.3.1 Métodos y Técnicas	18
2.3.2 Procedimientos.....	18
2.3.3 Instrumentos de recolección de datos	24
2.3.4 Análisis de datos	26
III. RESULTADOS.....	27
3.1 Identificación del sustrato y la concentración adecuada de ácido indolbutírico para el enraizamiento de <i>Dendrocalamus asper</i>	27
3.2 Estimación del tiempo de enraizamiento de las estacas de <i>Dendrocalamus asper</i> con los diferentes sustratos y ácido indolbutírico.....	28
3.3 Determinación del porcentaje de prendimiento de estacas de <i>Dendrocalamus asper</i>	29
3.4 Longitud de brotes de la parte aérea	30
3.5 Longitud de la raíz principal	33
IV. DISCUSIÓN.....	36
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1 Conclusiones	38
5.2 Recomendaciones	38

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
DEDICATORIA	43
AGRADECIMIENTO.....	44
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos estudiados	23
Tabla 2. Identificación del mejor sustrato para el enraizamiento de estacas de <i>Dendrocalamus asper</i>	27
Tabla 3. Identificación del mejor porcentaje de ácido indolbutírico para el enraizamiento de estacas de <i>Dendrocalamus asper</i>	28
Tabla 4. Porcentaje de prendimiento de las estacas.....	30
Tabla 5. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la longitud de brotes.....	31
Tabla 6. Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la longitud de brotes de la parte aérea (cm)	32
Tabla 7. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk de la longitud de raíz.....	34
Tabla 8. Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la variable longitud de raíz principal (cm)	34
Tabla 9. Registro de mediciones de la longitud de brotes de la parte aérea, por periodos de evaluación	47
Tabla 10. Resultados de la longitud de raíz principal (cm) de estacas de <i>Dendrocalamus asper</i> a los 90 días	52
Tabla 11. Porcentaje total de prendimiento a los 90 días	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Construcción de la cama de propagación.....	18
Figura 2. Medidas del tinglado de la cama de propagación	19
Figura 3. Preparación del sustrato	20
Figura 4. Corte de las cañas de <i>D. asper</i>	21
Figura 5. Mezcla de AIB con alcohol.....	21
Figura 6. Aplicación del enraizante AIB	22
Figura 7. Rotulado de cada unidad experimental	22
Figura 8. Riego de la cama de propagación	23
Figura 9. Distribución de los tratamientos en la cama de propagación.....	24
Figura 10. Evaluación de la longitud de la raíz principal.....	25
Figura 11. Evaluación de la longitud de brotes	25
Figura 12. Gráfica de tiempo de enraizamiento	29
Figura 13. Longitud de brotes de la parte aérea (cm).....	31
Figura 14. Diagrama de cajas de la longitud de brotes de la parte aérea	32
Figura 15. Longitud de la raíz principal (cm).....	33
Figura 16. Diagrama de cajas de la evaluación de la longitud de raíz principal	35
Figura 17. Datos generales de la variable de porcentaje de prendimiento por tratamiento y periodo de evaluación desde los 15 días hasta los 90 días	45
Figura 18. Datos generales de la variable de longitud de brotes (cm) de la parte aérea por tratamiento y periodo de evaluación	46
Figura 19. Datos generales de la variable de porcentaje de enraizamiento (cm) por tratamiento al culminar la ejecución del proyecto.....	47
Figura 20. Limpieza del área para la cama de propagación	54
Figura 21. Nivelación del área para la cama de propagación.....	54
Figura 22. Perímetro de la cama de propagación	55
Figura 23. Cama de propagación separaciones de tripley	55
Figura 24. Hoyado para el tinglado	56
Figura 25. Cama de propagación con tinglado	56
Figura 26. Parcela de <i>D. asper</i>	57
Figura 27. Corte de las cañas de <i>D. asper</i>	57
Figura 28. Estacas de <i>Dendrocalamus asper</i>	58
Figura 29. Peso del ácido indolbutírico.....	58

Figura 30. Mezcla del AIB con alcohol.....	59
Figura 31. Aplicación del 1% de AIB a las estacas.....	59
Figura 32. Sustrato arena fina + tierra agrícola	60
Figura 33. Mezcla del sustrato (arena fina + tierra agrícola)	60
Figura 34. Siembra de las estacas de <i>D. asper</i>	61
Figura 35. Estacas sembradas en la cama de propagación con su rotulado	61
Figura 36. Riego a la cama de propagación (tarde).....	62
Figura 37. Evaluación de la longitud de brotes	63
Figura 38. Medida de la longitud de brotes	63
Figura 39. Medida de la longitud de raíz principal	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fichas de recolección de datos de campo	45
Anexo 2. Cuadro mediciones de brotes en el periodo de tres meses.....	47
Anexo 3. Cuadro de mediciones de raíz a los 90 días	52
Anexo 4. Tabla del porcentaje de prendimiento.....	53
Anexo 5. Limpieza y nivelación del área	54
Anexo 6. Construcción de la cama de propagación	55
Anexo 7. Tinglado de la cama de propagación	56
Anexo 8. Corte de las estacas de <i>D. asper</i>	57
Anexo 9. Aplicación del ácido indolbutírico.....	58
Anexo 10. Mezcla de los sustratos	60
Anexo 11. Siembra de las estacas	61
Anexo 12. Riego de la cama de propagación	62
Anexo 13. Evaluación de la longitud de brotes de la parte aérea.....	63
Anexo 14. Evaluación de la raíz principal	64
Anexo 15. Carta de aceptación de ejecución en el vivero municipal.....	65

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo propagar *Dendrocalamus asper* y determinar el mejor sustrato y concentración de ácido indolbutírico (AIB), se utilizó el método cuantitativo para medir las raíces y brotes y; la técnica de observación directa y experimental para verificar la presencia de brotes. Se emplearon 27 estacas (nueve tratamientos y tres repeticiones), distribuidas mediante el diseño completamente al azar (DCA). Se evaluó el mejor sustrato y concentración de AIB, tiempo de enraizamiento, porcentaje de prendimiento, longitud de la raíz principal, longitud de brotes de la parte aérea. Los resultados indican que el mejor sustrato es la mezcla de arena fina + pajilla de arroz, y la mejor concentración de AIB es al 2%, en cuanto al tiempo de enraizamiento fue de 90 días. Por otro lado, el porcentaje de prendimiento fue 37.04%, el mejor tratamiento para la longitud de la raíz principal fue el T4, y para la longitud de brotes fue el T3. Se concluye que el mejor tratamiento para la propagación de *D. asper* es el sustrato a base de arena fina + pajilla de arroz con enraizante AIB al 2%.

Palabras clave: Propagación vegetativa, estacas, enraizante, bambú.

ABSTRACT

The objective of the research was to propagate *Dendrocalamus asper* and determine the best substrate and concentration of indolbutyric acid (IBA). The quantitative method was used to measure roots and shoots, and the direct and experimental observation technique was used to verify the presence of shoots. Twenty-seven cuttings were used (nine treatments and three replications), distributed using a completely randomized design (CRD). The best substrate and concentration of AIB, rooting time, percentage of rooting, length of the main root, length of shoots of the aerial part were evaluated. The results indicate that the best substrate is the mixture of fine sand + rice straw, and the best concentration of AIB is 2%, and the rooting time was 90 days. On the other hand, the percentage of rooting was 37.04%, the best treatment for the length of the main root was T4, and for the length of shoots was T3. It is concluded that the best treatment for the propagation of *D. asper* is the substrate based on fine sand + rice straw with 2% AIB rooting agent.

Key words: Vegetative propagation, cuttings, rooting agent, bamboo.

I. INTRODUCCIÓN

Los bambúes son de usos múltiples, que presentan una cadena productiva creciente en países de América Latina. Tienen excelentes propiedades físicas y mecánicas, que dependen principalmente de su contenido de fibra y estructura anatómica (Belincanta *et al.*, 2022; Gritsch *et al.*, 2004). Sin embargo, uno de los principales cuellos de botella es el suministro de plántulas de alta calidad, lo que requiere métodos eficientes de propagación masiva (Belincanta *et al.*, 2022).

Quispe (2009) refiere que, actualmente el problema de la deforestación trae consigo el sobre uso del patrimonio forestal y; con la extinción de las especies silvestres el potencial biológico disminuye, lo que provoca desequilibrios en la mayoría de los complejos ecosistémicos y la degradación general de las cuencas hidrográficas, los programas de reforestación son bienvenidos cuando se combinan con actividades ciudadanas que reconocen la necesidad de proteger y gestionar bien los recursos forestales. La gran mayoría de especies forestales maderables son de crecimiento lento es por ello, que los programas de reemplazo deben regirse con especies que sean de crecimiento rápido, la inclusión de especies de ecosistemas como el bambú combina muchas de las cualidades y beneficios de las preocupaciones forestales y ambientales.

El bambú es una planta autosostenible, de crecimiento rápido que trabaja en red, además, puede sobrevivir y recuperarse después de graves calamidades, catástrofes y daños. Así mismo, ayuda a mitigar los efectos causados por el cambio climático (Londoño, 2011)

Montenegro (2023) señala que el bambú se puede propagar mediante técnicas sexuales y asexuales. Sin embargo, las técnicas sexuales son poco utilizadas, por la dificultad para recolectar suficientes semillas, período de floración inestable y en ocasiones bajo crecimiento, debido al parasitismo de estados inmaduros de larvas de insectos, dípteros o himenópteros sobre las espiguillas, así como, lentitud y baja viabilidad de las semillas. No obstante, esto influye en la altura total de la planta. Según Mercedes (2006) las plantas que crecen a partir de esquejes alcanzan su altura máxima en dos o tres años, mientras que las plantas que crecen a partir de semillas pueden tardar de cuatro a ocho años en alcanzar su altura máxima.

Arya *et al.* (2008) postulan que la floración en bambúes es un evento catastrófico que conduce a una serie de consecuencias posteriores a la floración y es peligrosa para las plantas, que son de naturaleza monocárpica. Sin embargo; estos métodos presentan dificultades por la gran cantidad de material y mano de obra, o muchos años de espera hasta la floración y formación de semillas.

Araujo (2015) manifiesta que, en la propagación clonal o vegetativa, el tejido vegetal que conserva el potencial de proliferación y diferenciación celular se utiliza para producir nuevos tallos y raíces. Se afirma que este modo de propagación presenta 3 alternativas de reproducción: 1) micropropagación por medio de tejidos vegetales para cultivo *in vitro*; 2) propagación a partir de bulbos, rizomas, estolones, tubérculos, estacas, esquejes de las plantas; y 3) propagación a través de injertos. Así mismo Cruz *et al.* (2008) sustentan que la propagación clonal es una técnica de propagación vegetativa que incluye desde programas simples hasta programas muy avanzados técnicamente, se trata principalmente de técnicas de cultivo de tejidos genéticamente homogéneos, mejorados y libres de plagas cuyo uso preserva el potencial del material seleccionado. Arya *et al.* (2008) sostienen que la propagación *in vitro* puede verse afectada por la contaminación bacteriana y fúngica, obstáculos cuando se pretende micropropagar explantes provenientes del campo.

Sánchez (2017), señala que el ácido indolbutírico (AIB) es una auxina sintética que químicamente es similar al ácido indolacético (IAA) y ha demostrado ser más eficaz que cualquier otra sustancia en la mayoría de las especies y actualmente es el promotor del enraizamiento más utilizado. Sus ventajas son que no es tóxico en un extenso rango de concentraciones, no se descompone de forma fácil con la luz o los microorganismos, es insoluble en agua, puede usarse durante mucho tiempo y puede tener un mayor valor.

Montenegro (2023), afirma que el sustrato es una sustancia sólida diferente al suelo en la naturaleza, ya sea mineral u orgánica, sintética o residual, colocada en un recipiente en forma pura o mixta para anclar las raíces de las plantas. Los efectos de apoyo pueden o no interferir con nutrición vegetal.

Actualmente *D. asper* tiene diversas utilidades ya sea de construcción, artesanía e incluso en la preparación de alimentos, pero existe poca información acerca de la especie y la influencia del tipo de sustrato, así como sustancias enraizantes para el éxito de su propagación. Para Felisberto *et al.* (2019) además de las excelentes propiedades físicas y mecánicas, los brotes de bambú también se han utilizado para la extracción de fibra. Aunado a ello, *Dendrocalamus asper* es una especie cuyo uso alimentario, permite comercializar los brotes en conserva, o envasados al vacío, para diferentes preparaciones alimenticias; convirtiéndola en una especie de gran importancia para el sector productivo y económico.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo propagar vegetativamente *Dendrocalamus asper* mediante estacas utilizando diferentes sustratos y concentración de ácido indolbutírico. De tal forma se espera contribuir con la propagación de la especie y favorecer al sector ambiental, social y económico ya que actualmente se le conoce como el oro verde del siglo XXI o también denominado la planta de los mil usos por las diversas propiedades que posee.

II. MÉTODOS

2.1 Ubicación del área de estudio

2.1.1 Ubicación geográfica

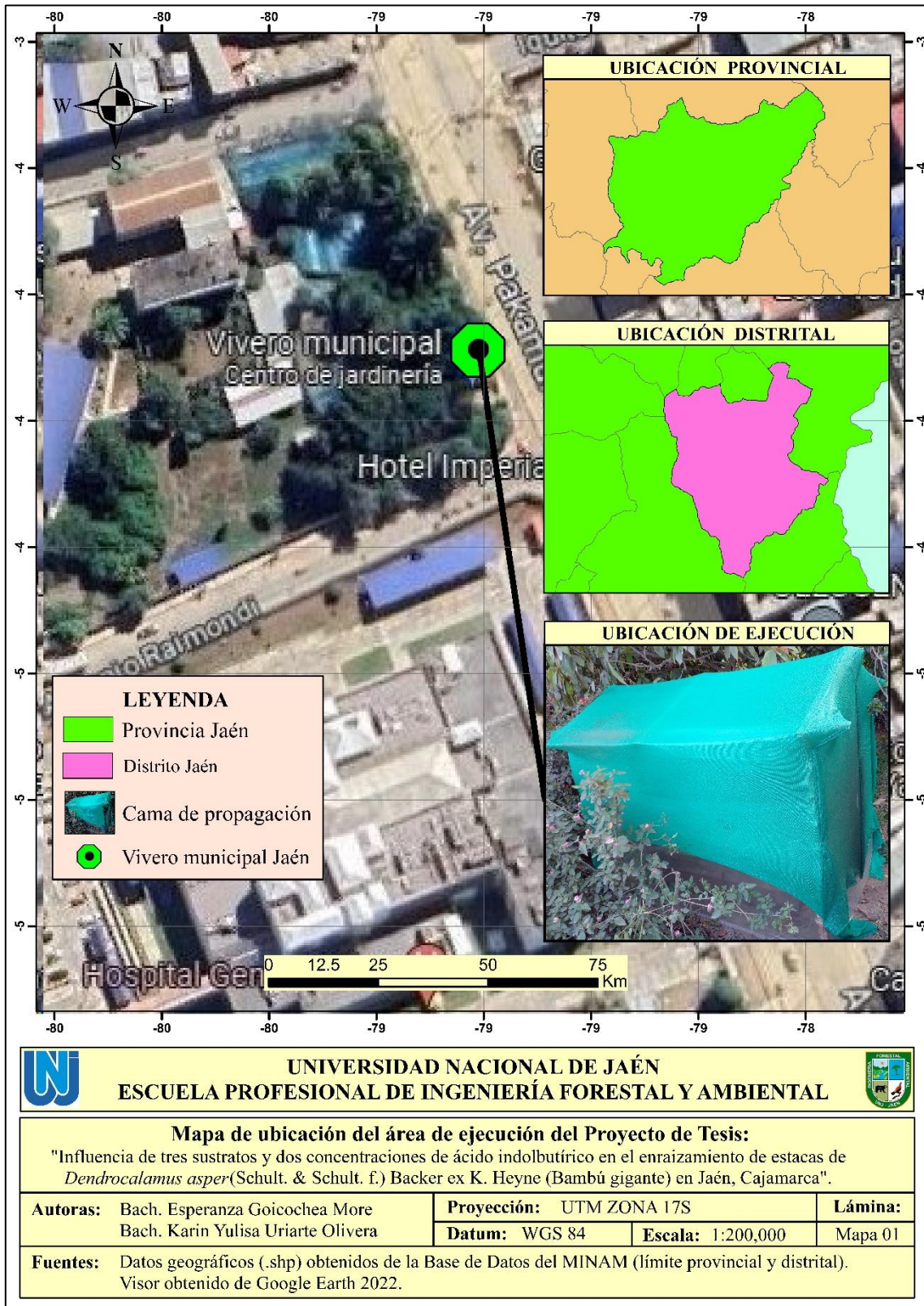
El proyecto se ejecutó en el área del vivero municipal “Manuela Díaz Estela”, ubicado en la esquina de la Avenida Pakamuros con Calle Raymondi, perteneciente al distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca (Mapa 1). La provincia de Jaén se encuentra ubicada en la zona Nor-Oriental de Cajamarca, con coordenadas UTM Este 742791 y Norte 9368536 a una altitud media de 729 m.s.n.m.

Límites de la Provincia de Jaén:

- Por el Norte con la Provincia de San Ignacio (Región Cajamarca).
- Por el Este con las provincias de Bagua y Utcubamba (Región Amazonas).
- Por el Sureste y Sur con la Provincia de Cutervo (Región Cajamarca).
- Por el Suroeste con las provincias de Ferreñafe (Región Lambayeque).
- Por el Oeste con la provincia de Huancabamba (Región Piura).

Mapa 1

Ubicación del área de ejecución del proyecto de tesis



2.2 Población y muestreo

2.2.1 Población

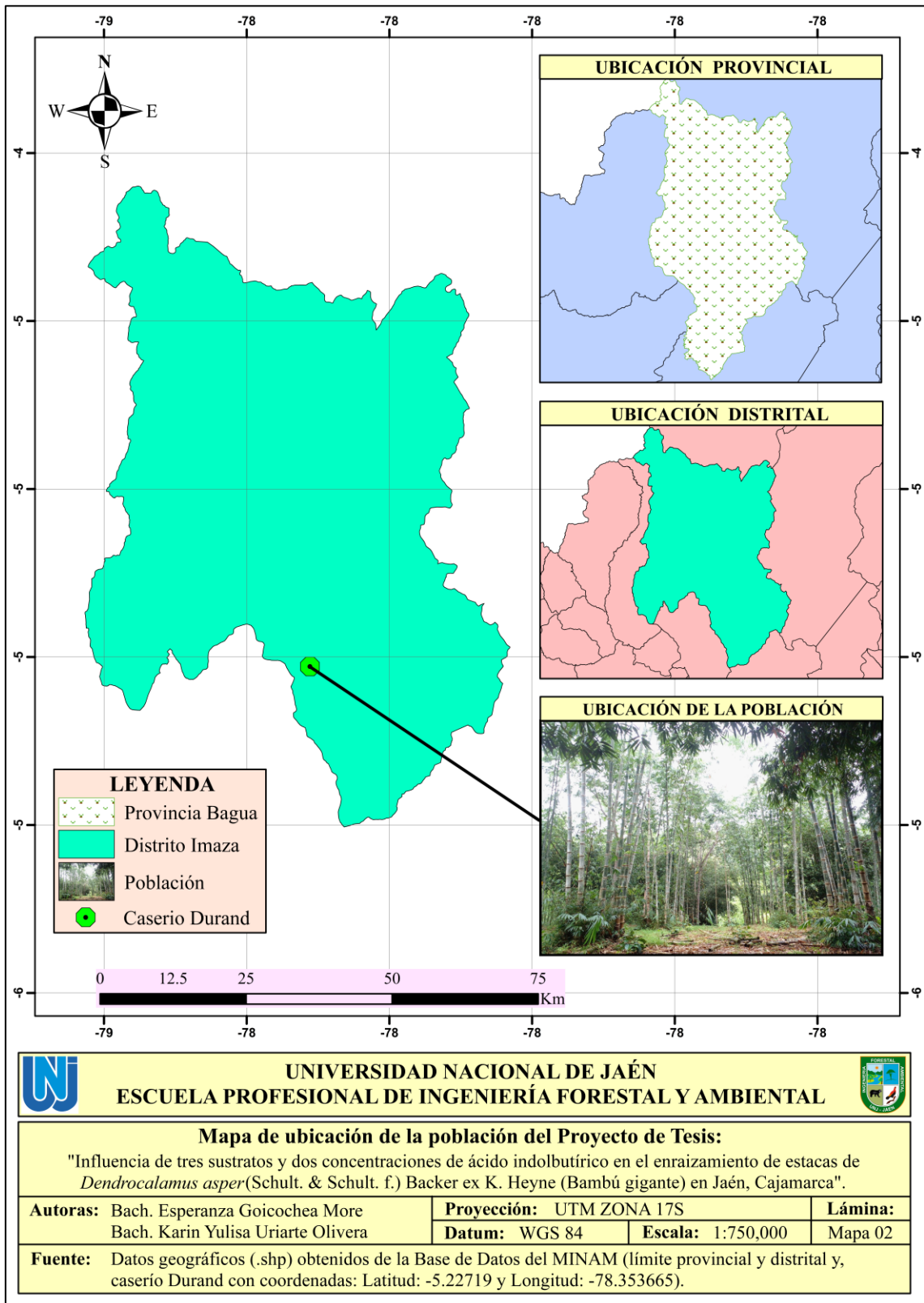
Estuvo representada por cañas de *Dendrocalamus asper* ubicadas en la parcela “Canta Gallo”, en el caserío Durand, distrito de Imaza - Chiriaco, provincia de Bagua, departamento Amazonas, de propiedad del Sr. Darío Goicochea, con una extensión de 3 hectáreas (Mapa 2).

2.2.2 Muestreo

El muestreo fue no probabilístico, la selección de estacas se realizó por el método aleatorio simple hasta completar las 27 estacas con diámetro de 5 a 8 centímetros.

Mapa 2

Ubicación de la población de cañas de *Dendrocalamus asper*



2.3 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.3.1 Métodos y Técnicas

El método fue cuantitativo (medición de raíces y brotes) y la técnica fue la observación directa y experimental, ya que se verificó constantemente la presencia de brotes. La información se registró en un formato de recolección de datos (Anexo 1) (Orellana & Sánchez, 2006).

2.3.2 Procedimientos

Para el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta la metodología de Díaz *et al.* (2017).

2.3.2.1 Construcción de la cama de propagación

En el área del vivero municipal “Manuela Díaz Estela” se seleccionó un perímetro rectangular de 135 cm de largo por 75 cm de ancho, en donde se construyó el perímetro de la cama con madera aserrada en un suelo nivelado. Las separaciones fueron de tripley para las 27 unidades experimentales y en forma de cajones de 15 cm de largo x 25 cm de ancho y 45 cm de altura (Figura 1).

Figura 1

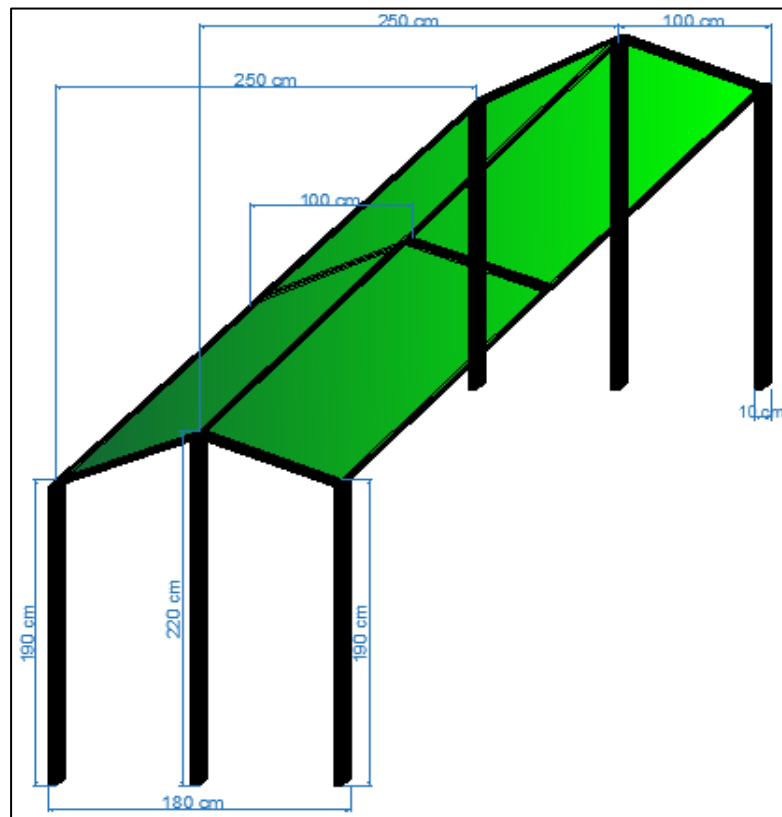
Construcción de la cama de propagación



Acorde a lo propuesto por Canchan (2017), se acondicionó el tinglado con postes de *Guadua angustifolia* y travesaños de madera, sobre las cuales se colocó la malla raschell para dar la sombra adecuada (75% luminosidad) (Figura 2). Durante el primer mes se mantuvo la sombra inicial de doble capa de malla raschell (50% sombra), para luego retirar una de ellas (25 % sombra).

Figura 2

Medidas del tinglado de la cama de propagación



2.3.2.2 Preparación del sustrato

Obtenido todos los sustratos se desinfectaron utilizando agua hervida. Se realizó las mezclas correspondientes: arena fina (1 saco blanco) + aserrín (1 ½ saco blanco), arena fina (1 saco blanco) + tierra agrícola (1 ½ saco blanco); y, arena fina (1 saco blanco) + pajilla de arroz (1 saco blanco) (Figura 3). Finalmente, se procedió a verter la mezcla de los sustratos dentro de los cajones de cada unidad experimental.

Figura 3

Preparación del sustrato



2.3.2.3 Método de recolección del material vegetativo

La recolección del material vegetativo (estacas), se realizó en el caserío Durand perteneciente al distrito de Imaza - Chiriaco, provincia de Bagua, departamento de Amazonas. Para ello se tuvieron en consideración:

- a) Cañas sanas, libre de plagas y enfermedades.
- b) Cañas delgadas, fuste recto y no bifurcado.
- c) Cañas con una edad aproximada de 3 años.
- d) Para el corte de las cañas de *Dendrocalamus asper* se utilizó una motosierra pequeña (Figura 4).
- e) Se verificó que las estacas tengan diámetro de 5 - 8 centímetros y se obtuvieron con ayuda de un serrucho de podar.
- f) Luego de colectado el material vegetativo se transportó de inmediato a la ciudad de Jaén, donde se procedió a sumergir las estacas en la solución de ácido indolbutírico en diferentes concentraciones.

Figura 4

Corte de las cañas de D. asper



2.3.2.4 Aplicación de enraizante ácido indolbutírico

Se realizó de acuerdo al procedimiento empleado por Díaz *et al.* (2017):

- Se cortó las hojas de las ramas utilizando una tijera de podar, sin dañar las yemas de los nudos.
- Luego se seccionó las estacas, visualizando que contengan tres nudos y además se encuentren sanas.
- Seguido, se procedió a disolver el enraizante AIB a diferentes concentraciones de 1% (4.5g) y 2% (9g) en 5 ml de alcohol (Figura 5), la solución fue diluida y luego enrasado a 2L con agua destilada (Soto, 2011).

Figura 5

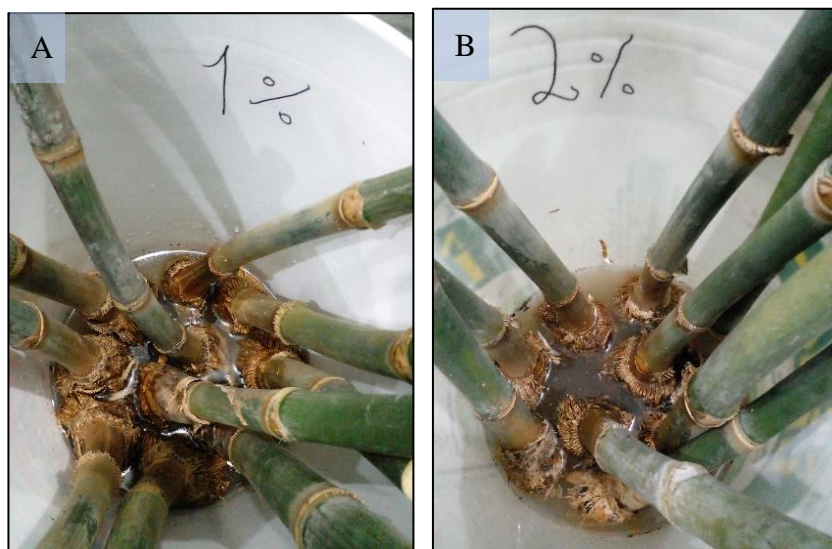
Mezcla de AIB con alcohol



- Finalmente, con las soluciones diluidas del enraizante, se procedió a sumergir las estacas por un periodo de tiempo de 16 horas (Figura 6).

Figura 6

Aplicación del enraizante AIB



A. Enraizante al 1%.

B. Enraizante al 2%

2.3.2.5 Siembra de las estacas

- Transcurrido el tiempo de inmersión de estacas se realizó la siembra en la cama de propagación, con diferentes sustratos (arena fina + aserrín, arena fina + tierra agrícola; y, arena fina + pajilla de arroz).
- Cada unidad experimental fue etiquetada según la distribución del diseño completamente al azar (DCA) para cada tratamiento con sus tres repeticiones (Figura 7):

Figura 7

Rotulado de cada unidad experimental

T7R1	T1R1	T4R1	T9R1	T2R1	T6R1	T8R1	T3R1	T5R1
T6R2	T4R2	T9R2	T3R2	T1R2	T5R2	T2R2	T7R2	T8R2
T2R3	T7R3	T5R3	T6R3	T4R3	T8R3	T1R3	T3R3	T9R3

Nota. T = tratamientos; R = repeticiones

- El riego se suministró diariamente, una vez al día, por la tarde, hasta finalizar el experimento para obtener un prendimiento adecuado de estacas (Figura 8).

Figura 8

Riego de la cama de propagación



2.3.2.6 Tratamientos

La tabla 1 detalla los tratamientos empleados, siendo el resultado de la combinación A: estacas, B: enraizante, C: sustratos; y, D: testigos.

Tabla 1

Tratamientos estudiados

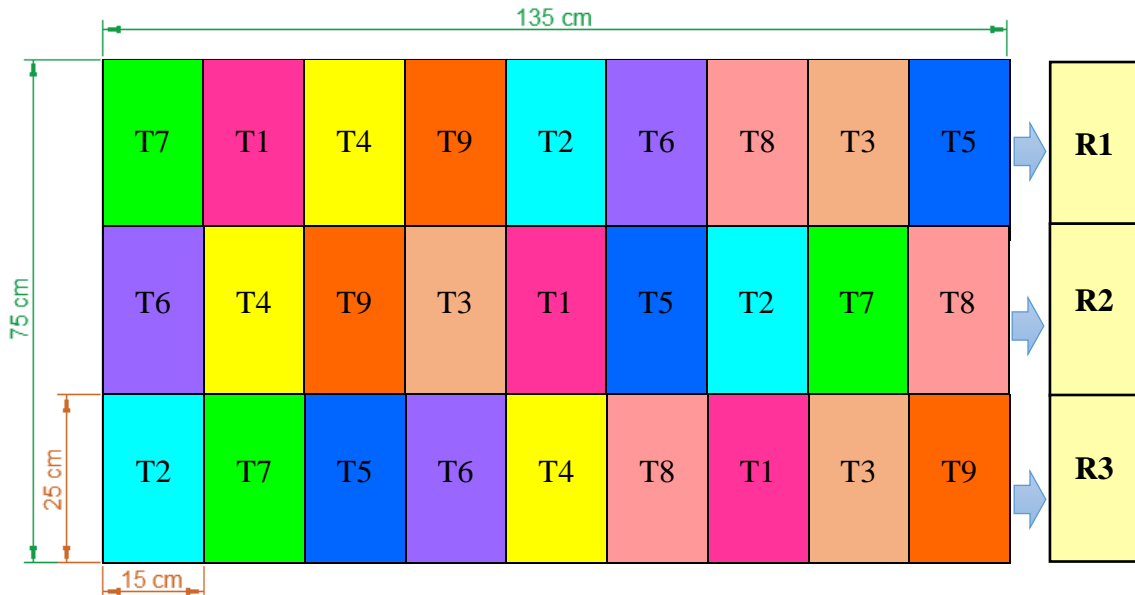
Tratamiento	Código	Detalle
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	Estacas + Enraizante AIB 1% + (Arena fina + aserrín)
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	Estacas + Enraizante AIB 1% + (Arena fina + tierra agrícola)
T ₃	A ₁ B ₁ C ₃	Estacas + Enraizante AIB 1% + (Arena fina + pajilla de arroz)
T ₄	A ₁ B ₂ C ₁	Estacas + Enraizante AIB 2% + (Arena fina + aserrín)
T ₅	A ₁ B ₂ C ₂	Estacas + Enraizante AIB 2% + (Arena fina + tierra agrícola)
T ₆	A ₁ B ₂ C ₃	Estacas + Enraizante AIB 2% + (Arena fina + pajilla de arroz)
T ₇	A ₁ D ₁ C ₁	Estacas + Testigo 1 (Arena fina + aserrín)
T ₈	A ₁ D ₂ C ₂	Estacas + Testigo 2 (Arena fina + tierra agrícola)
T ₉	A ₁ D ₃ C ₃	Estacas + Testigo 3 (Arena fina + pajilla de arroz)

2.3.2.7 Croquis de diseño experimental

La figura 9, proyecta la distribución con el diseño completamente al azar (DCA) de los tratamientos de estudio, considerando tres repeticiones (R1, R2 y R3).

Figura 9

Distribución de los tratamientos en la cama de propagación



2.3.3 Instrumentos de recolección de datos

2.3.3.1 Longitud de raíz mayor

Se determinó tres meses después de haber sembrado las estacas en la cama de propagación, para ello se midió la raíz más larga de cada estaca (Figura 10).

El principal instrumento para medir la variable longitud de raíz mayor fue una cinta diamétrica, ya que permite leer con precisión la longitud de las raíces.

Figura 10

Evaluación de la longitud de la raíz principal



2.3.3.2 Longitud de brotes de la parte aérea

Se realizó un total de cinco mediciones, realizado a los 15, 30, 45, 60 y 90 días de haber sembrado las estacas (Figura 11).

Figura 11

Evaluación de la longitud de brotes



2.3.3.3 Porcentaje de prendimiento

Se calculó al final de la investigación, contabilizando el número de estacas vivas en base al número de estacas plantadas en la cama de propagación. El porcentaje de prendimiento se determinó con la siguiente fórmula (Maldonado, 2019).

Ecuación 1.

$$\% \text{ Prendimiento} = \frac{\text{Número de estacas vivas}}{\text{Número de estacas plantadas}} \times 100$$

2.3.4 Análisis de datos

Con los datos obtenidos se realizó pruebas de normalidad y homogeneidad, utilizando el test Shapiro-Wilk para datos paramétricos; y, para datos no pareados se utilizó el test Kruskal-Wallis que es una alternativa no paramétrica al test ANOVA, finalmente se determinó el análisis de varianza (ANOVA), para el diseño de bloques completamente al azar (DCA) con nueve tratamientos y tres repeticiones. Se utilizó el Software Excel para ordenar los datos y para el procesamiento fue el RStudio (4.3.0).

III. RESULTADOS

3.1 Identificación del sustrato y la concentración adecuada de ácido indolbutírico para el enraizamiento de *Dendrocalamus asper*.

A. Evaluación del mejor sustrato

La tabla 2 muestra que la mezcla de arena fina + pajilla de arroz obtuvo mayor enraizamiento; por el contrario, los sustratos a base de arena fina + aserrín y arena fina + tierra agrícola no obtuvieron buenos resultados ya que de las nueve estacas plantadas para cada sustrato solo tres lograron enraizar.

Tabla 2

Identificación del mejor sustrato para el enraizamiento de estacas de Dendrocalamus asper

Repetición	Tratamiento / Sustrato								
	T1	T4	T7	T2	T5	T8	T3	T6	T9
	Arena fina + aserrín			Arena fina + tierra agrícola			Arena fina + pajilla de arroz		
R1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	0	0	1	1	0	1	0	1
R3	0	1	0	0	1	0	1	1	0
Total	3			3			4		

Nota. T = tratamientos; 0 = estaca muerta; 1 = estaca enraizada.

B. Evaluación del mejor porcentaje de ácido indolbutírico (AIB)

El mayor número de estacas enraizadas se obtuvieron con la concentración del 2% de AIB. Por el contrario, el testigo obtuvo el menor número de resultados ya que de las 9 estacas plantadas solo una enraizó (Tabla 3).

Tabla 3

*Identificación del mejor porcentaje de ácido indolbutírico para el enraizamiento de estacas de *Dendrocalamus asper**

Repetición	Tratamiento / Porcentaje de AIB								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	1%			2%			Testigo		
R1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
R2	1	1	1	0	1	0	0	0	1
R3	0	0	1	1	1	1	0	0	0
Total	4			5			1		

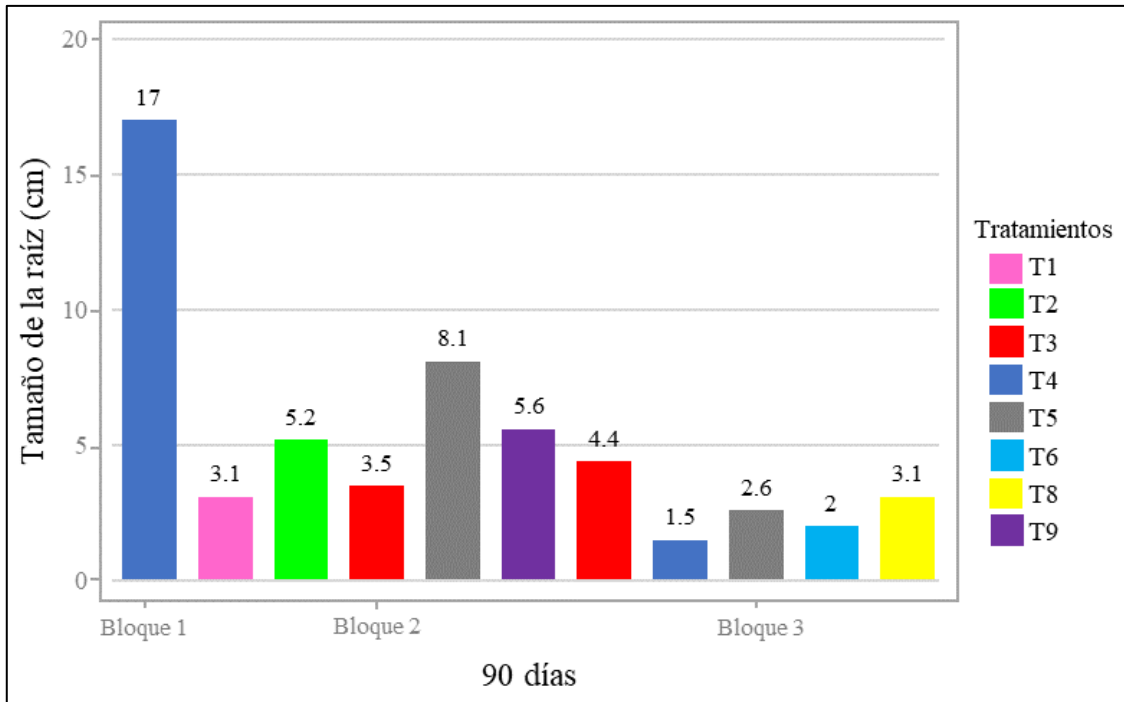
Nota. T = tratamientos; 0 = estaca muerta; 1 = estaca enraizada.

3.2 Estimación del tiempo de enraizamiento de las estacas de *Dendrocalamus asper* con los diferentes sustratos y ácido indolbutírico.

La figura 12 muestra la longitud de la raíz del T4 (A₁B₂C₁) a los 90 días, en la que el bloque 1 alcanzó 17 cm y el bloque 2 no presentó raíces; la longitud del bloque 3 fue de 1,5 cm y el valor promedio de los tres bloques fue de 6,16 cm. Por su parte, T6 (A₁B₂C₃) presentó menor longitud de raíces en el bloque 3, la cual fue de 2 cm, y no se observaron raíces en los bloques 1 y 2; y, el promedio de los bloques fue 0.66 cm.

Figura 12

Gráfica de tiempo de enraizamiento



3.3 Determinación del porcentaje de prendimiento de estacas de *Dendrocalamus asper*.

A. Evaluación del porcentaje de prendimiento (%)

De las 27 estacas plantadas de *D. asper*, 10 sobrevivieron, equivalente a un prendimiento del 37.04%. Siendo el T3, T4 y T5 los mejores tratamientos para el porcentaje de prendimiento con 66.67%. Por el contrario, T7 y T8 no obtuvieron resultado alguno ya que de las 6 estacas plantadas ninguna tuvo resultados (Tabla 4).

Tabla 4*Porcentaje de prendimiento de las estacas*

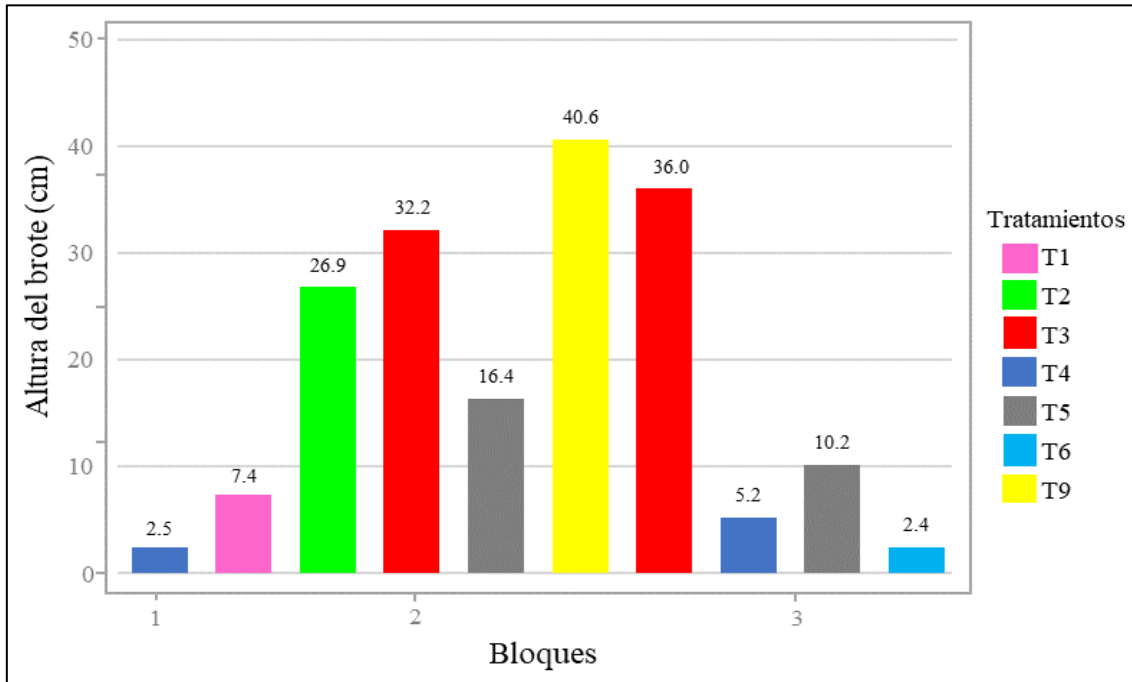
<i>Dendrocalamus asper</i>	N° de estacas sembradas	Prendimiento	Porcentaje de prendimiento
T1	3	1	33.33%
T2	3	1	33.33%
T3	3	2	66.67%
T4	3	2	66.67%
T5	3	2	66.67%
T6	3	1	33.33%
T7	3	0	0.00%
T8	3	0	0.00%
T9	3	1	33.33%
Total de estacas	27	10	37.04%

3.4 Longitud de brotes de la parte aérea**A. Evaluación de longitud de brotes de la parte aérea**

La figura 13 muestra que el T9 obtuvo la longitud de brotes más larga en el bloque 2 con 40.6 cm, pero los bloques 1 y 3 no presentaron brotes, su valor promedio fue 13.53 cm. Por lo tanto, el T3 (A₁B₁C₃) es considerado el mejor tratamiento ya que en el bloque 2 presentó 32.2 cm, seguido del bloque 3 con 36 cm; y, en el bloque 1 no evidencio brotes, obteniendo un valor promedio de 22,73 cm. En cambio, T6 (A₁B₂C₃) presentó menor longitud de brotes de 2,4 cm en el bloque 3 y ninguna longitud de brote en los bloques 1 y 2, obteniendo como valor promedio 0,80 cm.

Figura 13

Longitud de brotes de la parte aérea (cm)



B. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (SW) para la longitud de brotes

El p-valor para la longitud de brotes fue de 0.07167, valor mayor a $\alpha = 0.05$ por lo que se tiene distribución normal (Tabla 5). Por lo tanto, no hay diferencias entre la longitud de los brotes en función de los tratamientos (Figura 14).

Tabla 5

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la longitud de brotes

Shapiro-Wilk normality test
data: residuals(altura)
W = 0.93064, p-value = 0.07167

C. Análisis de varianza (ANOVA)

En la tabla 6 se muestra el resultado del análisis de varianza de la longitud de brotes de la parte aérea, a un nivel de confianza del 95%. El p-valor obtenido fue 0.328, mayor a $\alpha = 0.05$ determinando la distribución normal de los datos. El Fcal fue 1.25 ($> F_{tab} = 0.328$) por lo que existe diferencia significativa en el origen de los tratamientos. Finalmente, el coeficiente de variabilidad (CV%) fue 178.90%, lo que indica que la longitud de brotes de la parte aérea de los tratamientos que conforman la muestra, presenta variabilidad muy alta.

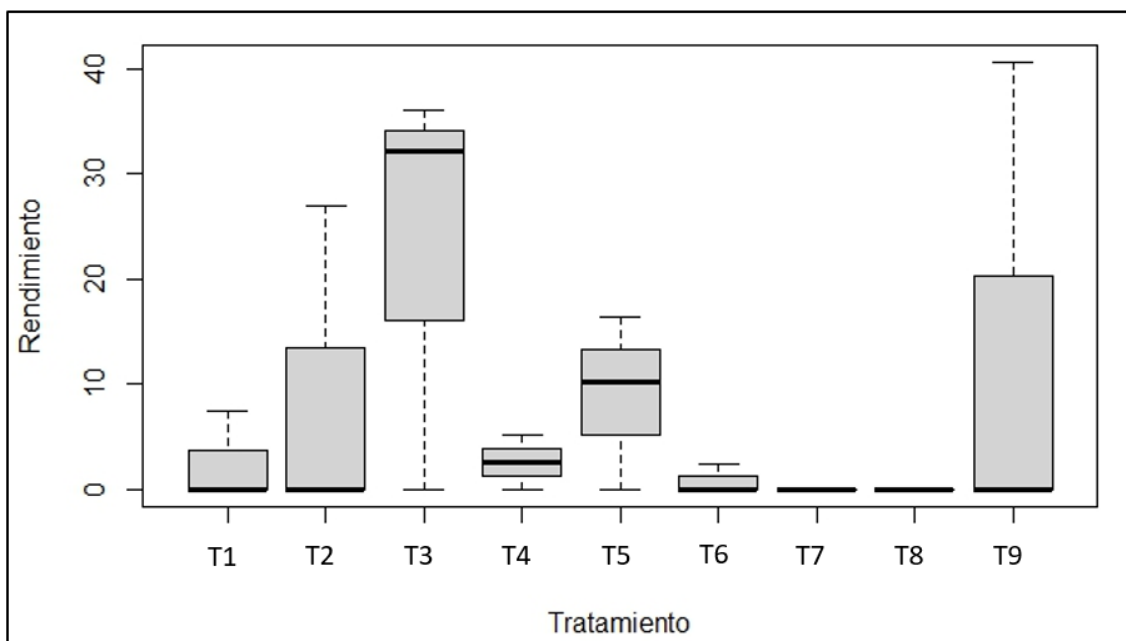
Tabla 6*Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la longitud de brotes de la parte aérea (cm)*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fcal	Pr(>F)
Tratamientos	8	1420	177.4	1.25	0.328
Error	18	2555	141.9		
Total	26				

CV: 178.90%

D. Diagrama de cajas de longitud de brotes

En la figura 14 se observa que el T3 obtuvo el mejor resultado de longitud de brotes, el 25% de los datos (Q_1) se encuentran alrededor de los 16.10 cm, el 50% de los datos (mediana o Q_2) con 32.2 cm; y, el 75% (Q_3) con 34.10 cm, el valor máximo tuvo un rendimiento de 36.0 cm; por el contrario, el T9 obtuvo el mejor rendimiento su valor máximo fue 40.6 cm; sin embargo, la media fue 0. Por otro lado, el T7 y T8 no obtuvieron resultado de longitud de brotes.

Figura 14*Diagrama de cajas de la longitud de brotes de la parte aérea*

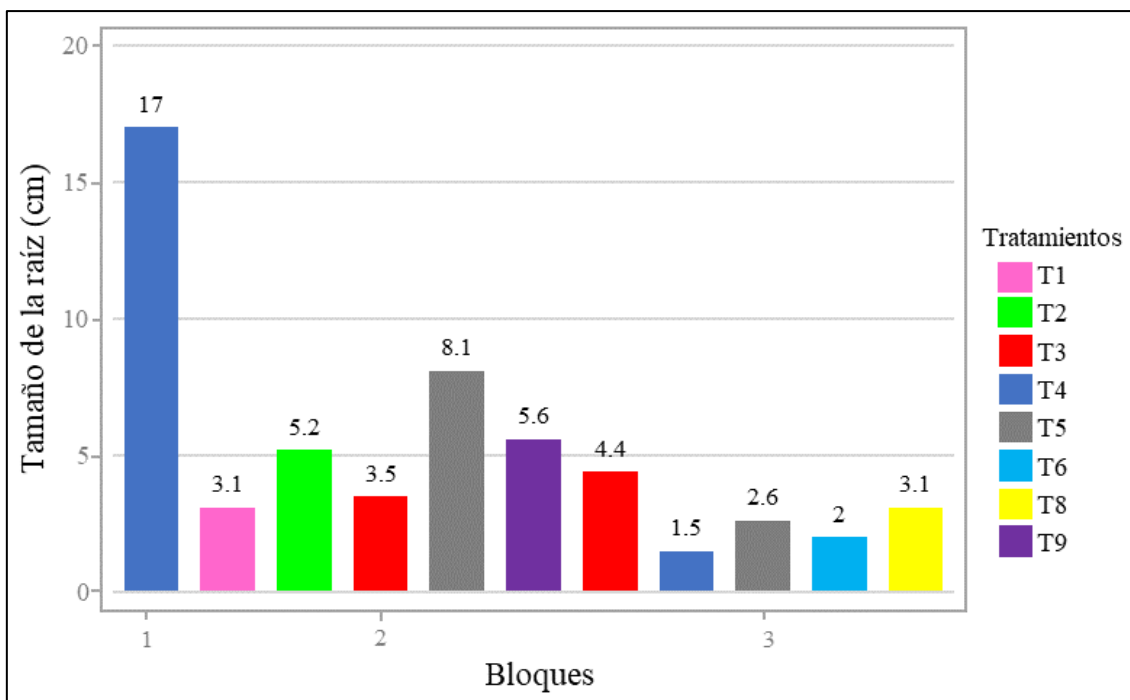
3.5 Longitud de la raíz principal

A. Evaluación de longitud de la raíz principal

La figura 15 muestra que el T4 ($A_1B_2C_1$) presenta mayor longitud de raíz principal en el bloque 1 con 17 cm, en el bloque 2 no se evidencio raíces; y, en el bloque 3 obtuvo 1.5 cm, obteniendo valor promedio de 6.16 cm. Por el contrario, el T6 ($A_1B_2C_3$) presentó menor longitud de raíz principal en el bloque 3 con 2 cm y, en los bloques 1 y 2 no se evidenció raíces con valor promedio de 0.66 cm.

Figura 15

Longitud de la raíz principal (cm)



B. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y Kruskal-Wallis para la longitud de raíz principal

El p-valor para la longitud de raíz principal fue 0.01981, como es menor a $\alpha = 0.05$ la longitud de raíces no tiene una distribución normal, por lo tanto, si hay diferencias significativas. La longitud de raíz es diferente para cada tratamiento.

Tabla 7*Prueba de normalidad Shapiro-Wilk de la longitud de raíz*

Shapiro-Wilk normality test
data: residuals(raiz)
W = 0.90737, p-value = 0.01981

El test de Kruskal-Wallis (no normalidad y homogeneidad) presenta un p-valor de 0.7654, como el p-valor es mayor a $\alpha = 0.05$ la longitud de raíz si tiene una distribución normal; por lo tanto, no hay diferencias entre la longitud de raíz en función de los tratamientos.

El ANOVA muestra que el p-valor fue 0.703, como es mayor a $\alpha = 0.05$ si hay distribución normal de los datos. El Fcal fue 0.681 como es menor a $F_{tab} = 0.703$, muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 16). El coeficiente de variabilidad fue 188.66%, lo que expresa que la longitud de raíz de los tratamientos que conforman la muestra presenta variabilidad muy alta (Tabla 8).

Tabla 8*Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la variable longitud de raíz principal (cm)*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fcal	Pr(>F)
Tratamientos	8	83.69	10.46	0.681	0.703
Error	18	276.59	15.37		
Total	26				

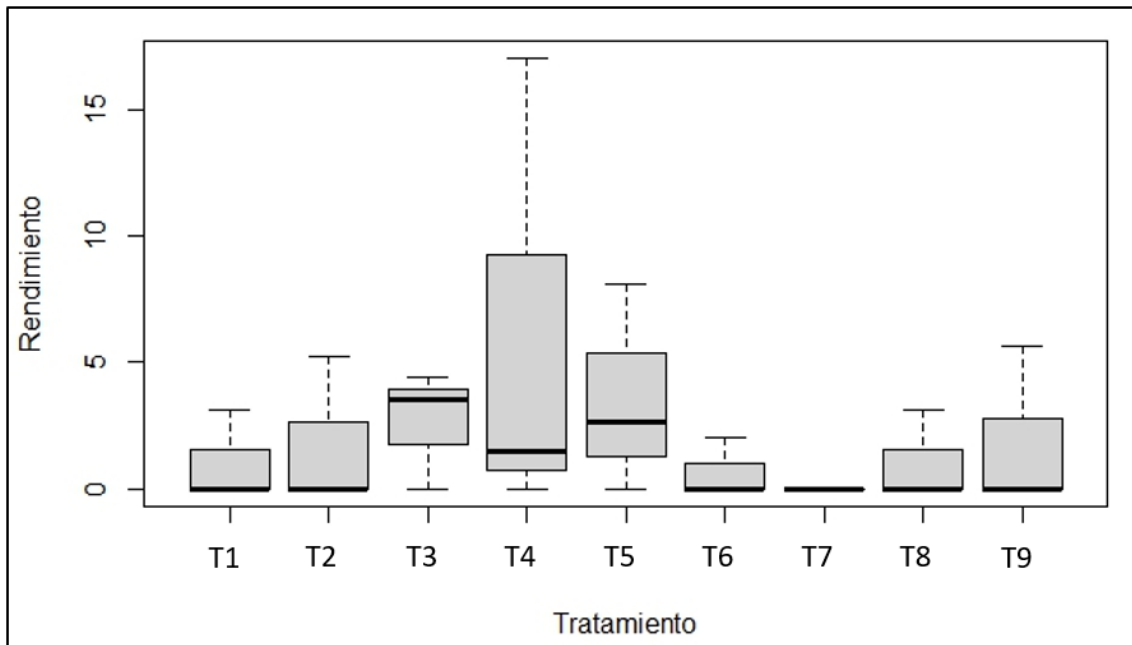
CV: 188.66%

C. Diagrama de cajas de la longitud de raíz

La figura 16 muestra que el T4 obtuvo el mejor resultado de longitud de raíces, el 25% de los datos (Q_1) obtuvo 0.75 cm, el 50% de los datos (mediana o Q_2) se encuentran alrededor de 1.5 cm; y, el 25% (Q_3) con 9.25 cm, su valor máximo obtenido fue 17.0 cm; a diferencia del T7 que no obtuvo resultado alguno de longitud de raíz.

Figura 16

Diagrama de cajas de la evaluación de la longitud de raíz principal



IV. DISCUSIÓN

El sustrato con mayor efecto en el enraizamiento de *Dendrocalamus asper* fue la mezcla de arena fina + pajilla de arroz (Tabla 2), acorde con Montenegro (2023), quien determinó que el sustrato y la proporción que tienen el mayor impacto en el crecimiento de las raíces (longitud y número de raíces) son tierra de cultivo de sustrato + arena de río + cáscara de arroz. Esto se debe a que la cascarilla de arroz tiene peculiaridades favorables para su uso como sustrato hidropónico. Además, tiene propiedades físicas y químicas como bajo porcentaje de descomposición, peso ligero, buen drenaje y buena ventilación, y solo se produce un costo durante el transporte (Aguilar 2022). Por tanto, se rechaza la hipótesis de que el sustrato a base de arena fina + aserrín es la mejor mezcla para la propagación de estacas de *Dendrocalamus asper*.

El ácido indolbutírico al 2% estimuló la longitud de raíces de *Dendrocalamus asper*, con estacas de tres nudos y sustrato a base de arena fina + pajilla de arroz (Tabla 3). Esto se debe a que el tipo de estaca utilizada y el sustrato tuvieron influencia en la longitud de raíces, tal como lo mencionan Guerra *et al.* (2022) quienes determinaron que para el enraizamiento de bambú se debe utilizar material vegetativo juvenil (2 años), con dos nudos y la estaca con una inclinación horizontal y vertical, con sustrato Humus + CAC (Cascarilla de arroz carbonizada). Del mismo modo, la aplicación de AIB influye en el sistema radicular, tal como mencionan Sanjay *et al.* (2004), que la aplicación exógena de la auxina disminuye la respuesta del estolón para producir y estimular la formación y el crecimiento de las raíces y aumentar su longitud; en esa línea de ideas Hossain *et al.* (2018), sustentan que el enraizante AIB mejora significativamente la capacidad de enraizamiento de los esquejes en términos de porcentaje de enraizamiento, número y longitud de raíces, número y longitud de brotes, porcentaje de supervivencia y rendimiento del crecimiento inicial.

Respecto al porcentaje de prendimiento de las estacas evaluadas de *Dendrocalamus asper* se obtuvo un prendimiento de 37.04% (Tabla 4) a los 90 días de siembra. Valores similares, pero con bajo porcentaje de prendimiento a los obtenidos por Trillo (2014) quien en su investigación alcanzó un porcentaje de prendimiento de 34.26%. Sin embargo, estos valores son relativamente bajos, la tasa de supervivencia está relacionada con el método de propagación, tal como argumenta Sánchez (2017), quien obtuvo que la más alta tasa de supervivencia la presentó *D. asper* con 72,99%, esto se debe a que el método de propagación que se usó fue el adecuado tal como sustenta Takahashi (2006), el método por segmentos de ramas es seguro y de fácil manejo, ya que *D. asper* se identifica principalmente por sus raíces aéreas en la base de las ramas laterales. Así mismo Quispe (2009), obtuvo una tasa de supervivencia del 64%. Esto se debe a que aparte del enraizante utilizó fungicida agrícola (Curtine - V), de esa manera evitar el ataque de hongos y otros patógenos, esto con la finalidad de alcanzar una alta tasa de prendimiento.

En cuanto a la formación de brotes de la parte aérea, los valores de longitud dentro de los primeros 30 días fueron relativamente bajos, a partir de los 45 días hasta los 90 días, presentaron un incremento en la longitud de brotes hasta obtener que el T3 (1% de AIB y sustrato a base de arena fina + pajilla de arroz), mostró mayor longitud con un valor promedio de 22.73 cm. Al respecto, Ramírez (2019) obtuvo valores cercanos con una longitud de brotes de 19.18 cm (2.0 mg/L de AIB) pero en diferente material vegetativo (*Guadua angustifolia* Kunth). Destacar que la longitud de brotes puede variar de acuerdo al porcentaje de enraizante, tipo de sustrato y otros factores exógenos de la investigación.

El T4 (2% de AIB y sustrato a base de arena fina + aserrín) presentó mayor longitud de raíz principal con un promedio de 6.16 cm. Canchan (2017) sustenta que el resultado se debe a que la auxina AIB, como regulador del crecimiento, provocó el crecimiento y el desarrollo celular, participa activamente en el desarrollo de la raíz y observa las características fenotípicas del enraizamiento de los esquejes. Así mismo Guerra *et al.* (2022) afirman que el AIB es la hormona más eficaz ya que promueve y regula el crecimiento de raíces. Por otro lado, Soto *et al.* (2006) argumentan que la dosis alta de AIB (10.000 ppm) dando como resultado una reducida capacidad de enraizamiento de los esquejes en comparación con los valores observados en el tratamiento con dosis moderada de AIB.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El tratamiento con concentración del 2% de AIB, favoreció la capacidad de enraizado de las estacas, con respecto a la variable longitud de raíz principal.
- En cuanto a la mezcla de sustrato la arena fina + pajilla de arroz presentaron mejores condiciones para el enraizamiento por el balance de aireación y la concentración de potasio y fosforo que ayudan a estimular la formación de raíces.
- El tiempo estimado para la formación de raíces fue de 90 días, periodo en el que se implementaron condiciones óptimas como labores culturales (riego, deshierbo) y regulación de sombra, para favorecer el prendimiento de las estacas de *Dendrocalamus asper*.
- La determinación del porcentaje de prendimiento del material vegetativo da lugar a discurrir que la propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* en la ciudad de Jaén es relativamente baja con una estimación de 37.04 % de acuerdo a los resultados obtenidos.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a los futuros investigadores y productores utilizar porcentajes mayores al 2% de ácido indolbutírico, para la propagación de *Dendrocalamus asper*.
- Se recomienda a futuros investigadores trabajar la propagación de estacas en camas donde se pueda controlar la temperatura y humedad y otras variables, para incrementar el porcentaje de prendimiento y enraizamiento de las estacas ya que su propagación es más difícil.
- Se sugiere desarrollar proyectos de reforestación con *Dendrocalamus asper* ya que es una especie que se puede utilizar en construcción, artesanía e incluso preparación de alimentos, esto la convierte en una especie de gran importancia tanto en el sector productivo como económico.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, G. L. (2022). Propagación de dos especies de bambúes a través de esquejes, con cuatro sustratos orgánicos en el distrito de Rupa Rupa, Ciudad de Tingo María - fase de vivero. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2310>
- Araujo, D. L. (2015). Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. Schult. f.) Backer ex K. Heyne y *Guadua angustifolia* Kunth establecidas en campo definitivo, Tulumayo - Tingo María. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/632>
- Arya, S., & Satsangi, R. (2008). Direct regeneration of shoots from immature inflorescences in *Dendrocalamus asper* (edible bamboo) leading to mass propagation. *Ciencia y cultura del bambú*. 21(1): 14-20. <https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=15357635&AN=34319189&h=8Ia2PzbUnraIh7yg3GUeeQl0yUc%2F6YS730DyXe9l80OVpg7bU6ws8DU7sn48w66YxDE0Eb4VOCv123naNN%2B2Nw%3D%3D&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal>
- Belincanta, C., Botelho, G., Ornellas, T., Zappelini, J., & Guerra, M. (2022). Characterization of the endophytic bacteria from in vitro cultures of *Dendrocalamus asper* and *Bambusa oldhamii* and assessment of their potential effects in in vitro co-cultivated plants of *Guadua chacoensis* (Bambusoideae, Poaceae). *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 58(1): 122–132. <https://doi.org/10.1007/S11627-021-10204-1>
- Canchan, R. (2017). Identificación y Propagación de *Guadua* sp. Con fitoreguladores, Pichanaqui - Perú. Satipo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3993>
- Chávez, M. (2022). Factores que inciden en la propagación vegetativa de *Guadua weberbaueri* Pilg., *Guadua lynnclarkiae* Londoño y *Guadua superba* Huber. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5533>

- Cruz, N., Morante, J., & Acosta, M. (2008). Propagación Vegetativa de Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) mediante la utilización de hormonas de enraizamiento (ANA y AIB). *Ciencia Y Tecnología*, 1(1): 7–10. <https://doi.org/10.18779/cyt.v1i1.68>
- Díaz, Y., Mendoza, E., & Inga, C. (2017). Manual Técnico del Bambú para Productores. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) [Primera edición ed.]. <https://es.scribd.com/document/372716454/Manual-Tecnico-del-Bambu-para-Productores-pdf>
- Felisberto, M., Beraldo, A., Costa, M., Boas, F., Franco, C., & Clerici, M. (2019). Characterization of young bamboo culm starch from *Dendrocalamus asper*. *Food Research International*, 124: 222–229. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.03.074>
- Gritsch, C., Kleist, G., & Murphy, R. (2004). Developmental Changes in Cell Wall Structure of Phloem Fibres of the Bamboo *Dendrocalamus asper*. *Annals of Botany*, 94(4): 497–505. <https://doi.org/10.1093/AOB/MCH169>
- Guerra WF., Chávez MO., García-Soria DG., Rodríguez KI., Abanto C., Del Castillo D., Rojas KC., García ER., Rodríguez JA., Espejo DJ y Revilla JM. (2022). Propagación vegetativa de bambú nativo en la Amazonía Peruana. Manual Técnico. Instituto de Investigaciones la Amazonia Peruana – IIAP. Pucallpa, Ucayali. <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/691>
- Hossain, M., Kumar, S., Seca, G., Maheeran, A., & Nor-Aini, A. (2018). Mass propagation of *Dendrocalamus asper* by branch cutting. *Journal of Tropical Forest Science*. *Journal of Tropical Forest Science* 30(1): 82–8. <https://doi.org/10.26525/jtfs2018.30.1.8288>
- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Biotecnología Vegetal*. Vol. 11, No. 3: 143 - 154. Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>
- Maldonado, M. (2019). Propagación de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. F.) Backer ex K. Heyne f. (Bambú) a través de esquejes en tres tipos de abonos orgánicos. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1577>

- Mercedes, J. R. (2006). Guía Técnica Cultivo del Bambú. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. <https://cedaf.org.do/wp-content/uploads/2022/08/Bambu.pdf>
- Montenegro, L. (2023). Efecto de dos dosis de enraizador con cinco sustratos en el enraizamiento de esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en macrotúnel, Huarangopampa-Amazonas. Repositorio Institucional UPA. <https://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/249>
- Orellana, D., & Sánchez, M. (2006). Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. *Revista de Investigación Educativa*, 24(1): 205-222. <https://revistas.um.es/rie/article/view/97661>
- Quispe, D. (2009). Propagación de tres especies de bambú a través de esquejes con diferentes dosis de humus de lombriz, en la zona de Tingo Maria. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/707/T.FRS-85.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, R. (2019). Propagación clonal de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero, Tingo María. Repositorio Institucional UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1438/RRR_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, A. M. (2017). Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el Vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7665>
- Sanjay, S., Pramod K., & S.A Ansari, (2004). A simple method for large-scale propagation of *Dendrocalamus asper*, *Scientia Horticulturae*, 100: 251-255, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.08.006>
- 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 de maestría, Universidad

Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.
<https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/555/T.FRS-158.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soto, L., Mata, J., Hernández, J., Rosas, H., & Alcalá, V. (2006). Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de *Ficus benjamina* L. en diferentes épocas del año. Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 2(3): 795-814. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2213985.pdf>

Takahashi, J., & del Bambú–PERUBAMBU, A. P. (2006). *Bamboo in Latin America: past, present and the future*. In Bamboo for the Environment, Development and Trade (Abstracts and Papers published in International Bamboo Workshop Wuyishan City, Fujian, China, Sponsored by International Network for Bamboo and Rattan China State Forestry Administratio. <https://docplayer.net/53431833-Bamboo-for-the-environment-development-and-trade.html>

Trillo, Y. (2014). Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. Wendl. var. *vittata*. Riviere & C. Riviere, *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua aff. angustifolia* Kunth en el Fundo Bio Selva - Satipo. Repositorio Institucional UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1911/Trillo%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mi querido padre Darío Goicochea Ruiz y a mi madre quien en vida fue María Margarita More Castañeda por siempre inculcarme las mejores enseñanzas y valores, además de sus sacrificios para lograr mi meta y sobre todo por su amor y apoyo incondicional en cada momento.

A mis queridos hermanos Noé Darwin Goicochea More y Martin Goicochea More por ser mis mejores ejemplos en lo personal y profesional; por brindarme siempre sus mejores consejos que me permitieron cumplir mi meta.

A mi hermana de corazón Yossi Romero Carrasco por brindarme su compañía en cada momento, sus mejores consejos y considerarme parte de su familia.

Esperanza Goicochea More

La presente investigación la dedico a mis padres Dina Olivera Delgado e Isidro Uriarte Guevara quienes me inculcaron buenos valores, enseñanzas y por brindarme siempre su amor incondicional.

Así mismo a mi hermano Yerson Uriarte Olivera por ser una motivación para brindarle un buen ejemplo del cual algún día se pueda guiar.

A mis padrinos Ana Chú y Victor Herrera por permitirme formar parte de su familia y considerarme como una más de sus hijas.

Karin Yulisa Uriarte Olivera

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Jehová Dios por prestarme vida y guiarme para cumplir mi meta académica.

Agradezco a nuestra asesora la Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga por todas sus enseñanzas y orientación en la formulación, ejecución y redacción de esta investigación. Muchas gracias por todos sus conocimientos y apoyo brindado.

A mi padre Darío Goicochea Ruiz y mi hermano Noé Darwin Goicochea More por su apoyo con el material vegetativo para el desarrollo del presente proyecto.

Al Sr. Anibal encargado del vivero municipal “Manuela Díaz Estela” por su apoyo con el área de ejecución y herramientas.

Al Programa Nacional de Becas (PRONABEC) por el apoyo económico en el proceso de mi formación profesional.

A mi compañera Karin Uriarte Olivera por el apoyo y paciencia para culminar nuestro proyecto de investigación.

Esperanza Goicochea More

Principalmente agradezco a Dios por guiarme y permitirme seguir adelante frente a cualquier adversidad.

Agradezco de manera muy especial a nuestra Asesora Mg. Candy Ocaña Zúñiga con sus conocimientos y orientaciones se logró desarrollar con éxito la presente investigación.

A mis padres Dina Olivera Delgado e Isidro Uriarte Guevara quienes me apoyaron inconveniente a lo largo de todos mis estudios.

A mi compañera Esperanza Goicochea More, por su perseverancia y compromiso para ejecutar de la mejor manera nuestra investigación.

Karin Yulisa Uriarte Olivera

ANEXOS

Anexo 1. Fichas de recolección de datos de campo

Figura 17

Datos generales de la variable de porcentaje de prendimiento por tratamiento y periodo de evaluación desde los 15 días hasta los 90 días

15 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1									
2	X	X							X
3			X		X	X			
30 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				X					
2	X	X	X						X
3			X		X	X			
45 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				X					
2	X	X	X						X
3			X		X	X			
60 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				X					
2	X	X	X		X				X
3			X		X	X			
90 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				X					
2	X	X	X		X				X
3			X	X	X	X			

Nota. X = existencia de estacas

Figura 18

Datos generales de la variable de longitud de brotes (cm) de la parte aérea por tratamiento y periodo de evaluación

15 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1									
2	1.7	1							3
3			5.3		4.2	1			
30 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				2					
2	4.5	1.1	3						4.3
3			6		4.5	1.5			
45 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				2.1					
2	5.9	1.25	9.7						5.2
3			15.1		4.6	1.8			
60 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				2.3					
2	6	1.4	26		7.3				5.3
3			28.5		4.8	2.1			
90 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				2.5					
2	7.4	26.9	32.2		16.4				40.6
3			36	5.2	10.2	2.4			

Figura 19

Datos generales de la variable de porcentaje de enraizamiento (cm) por tratamiento al culminar la ejecución del proyecto

Datos generales de la variable de porcentaje de enraizamiento (cm) por tratamiento al culminar la ejecución del proyecto									
90 días									
Rep.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1				17					
2	3.1	5.2	3.5		8.1				5.6
3			4.4	1.5	2.6	2		3.1	

Anexo 2. Cuadro mediciones de brotes en el periodo de tres meses

Tabla 9

Registro de mediciones de la longitud de brotes de la parte aérea, por periodos de evaluación

Fecha	Tratamiento	Fuente	Longitud de brotes de la parte aérea (cm)
15 días 21/10/2022	T1		0
	T2		0
	T3		0
	T4		0
	T5	Bloque I	0
	T6		0
	T7		0
	T8		0
	T9		0
	T1		1.70
	T2		1.00
	T3	Bloque II	0
	T4		0

T5		0	
T6		0	
T7		0	
T8		0	
T9		3.00	
<hr/>			
T1		0	
T2		0	
T3		5.30	
T4		0	
T5	Bloque III	4.20	
T6		1.00	
T7		0	
T8		0	
T9		0	
<hr/>			
T1		0	
T2		0	
T3		0	
T4		2.0	
T5	Bloque I	0	
T6		0	
T7		0	
T8		0	
T9		0	
<hr/>			
30 días 5/11/2022	T1	4.50	
	T2	1.10	
	T3	3.00	
	T4	0	
	T5	Bloque II	0
	T6		0
	T7		0
	T8		0
	T9		4.30
	<hr/>		
T1	Bloque III	0	

T2		0
T3		6.00
T4		0
T5		4.50
T6		1.50
T7		0
T8		0
T9		0
<hr/>		
T1		0
T2		0
T3		0
T4		2.10
T5	Bloque I	0
T6		0
T7		0
T8		0
T9		0
<hr/>		
T1		5.90
T2		1.25
T3		9.70
T4		0
T5	Bloque II	0
T6		0
T7		0
T8		0
T9		5.20
<hr/>		
T1		0
T2		0
T3		15.10
T4	Bloque III	0.00
T5		4.60
T6		1.80
T7		0

45 días
20/11/2022

	T8	0
	T9	0
	<hr/>	
	T1	0
	T2	0
	T3	0
	T4	2.30
	T5	Bloque I
	T6	0
	T7	0
	T8	0
	T9	0
	<hr/>	
	T1	6.00
	T2	1.40
	T3	26.00
	T4	0
60 días	T5	Bloque II
05/12/2022	T6	7.30
	T7	0
	T8	0
	T9	5.30
	<hr/>	
	T1	0
	T2	0
	T3	28.50
	T4	0
	T5	Bloque III
	T6	4.80
	T7	2.10
	T8	0
	T9	0
	<hr/>	
	T1	0
90 días	T2	0
04/01/2023	T3	Bloque I
	T4	0
		2.50

T5		0
T6		0
T7		0
T8		0
T9		0
<hr/>		
T1		7.40
T2		26.90
T3		32.20
T4		0
T5	Bloque II	16.40
T6		0
T7		0
T8		0
T9		40.60
<hr/>		
T1		0
T2		0
T3		36.00
T4		5.20
T5	Bloque III	10.20
T6		2.40
T7		0
T8		0
T9		0
<hr/>		

Anexo 3. Cuadro de mediciones de raíz a los 90 días

Tabla 10.

*Resultados de la longitud de raíz principal (cm) de estacas de *Dendrocalamus asper* a los 90 días*

Fecha	Tratamiento	Fuente	Medida de raíz (cm)
90 días 4/01/2021	T1		0.00
	T2		0.00
	T3		0.00
	T4		17.00
	T5	Repetición 1	0.00
	T6		0.00
	T7		0.00
	T8		0.00
	T9		0.00
	T1		3.10
	T2		5.20
	T3		3.50
	T4		0.00
	T5	Repetición 2	8.10
	T6		0.00
	T7		0.00
	T8		0.00
	T9		5.60
	T1		0.00
	T2		0.00
	T3		4.40
	T4		1.50
	T5	Repetición 3	2.60
	T6		2.00
	T7		0.00
	T8		0.00
	T9		3.10

Anexo 4. Tabla del porcentaje de prendimiento

Tabla 11

Porcentaje total de prendimiento a los 90 días

<i>Dendrocalamus asper</i>	N° de estacas sembradas	Prendimiento	Porcentaje de prendimiento
R1T1	1	0	0.00%
R1T2	1	0	0.00%
R1T3	1	0	0.00%
R1T4	1	1	100.00%
R1T5	1	0	0.00%
R1T6	1	0	0.00%
R1T7	1	0	0.00%
R1T8	1	0	0.00%
R1T9	1	0	0.00%
R2T1	1	1	100.00%
R2T2	1	1	100.00%
R2T3	1	1	100.00%
R2T4	1	0	0.00%
R2T5	1	1	100.00%
R2T6	1	0	0.00%
R2T7	1	0	0.00%
R2T8	1	0	0.00%
R2T9	1	1	100.00%
R3T1	1	0	0.00%
R3T2	1	0	0.00%
R3T3	1	1	100.00%
R3T4	1	1	100.00%
R3T5	1	1	100.00%
R3T6	1	1	100.00%
R3T7	1	0	0.00%
R3T8	1	0	0.00%
R3T9	1	0	0.00%
Total de estacas sembradas	27	10	37.04%

Anexo 5. Limpieza y nivelación del área

Figura 20

Limpieza del área para la cama de propagación



Figura 21

Nivelación del área para la cama de propagación



Anexo 6. Construcción de la cama de propagación

Figura 22

Perímetro de la cama de propagación



Figura 23

Cama de propagación separaciones de triplex



Anexo 7. Tinglado de la cama de propagación

Figura 24

Hoyado para el tinglado



Figura 25

Cama de propagación con tinglado



Anexo 8. Corte de las estacas de *D. asper*

Figura 26

Parcela de D. asper



Figura 27

Corte de las cañas de D. asper



Figura 28

Estacas de Dendrocalamus asper



Anexo 9. Aplicación del ácido indolbutírico

Figura 29

Peso del ácido indolbutírico



Figura 30

Mezcla del AIB con alcohol



Figura 31

Aplicación del 1% de AIB a las estacas



Anexo 10. Mezcla de los sustratos

Figura 32

Sustrato arena fina + tierra agrícola



Figura 33

Mezcla del sustrato (arena fina + tierra agrícola)



Anexo 11. Siembra de las estacas

Figura 34

*Siembra de las estacas de *D. asper**



Figura 35

Estacas sembradas en la cama de propagación con su rotulado



Anexo 12. Riego de la cama de propagación

Figura 36

Riego a la cama de propagación (tarde)



Anexo 13. Evaluación de la longitud de brotes de la parte aérea

Figura 37

Evaluación de la longitud de brotes



Figura 38

Medida de la longitud de brotes



Anexo 14. Evaluación de la raíz principal

Figura 39

Medida de la longitud de raíz principal



Anexo 15. Carta de aceptación de ejecución en el vivero municipal

“Año del fortaleciendo de la soberanía nacional”

CARTA DE ACEPTACIÓN

Jaén, 20 de junio del 2022

CARTA 001-2022-/MPJ/SGAVO/JCSL
ING. JOSE CARLOS SILVA LOPEZ
sub Gerente de Áreas Verdes y Ornato (e)
Municipalidad Provincial de Jaén

Presente:

Tengo el agrado de dirigirme a usted con la finalidad de hacer de su conocimiento que la solicitud sobre uso de espacio en el vivero municipal para ejecución de proyecto de tesis denominado “ **INFLUENCIA DE TRES SUSTRATOS Y DOS CONCENTRACIONES DE ACIDO INDOLBUTIRICO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Dendrocalamus asper* (Schult, & Schult.f.) Backer ex k. Heyne (Bambú gigante) EN JAEN CAJAMARCA**”, Presentado por las tesisistas Esperanza Goicochea More y Karin Uriarte Olivera, estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, ha sido aceptada para que ejecute su tesis mencionada, otorgándoles las facilidades necesarias por el tiempo que estimen conveniente en una área del vivero “MANUEL DIAZ ESTELA”, de esta municipalidad



ING. JOSE CARLOS SILVA LÓPEZ
Encargado de la Sub Gerencia de Áreas Verdes y Ornato