

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE
Bambusa tuldooides (Bambú) EN FASE VIVERO, DISTRITO RUPA RUPA-
PROVINCIA LEONCIO PRADO**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

MARCELO DOMINGUEZ CUETO

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°042-2026-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 15 de setiembre de 2025, a horas 05:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Bambusa tuldoidea* (Bambú) EN FASE VIVERO, DISTRITO RUPA RUPA-PROVINCIA LEONCIO PRADO”

Presentado por el Bachiller: **DOMINGUEZ CUETO, MARCELO** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “MUY BUENA”.

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, 28 de Abril de 2026



Ing. MSc. **ROBERT GILBERT PECHO DE LA CRUZ**
PRESIDENTE



Ing. M. Sc. **RAÚL ARAUJO TORRES**
MIEMBRO



Ing. M. Sc. **MARIBEL FLORA ROCA CAPCHA**
MIEMBRO



Ing. MSc. **JOSÉ ANTONIO DIONISIO ARMAS**
ASESOR



Ing. MSc. **BRAYAN ANDRE CALDAS DE LA CRUZ**
ASESOR



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 148 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico 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% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE <i>Bambusa tuldooides</i> (Bambú) EN FASE VIVERO, DISTRITO RUPA RUPA- PROVINCIA LEONCIO PRADO	MARCELO DOMINGUEZ CUETO	14 % Catorce	Menor a 20 %

Tingo María, 19 de mayo de 2026.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

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



TESIS

Título	: Efecto de la fertilización en la propagación vegetativa de <i>Bambusa tuldoides</i> (Bambú) en fase vivero, distrito Rupa Rupa-Provincia Leoncio Prado
Autor	: DOMINGUEZ CUETO, Marcelo
Asesor(es)	: Ing. Msc. DIONISIO ARMAS, José Antonio Ing. Msc. CALDAS DE LA CRUZ, Brayan
Objetivo general	: Evaluar el efecto de la fertilización en la propagación vegetativa de <i>Bambusa tuldoides</i> en fase de vivero en el distrito Rupa Rupa-provincia Leoncio Prado.
Programa de investigación	: Gestión de bosques y plantaciones forestales
Línea de investigación	: Silvicultura, manejo y gestión de bosques
Eje temático de investigación	: Identificar y cuantificar los recursos forestales
Lugar de ejecución	: Leoncio Prado - Huánuco
Duración	: Fecha de inicio: 20/02/23 Fecha de término: 20/11/23
Financiamiento	: Propio (x) FEDU () Eterno ()
Presupuesto	: s/. 4 048.00

Tingo María – Perú

Marzo, 2025

DEDICATORIA

A Dios ante todo por ser quien nos brinda fortaleza sabiduría y es quien nos brinda salud en todo momento.

A mis queridos padres: Ernan Dominguez Lura y Mercedes Cueto Dávila, quienes fueron ejemplo de superación brindándome el apoyo incondicional durante mi formación universitaria. Gracias por brindarme la herencia más noble: Educación.

A mi amada Fernanda Pacheco Izquierdo, por ser estímulo de paciencia, amor y ánimo.

A mi hija Valentina Rosa Dominguez Pacheco, por ser mi fuente de inspiración y fortaleza para lograr mis objetivos.

A mis estimados hermanos Emerson y Violeta, por su apoyo, con consejos y por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

A La Universidad Nacional Agraria de la Selva, docentes y personal administrativo, a la Facultad de Recursos Naturales Renovables en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal por brindarme diferentes conocimientos durante mi formación profesional.

Al Ing. MSC. José Antonio Dionisio Armas y al Ing. MSC. Brayan Caldas de la Cruz por sus consejos, orientación y apoyo en el asesoramiento de este trabajo de Investigación.

Al Ing. Raúl Araujo Torres, Ing. Roca Capcha Marivel e Ing. Panduro Daza Gunter, por sus consejos y orientación durante el proceso de la realización de la tesis.

A mis queridos amigos y técnicos de la UNAS, Mario Soza, Francisco Medina, Edwin Toribio, Elías Jara, Alvaro Villanueva y Jhorbis Baltazar por su gran apoyo durante la realización y culminación de este presente trabajo.

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. La especie Bambusa tuldooides.....	4
2.1.3. Descripción botánica.....	6
2.1.4. Técnicas de propagación de bambú.....	7
2.1.5. Factor ambiental y estructural para la propagación.....	9
2.1.6. Sustratos.....	9
2.1.7. Cámara de invernadero.....	10
2.1.8. Fertilización.....	11
2.1.9. El superfosfato triple (SFT).....	11
2.2. Estado del arte.....	12
2.2.1. Internacional.....	12
2.2.2. Nacional.....	14
2.2.3. Local.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Lugar de ejecución.....	21
3.1.1. Ubicación política.....	21
3.1.2. Ubicación geográfica.....	21
3.1.3. Condición climática.....	22
3.1.4. Características del área de trabajo.....	23
3.2. Material y métodos.....	23
3.2.1. Materiales y equipos.....	23
3.2.2. Metodología.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Efecto de la fertilización en el número de hijuelos, la altura, diámetro y el número de hojas del brote principal de B. tuldooides en fase de vivero, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado.....	30
4.1.1. Número de hijuelos.....	30

4.1.2.	Altura total	32
4.1.3.	Diámetro del culmo	34
4.1.4.	Número de hojas	38
4.2.	Efecto de la fertilización en el número de raíces, longitud de raíz principal	40
4.2.1.	Número de raíces	40
4.2.2.	Longitud de la raíz principal	41
4.3.	Efecto de la fertilización en porcentaje de supervivencia y mortalidad de Bambusa tuldooides en fase vivero, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado	43
4.3.1.	Porcentaje de supervivencia.....	43
4.3.2.	Porcentaje de mortalidad	45
4.4.	Efecto de la fertilización en las propiedades físicas y químicas del suelo bambusal, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado	47
4.4.1.	Nivel de pH.....	47
4.4.2.	Conductividad eléctrica	48
4.4.3.	Nivel de materia orgánica	49
4.4.4.	Nivel de nitrógeno	50
4.4.5.	Nivel de carbono	51
4.4.6.	Nivel de fósforo disponible.....	52
4.4.7.	Nivel de potasio disponible.....	53
4.4.8.	Capacidad de intercambio catiónico	54
4.4.9.	Nivel de calcio cambiabile.....	55
4.4.10.	Nivel de magnesio cambiabile	56
4.4.11.	Nivel de potasio cambiabile.....	58
4.4.12.	Nivel de sodio cambiabile.....	58
4.4.13.	Bases cambiabile	59
V.	CONCLUSIONES	61
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	62
VII.	REFERENCIAS.....	63
	ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento.	25
2. ANVA para el número de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	30
3. Comparación de medias para el número de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	31
4. ANVA para la altura total de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	32
5. Comparación de medias para la altura total de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	32
6. ANVA para el diámetro inicial de los hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	35
7. Comparación de medias para el diámetro inicial de los hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.	35
8. ANVA para el diámetro final de los hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	36
9. Comparación de medias para el diámetro final de los hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.	37
10. ANVA para el número de hojas de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	38
11. Comparación de medias para el número de hojas de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	39
12. ANVA para el número de raíces de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	40
13. Comparación de medias para el número de raíces de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	41
14. ANVA para la longitud de la raíz principal de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	42
15. Comparación de medias para la raíz principal de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	42
16. ANVA para la mortalidad de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a	

	diferentes dosis de biofertilizante.....	45
17.	Comparación de medias para la mortalidad de hijuelos de <i>B. tuldoides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	46
18.	Base de datos del experimento en <i>B. tuldoides</i>	79
19.	Base de datos de la supervivencia y mortalidad en el experimento con <i>B. tuldoides</i>	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación de la mata de bambú y el Vivero forestal.	21
2. Comportamiento de temperatura y humedad relativa en el vivero.	22
3. Diseño y distribución de los tratamientos de estudio	25
4. Número de hijuelos de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	31
5. Altura total de hijuelos de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	33
6. Diámetro inicial de los hijuelos de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	36
7. Diámetro final de hijuelos de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.	37
8. Número de hojas de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	39
9. Número de raíces de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	41
10. Longitud de la raíz principal de hijuelos de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	43
11. Comportamiento de la supervivencia de <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	44
12. Mortalidad de los esquejes en <i>B. tuldooides</i> sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.....	46
13. Nivel de pH en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	48
14. Conductividad eléctrica en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	49
15. Nivel de materia orgánica en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	50
16. Nivel de nitrógeno en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	51
17. Nivel de carbono en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	52

18.	Nivel de fósforo disponible en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	53
19.	Nivel de potasio disponible en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	54
20.	Nivel de CIC en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	55
21.	Nivel de calcio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	56
22.	Nivel de magnesio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	57
23.	Nivel de potasio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	58
24.	Nivel de sodio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	59
25.	Bases cambiables en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.....	60
26.	Reconocimiento de <i>B. tuldooides</i> en fundo Agronomía.....	71
27.	Corte de los esquejes de <i>B. tuldooides</i>	71
28.	Remojado para evitar deshidratación de los esquejes de <i>B. tuldooides</i>	72
29.	Inmersión de los esquejes de <i>B. tuldooides</i> bajo biorregulador Root-Hor®.....	72
30.	Siembra de esquejes de <i>B. tuldooides</i> empleando suelo de bambusal como sustrato.....	73
31.	Desinfectado de las camas de cría con Fuji One 40 c dentro del invernadero.....	73
32.	Eliminación de las malezas presentes en las bolsas con sustrato.....	74
33.	Codificación de las unidades experimentales dentro del invernadero.	74
34.	Seguimiento de desarrollo de los esquejes sembrados de <i>B. tuldooides</i>	75
35.	Actividad concerniente a las evaluaciones de los brotes de <i>B. tuldooides</i>	75
36.	Medición de la humedad relativa dentro del invernadero a las 12:00 pm.....	76
37.	Medición de a humedad relativa y temperatura ambiental dentro del invernadero a las 8:00 am.....	76
38.	Parcela experimental pasado los cuatro meses de su establecimiento.	77
39.	Plantón de <i>B. tuldooides</i> correspondiente al T ₃ con mejor desarrollo en diámetro.....	77
40.	Evaluación del diámetro de <i>B. tuldooides</i> empleando el vernier digital.	78

41. Evaluación de la altura total de <i>B. tuldoides</i> empleando la wincha.	78
--	----

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la fertilización en la propagación vegetativa de *Bambusa tuldoides* en fase de vivero en el distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado. Se extrajo esquejes de una mata del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, luego se colocaron en un invernadero donde el sustrato utilizado provino del bambusal, el fertilizante se formuló al mezclar ceniza, superfosfato triple y agua, fermentándose por 20 días y se aplicó en dosis considerados como tratamientos: T₁ con 30 ml, T₂ con 34 ml, T₃ con 38 ml, T₄ con 42 ml y T₅ con 46 ml, adicionando un grupo control o testigo, estos fueron distribuidos bajo un diseño completo al azar y evaluados hasta los 120 días de instalado el experimento. Entre los resultados sobresalió el T₃ respecto al número de hijuelos, diámetro del culmo, número de hojas, número de raíces y longitud principal de las raíces, asimismo fue notorio una elevada mortalidad en todos los tratamientos y el testigo. En el caso de las características del sustrato, sobresalieron el T₁ en mayor nivel del fósforo disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio y sodio; T₃ favoreció al pH, conductividad eléctrica y magnesio; el T₄ elevó el valor de la materia orgánica, nitrógeno y carbono; además el T₅ se reportó mayores niveles del potasio disponible y potasio cambiante. Se concluye que, aplicar el biofertilizante favorece la producción de plantones, pero se debe propagar esta especie en condiciones de elevada precipitación.

Palabras clave: Clima, culmo, hijuelos, invernadero, mortalidad.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of fertilization on the vegetative propagation of de *Bambusa tuldooides* during the nursery phase in the Rupa Rupa district of the Leoncio Prado province [in Peru]. Cuttings from a bamboo clump at the Universidad Nacional Agraria de la Selva campus were extracted; later they were place in a greenhouse where the substrate that was used was from a bamboo grove [and] the fertilizer was formulated from a mix of ash, triple super phosphate and water [that was] fermented for twenty days and [then] applied at doses that were considered to be the treatments: T₁ with 30 ml, T₂ with 34 ml, T₃ with 38 ml, T₄ with 42 ml, and T₅ with 46 ml, [to which] a control or test group was added. They were distributed under a completely random design and evaluated for the 120 days that the experiment was installed. Among the results, T₃ stood out with respect to the number of offshoots, culm diameter, number of leaves, number of roots, and the length of the main roots; at the same time, an elevated mortality rate was notorious for all of the treatments and the control. In the case of the characteristics of the substrate, T₁ stood out for the greatest level of available phosphorus, cation exchange capacity, calcium, and sodium; T₃ favored the pH, electrical conductivity and magnesium; T₄ elevated the value of the organic matter, nitrogen and carbon; also, T₅ was reported to have greater levels of available potassium and changeable potassium. It was concluded that the application of biofertilizer favored the production of seedlings, but this specie should be propagated under conditions of elevated precipitation.

Keywords: climate, culm, offshoots, greenhouse, mortality

I. INTRODUCCIÓN

Se tienen registros del área deforestada en el Perú durante los últimos 20 años que es alarmante en los departamentos de Huánuco con 351 792 ha entre 2001 hasta 2020 y Madre de Dios con un 11% más respecto al año 2019, atribuyendo esta acción a la práctica de la agricultura migratoria, explotación comercial y tráfico ilícito de la madera, actividades mineras, así como el desarrollo de nuevos accesos para la población (Sierra, 2021). Dichos acontecimientos son de preocupación y reflexión motivando a que se busquen nuevas alternativas para trabajar con especies sostenibles, maderables y no maderables, encontrando como una de las alternativas el empleo de los bambúes para la recuperación de bosques y el uso de sus culmos a corto plazo por ser un material versátil.

Entre estas gramíneas se tiene a la *Bambusa tuldoides* que es una de las 90 especies entre introducidas y nativas que se cuenta en el Perú empleándose como ornamental, artesanal, alimento, medicamento y cosméticos, despertando interés en la actualidad para propagarlos masivamente, pero posee una desventaja por el ciclo de floración estimado luego de 23 años registrando la producción de semillas (Guerreiro y Lizarazu, 2010), razón por la cual, optan por la propagación vegetativa mediante esquejes pero se carece de información las mismas que generan interrogantes como ¿Cuál será el efecto de la fertilización en la propagación vegetativa de *B. tuldoides* en fase vivero, distrito Rupa Rupa, Leoncio prado?

Hacer el uso oportuno y mediante dosificación óptima de los bioles en la propagación vegetativa de las plantas mejora aspectos técnicos como la tasa de supervivencia que se traduce en garantizar la especie a propagar debido a que estos se nutren adecuadamente por su facilidad de asimilarse los biofertilizantes por diferentes partes de las plantas como son las hojas, tallos y al entrar en contacto con el suelo por la parte radicular.

Los resultados obtenidos en la presente investigación servirán para actualizar el conocimiento sobre la propagación de *B. tuldoides* bajo las condiciones de la región Selva, conocimientos que pueden ser tomados en cuenta en los años venideros por algunos egresados de las universidades para mejorar el método de propagar de esta gramínea, la difusión de información para los productores de bambúes, además empleando técnicas que mejoran la propagación a los viveristas se garantizará que se obtengan mayor cantidad de material para establecer utilizadas de insumos maximizando el porcentaje de prendimiento en los proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas perturbados.

Por las razones expuestas, fue planteada como hipótesis que, la fertilización líquida tiene efectos positivos en la propagación vegetativa de *B. tuldoides*, teniendo como propuesta

a alcanzar los objetivos siguientes:

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la fertilización en la propagación vegetativa de *Bambusa tuldoides* en fase de vivero, distrito Rupa Rupa-Provincia Leoncio Prado.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la fertilización en el número de hijuelos, la altura, diámetro y el número de hojas del brote principal de *Bambusa tuldoides* en fase de vivero, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado.
- Determinar el efecto de la fertilización en el número de raíces, longitud de raíz principal.
- Determinar el efecto de la fertilización en porcentaje de supervivencia y mortandad de *Bambusa tuldoides* en fase vivero, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado.
- Determinar el efecto de la fertilización en las propiedades físicas y químicas del suelo bambusal, distrito Rupa Rupa. Provincia Leoncio Prado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del bambú

Los bambúes son plantas leñosas, perennes, macollantes o monopódicas, con rizomas bien desarrollados, que poseen cañas duras generalmente huecas, crecen naturalmente, en climas tropicales y templados, con excepción de Europa y Asia Occidental (Marín et al., 2008), las matas pueden ser pequeñas de menos de 1 m de largo y con los tallos (culmos) de medio centímetro de diámetro, aunque también los hay gigantes: de unos 25 m de alto y 30 cm de diámetro, aunque los verdaderos bambúes siempre tienen sus tallos leñosos, esto no ocurre en algunas especies (Sungkaew et al., 2009), asimismo, tanto los nudos como los entrenudos varían de una especie a otra, principalmente los tallos, sirviendo esta característica para su clasificación. Algunos tienen espinas y otros no (Mercedes, 2006).

Los bambúes pertenecen a la familia de las gramíneas o Poaceae, presentan dos tipos de hojas: a) de las ramas, que son verdes y pseudopecioladas y b) del tallo que son café, basales y coriáceas. La flor presenta 3 lodículas y un androceo con 6 estambres, raramente de 2 a 14. El ovario contiene 2 ó 3 estigmas, raramente 1. La primera hoja de las plántulas no presenta lámina. Los números cromosómicos básicos son $x=7$ y $x=9$ a 12 (Sungkaew et al., 2009).

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica lo cual facilita su propagación por diferentes maneras: por semilla, rizomas con segmento de tallo, segmentos de culmo o ramas e in vitro. Para su establecimiento hay que tener en cuenta si el objetivo es comercial, conservacionista u ornamental. En las plantaciones con propósito comercial se recomienda distancias más amplias de siembra entre surcos que entre plantas con el fin de lograr una mayor incidencia de los rayos solares sobre el cultivo. En las plantaciones con fines netamente conservacionistas se debe sembrar en barreras con distancias de 4 o 5 metros entre surco y de 2 o 3 metros entre planta (Londoño y Clark, 2004).

La principal vía de propagación es por chusquines, que son brotes que aparecen al pie de los rizomas en forma de pequeñas plántulas o retoños, tienen raíces y raicillas así como tallos delgados de hasta 30 cm de altura y presentan pocas hojas. Este método de propagación es muy recomendable por el alto prendimiento y desarrollo; cada brote llega a producir de dos a 12 plántulas a los cuatro meses. Sin embargo, esta vía presenta limitaciones como la poca disponibilidad de material vegetal, en general (Gallardo et al.,

2008). Bajo condiciones naturales la regeneración del bambú ocurre a través de rizomas, semillas y ramas laterales enterradas. Se ha implementado varios métodos de propagación los cuales son por semilla, rizomas con segmento de tallo, segmentos de culmo y segmentos de ramas (Londoño y Clark, 2004).

Los bambúes pueden establecerse en todo tipo de terreno, sirven para incorporar tierras sin uso al cultivo, evita la erosión de los suelos, rehabilita tierras degradadas y favorece la formación de microclimas para la regeneración de los bosques (Kumar y Sastry, 1999). La mayor parte de los bambúes se desarrollan en suelo franco arenoso y suelo franco arcilloso y con buen drenaje; aun cuando, también se encuentran en los lechos húmedos de cursos de agua y suelos arenosos (Vivekanandan et al., 1998). Los bambúes crecen mejor en suelos fértiles, bien drenados y húmedos, no tolerará continuamente sitios pantanosos o anegados (Phillips, 2013).

2.1.2. La especie *Bambusa tuldoides*

Es nativa de Asia, incluidos China, Malasia, Laos, Myanmar y Vietnam. Se ha introducido en América Central y del Sur, el Caribe, Asia tropical y la región del Pacífico (Clayton et al., 2019), la especie se desarrolla ampliamente en las regiones subtropicales de todo el mundo por las cañas con bulbo y como planta ornamental. La especie también se utiliza en Bonsái (Cañas, 2011).

Gran parte del Género de *Bambusa* son cultivados y actualmente existe reducida población en su habitat natural. Esta especie es versátil y gracias a ello tiene gran interés económico. Asimismo, su utilidad se encuentra en rubros como la construcción de edificios y andamios, confección de telas de fibras en bambú, brotes comestibles, cosméticos, medicinas tradicionales y como ornamentales (Li et al., 2006).

2.1.2.1. Clasificación de *B. tuldoides*

Esta especie está clasificada de la siguiente manera (Lizarazu, 2013):

Reino	: Plantae (Haeckel, 1886)
División	: Spermatofita
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Poales (APG, 2009)
Familia	: POACEAE
Tribu	: Bambuseae
Género	: <i>Bambusa</i>
Especie	: <i>B. tuldoides</i>

Nombre binomial: *Bambusa tuldoides* Munro.

B. tuldoides es una especie de bambú que presenta un rizoma simpodial, característica que le permite desarrollar un sistema de crecimiento compacto y robusto. Estas plantas son permanentes y tienen una longevidad significativa, desarrollando cañas rectilíneas que alcanzan alturas de entre 7 y 17 metros, con diámetros que varían entre 3 y 7 cm. Los culmos de esta especie presentan características particulares: son huecos, verdes, lisos y erectos, aunque presentan una ligera inclinación en la parte apical. Los entrenudos de los culmos suelen tener una distancia variable de 30 a 36 cm, lo que contribuye a la particularidad de su estructura (Lizarazu, 2013).

Las condiciones ambientales juegan un papel crucial en el desarrollo de esta especie. Por ejemplo, factores como la sequía pueden provocar hinchazón en los entrenudos durante el crecimiento de las cañas, afectando negativamente su desarrollo y reduciendo la altura total de la planta (Dávila et al., 2006). En términos de estructura interna, las fibras de *B. tuldoides* presentan dimensiones promedio de 3,43 mm de longitud y 3,73 mm de espesor, mientras que el espesor de la corteza del culmo varía entre 0,5 y 3,4 mm, lo que la hace adecuada para diversas aplicaciones estructurales (Varajao y Do Nascimento, 2008).

Los usos de esta especie de bambú son diversos y versátiles. En su hábitat natural, *B. tuldoides* se emplea como planta ornamental, barrera contra el viento y fuente de alimentos, ya que sus brotes pueden consumirse como verdura y sus cañas pueden procesarse para obtener bebidas como jugos. Además, cuenta con propiedades farmacéuticas, por lo que se emplea con fines medicinales. En el ámbito industrial y doméstico, es ampliamente utilizada en carpintería, fabricación de mangos para herramientas y en el folklore asiático, donde tiene un papel cultural destacado (O'Connor et al., 2000). En América Latina, sus aplicaciones incluyen la elaboración de vallas, muebles, andamios, artesanías, monedas rurales y protección contra el viento. Asimismo, su capacidad para adaptarse a diferentes entornos la hace ideal para funciones diarias, rehabilitación de suelos degradados y adaptación en áreas semihúmedas (Varajao y Do Nascimento, 2008).

En términos de aplicaciones energéticas, *B. tuldoides* tiene un gran potencial, especialmente en regiones como Asia y África, donde su uso intensivo ya está consolidado. En Brasil, donde la biomasa es una fuente clave de energía, las cañas de esta especie pueden ser empleadas para generar energía en formas como carbón, briquetas y carbón activado, esto representa una alternativa sostenible y eficiente para satisfacer la creciente demanda energética del país. La versatilidad y adaptabilidad de *B. tuldoides* la

convierten en una especie prometedora no solo para usos tradicionales, sino también para aplicaciones modernas en el ámbito energético y ambiental (Brito et al., 1987).

2.1.2.2. Distribución geográfica

En su actualidad la especie *B. tuldooides* es una especie adaptada a suelos peruanos, llegado hace más de 70 años juntamente con otras especies como la estación experimental de bambú introducida en diferentes departamentos del Perú dirigida por McClure (1947), en Tingo María Departamento de Huánuco en el año 1943, tenemos información de unas matas de bambú que se desarrollan vigorosamente en el Bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria De la Selva (Ardiles, 2019).

2.1.3. Descripción botánica

En áreas dentro de su área de distribución nativa, los brotes de *B. tuldooides* emergen sobre el suelo en la estación lluviosa y se desarrollan por completo en menos de un año. Las ramas laterales a menudo se desarrollan antes de que el culmo alcance su altura máxima. Un culmo madura en 2 años. Crece mejor en áreas tropicales y subtropicales con temperaturas de 20-35°C y precipitaciones anuales que oscilan entre 1500 mm y >3000 mm. Esta especie puede sobrevivir períodos cortos con temperaturas tan bajas como -7°C (But y Chia, 1995). Variedad de clima y suelos, hasta 3000 msnm de altitud. Asimismo, el bambú no tiene limitante frente a tipos de pendientes pronunciado (Varajao y Do Nascimento, 2008).

2.1.3.1. Rizoma

Esta especie posee unos rizomas simpodiales y son plantas que se establecen en campo definitivo por más de 50 años secuenciales.

2.1.3.2. Culmo

Presenta un culmo rectilíneo uniforme, la distancia de sus entrenudos suele variar de 30 cm a 36 cm de longitud en todo el culmo. Uno de las características para su identificación son sus hojas caulinares. quienes presentan una vaina convexa pequeña glabrescente con fimbrias de 3-5 mm, lígula denso piloso y una lámina triangular.

2.1.3.3. Ramificación

Su ramificación complementaria cuenta de 20 a 40 ramas de un tamaño entre 40 a 90 asimismo poseen ramas floríferas, un detalle de las ramas floríferas es su parte basal de una pseudoespiguilla.

2.1.3.4. Inflorescencia

La *B. tuldooides* tiene periodos de floración cada 23 años

promedio, su característica que lo diferencia es la parte basal de una Pseudoespiquilla pequeña de 5 mm.

2.1.3.5. Hojas caulinares

Las hojas caulinares dentro del bambú cumplen una función importante el cuál es proteger a los nudos pre existentes que se encuentran en el culmo y este a su vez a medida que va desarrollándose van liberándose. una vaina convexa pequeña glabrescente con fimbrias de 3-4 mm, lígula denso piloso y una lámina triangular. Sus hojas con láminas de 10 – 20 × 1,5 – 2 cm, Pseudopeciolas.

2.1.4. Técnicas de propagación de bambú

2.1.4.1. Propagación sexual

La propagación de bambúes se puede desarrollar de dos formas, las sexuales a partir de semillas y las asexuales a partir de una parte viva del bambú como segmentación de rizomas, acodo de ramas laterales y a gran escala mediante cortes de tallos, esquejes y chusquines. Por otra parte, una ventaja de propagar bambú de un segmento de una planta su desarrollo será más rápido obteniendo una altura total entre los 2 y 3 primeros años (Mercedes, 2006).

Por semilla. La época de recolección difiere de acuerdo a la especie, según seguimiento de largos periodos de inflorescencia, los registros señalan que la floración de cada especie varía entre 20 a 30 años inclusive algunos bambúes son monocárpico, quiere decir que mueren después de producir semillas (Uchimura, 1980).

No resulta ser rentable debido a su largo periodos de floración 23 años en promedio, a esto se adiciona lo difícil que es obtener las semillas debido a su gran tamaño, por otro lado, si se logra obtener las semillas de bambú su germinación llega a ser favorable asimismo teniendo en cuenta que algunos bambúes que florecen esporádicamente germinan solo el 50 % siendo la otra mitad solo semillas vanas (Mercedes, 2006).

2.1.4.2. Propagación asexual por segmentación de una parte fisiológica del bambú

Cuando se quiere producir plantas idénticas a la planta madre (clones), se utiliza la semilla asexual o vegetativa del bambú. Es útil cuando ubicamos bambúes con buenas cualidades y características que deseamos. El material para propagación se obtiene de diversas partes de la planta tales como rebrotes, tallos, estacas, esquejes y partes de la sección del culmo (Schroder, 2010).

Por rizoma. Este método logra un mejor resultado si se trata de alto prendimiento y un desarrollo rápido de una nueva planta. El segmento del rizoma

indicado se encuentra alrededor de la planta madre quienes se encuentran en una edad óptima para su regeneración. Para seleccionar una fragmentación por rizoma los culmos deben haberse desarrollado por completo. Asimismo, para la extracción se realiza la limpieza del culmo sin dañar partes de sus raíces y rizoma esta especie destaca la fortaleza y resistencia a hongos y pudrición gracias a sus tejidos lignificados, durante esta labor realizar el menor daño posibles. Por otra parte, es recomendable cortar las ramas y hojas del bambú antes de su extracción para evitar pérdida de humedad mayor por deshidratación durante su traslado (León, 2011).

Ramas de segmento basal o rienda lateral (esqueje). Es el método más conocido en la propagación de bambúes, esto implica su buena recolección de esquejes adecuadas para lograr su prendimiento, su selección se ocurre del tercio base y parte media del culmo, seleccionando las ramas que tengan mínimo una yema axilar preexistente. Para mejorar la capacidad de prendimiento es importante tener las camas de propagación listas y realizar la extracción de propágulos en días lluviosos a primeras horas de la mañana asimismo la forma más recomendable de colocar el esqueje al suelo preparado es de forma horizontal a 5 cm de profundidad (Lárraga et al., 2011).

Una multiplicación de unas plantas a partir de un tejido celular, un órgano (ramas, raíces, hojas, tallos). Esto se logra gracias a las células vegetales que conservan su capacidad de regenerar la entera estructura de la planta (Rojas et al., 2004).

Esta metodología de propagación ha obtenido resultados rentables en varias de las especies estudiadas, como material vegetativo de propagación a gran escala como es el caso del *D. asper* para el uso de reforestación. Esta especie genera resultados positivos gracias a sus auxinas naturales y protocolos de cuidados en etapa de invernadero (León, 2011). Hay especies que tienen bajo porcentaje de brotación y prendimiento por lo cual se recurre a otro método de propagación.

Método bareto o por segmento de tallos. La segmentación de tallos es el método más sencillo si de obtener material vegetativo se tratara en general, los culmos con 3 nudos en las ramas primarias son cortadas y enterradas con las yemas hacia los laterales siendo su profundidad de siempre de 20 cm, lo desfavorable de esta propagación masiva es que se necesita grandes espacios de siembra (León, 2011).

La reproducción de bambú por segmento consiste en seccionar una caña de 3 a 4 años que posea secciones (± 1 m de largo). Asimismo, se entierra de forma horizontal cubriendo las direcciones de yemas laterales a la superficie, se obtiene mejor resultado con vegetativo de culmos de 1 año y de la parte basal (Giraldo et al., 2007).

Por chusquines. La palabra chusquines se nombra a plántulas pequeñas y delgadas en grupos que sobresalen cuando se ha realizado un aprovechamiento o afectado a los culmos ya sea a causa aprovechamiento intensivo, incendios o rupturas por acción del viento, se califica a esta acción como auto defensa de la planta generando plantas pequeñas (Botero, 2012).

En bambusales adultos los chusquines suelen originarse de yemas adventicias o rizomas en la base del culmo las cuales sobresalen una vez que esta haya sido cortada. Asimismo, se considera que es una metodología rentable debido a su alto prendimiento llegando a producir cada brote un promedio 3 a 4 plántulas cada cuatro meses. Una desventaja de este método es la limitación por disponibilidad del material” (Gallardo et al., 2008).

También se pueden realizar otros diferentes métodos para la propagación de los bambúes empleando partes de la gramínea, como el tallo, la rama, la yema, la raíz, trasplante de planta directo resulta ser muy recomendada y es la más adecuada. Los métodos de propagar de manera asexual fueron implementándose a través de 50 años ejecutados por muchos investigadores, siendo algunos de ellos los siguientes (Díaz, 2008).

2.1.5. Factor ambiental y estructural para la propagación

Son métodos y procesos que contribuyen al desarrollo y producción de las plantas con la fotosíntesis, la respiración y la transpiración, las condiciones que estos tienen son a corto y largo plazo dependiendo factores de radiación solar, concentración de CO₂, temperatura, vapor de agua y el ambiente en el cerramiento del invernadero y cultivo (Ramírez, 2019).

El techo del invernadero produce una atmosfera cerrada, reteniendo el aire del cultivo interior y reduciendo el ambiente exterior marcado en la velocidad del aire. Los factores que influyen en el cerramiento son la energía y el vapor de agua que son alterados por el cerramiento, limitando Intercambios bruscos que puedan dañar al cultivo (Gárate, 2010).

Al propagar especies de bambúes se debe considerar las condiciones de clima ya que hay especies como *Bambusa vulgaris* que no soportan las elevadas condiciones de temperatura y se traducen en una elevada tasa de mortalidad que llega hasta los 70%, mientras que otras especies como *Guadua angustifolia* que suelen registrar mortalidad de solamente un 10% (Marín et al., 2008).

2.1.6. Sustratos

El humus quien está compuesto por materia orgánica cumple una función

principal en el suelo, estos a su vez pueden ser de color oscuro, pardo, que son el resultado de una descomposición vegetal. Asimismo, posee un 5 % de nitrógeno aproximadamente lo cual le da un valor alto de aporte al suelo (Navarro, 2003).

Al propagar los bambúes bajo invernaderos con diferentes sustratos en la especie *Gigantochloa apus* se demostró que los suelos de la misma procedencia del bambú son los adecuados para utilizar durante su propagación generando mejor resultado a comparación de otros sustratos preparados (Fernandez, 2018).

Los suelos bambúes suelen estar adaptados a su suelo inicial, manejan buena porosidad, hojarasca, macronutrientes y micronutrientes que ayudan a adaptarse más rápido que otro tipo de suelo, asimismo el desarrollo de sus raíces es mejor en desarrollo y número de brotes (Malpartida, 2018).

El suelo debe poseer buenas cualidades para mejorar el desarrollo del bambú, dentro de ello se menciona lo siguiente: humus, humus aluvial, arcilla, limo, suelo fértil, con buena permeabilidad, abundante en nitrógeno, exuberante en estructura orgánica, con un rango de 5,4 – 6,5 de pH, moderado en potasio, bajo en fosfatos, rico en manganeso, hierro y aluminio; bajo en magnesio y calcio. Estos son los perfiles de suelos idóneos para su desarrollo, textura gruesa a media, ricos en materia orgánica, húmedos, drenados y no proclive al encharcamiento (Andreau et al., 2012).

El potasio es un macronutriente absorbido por las plantas en grandes cantidades, siendo superado sólo por el N y, a veces por el Ca. Es el nutriente que menores problemas de disponibilidad presenta, ya que, en general, la provisión de este elemento en los suelos es aceptable. A diferencia del fósforo (o del azufre y por extensión del nitrógeno), el potasio está presente en la solución del suelo solamente como un catión cargado positivamente, K⁺. A diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no ocasiona problemas ambientales cuando sale del sistema suelo. No es tóxico y no causa eutrofización en los sistemas acuáticos (Sanzano, 2017).

2.1.7. Cámara de invernadero

Son métodos y procesos que contribuyen al desarrollo y producción de plantas con la fotosíntesis, respiración y transpiración, las condiciones que estos tienen son a corto y largo plazo dependen de factores como radiación, concentración de CO₂, temperatura, vapor de agua y ambiente en el cerramiento del invernadero y cultivo (Ramírez, 2019).

El techo del invernadero produce una atmósfera cerrada, reteniendo el aire del cultivo interior y reduciendo el ambiente exterior marcado en la velocidad del aire. Los factores que influyen en el cerramiento son la energía y el vapor de agua que son

alterados por el cerramiento, limitando intercambios bruscos que puedan dañar al cultivo (Gárate, 2010).

2.1.8. Fertilización

La fertilización líquida es una estrategia de manejo nutricional que consiste en aplicar los nutrientes disueltos en una solución, lo que permite un suministro más directo y eficiente al sistema radicular de las plantas. A diferencia de los fertilizantes sólidos o granulados, cuya disolución depende de la disponibilidad de humedad en la capa superficial del suelo, los fertilizantes líquidos ya se encuentran en estado soluble, lo que favorece su movilidad y acceso a las raíces, incluso en condiciones de humedad limitada. Esta característica mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes, ya que facilita su incorporación inmediata al entorno radicular, optimizando su aprovechamiento por parte de la planta (Motasim et al., 2022).

Esta forma de fertilización es especialmente útil en momentos críticos del desarrollo fenológico, cuando la planta requiere una rápida disponibilidad de nutrientes o cuando las condiciones del suelo no permiten la disolución completa de los fertilizantes sólidos. Además, la fertilización líquida permite una dosificación más precisa y puede adaptarse a sistemas de riego, lo que mejora su distribución y reduce pérdidas por lixiviación. En resumen, representa una alternativa técnica eficaz para aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes y mantener una nutrición vegetal equilibrada, especialmente en condiciones edafoclimáticas desfavorables (Motasim et al., 2022).

2.1.9. El superfosfato triple (SFT)

Es un fertilizante fosfatado de alta concentración que se utiliza ampliamente en la agricultura por su eficacia en la mejora del crecimiento vegetal y el rendimiento de los cultivos. Se obtiene a partir del tratamiento de fosfatos naturales con ácido fosfórico, lo que da como resultado un producto con un elevado contenido de fósforo disponible, específicamente entre 44 % y 48 % de pentóxido de fósforo (P_2O_5), del cual entre 40 % y 45 % es soluble en agua, lo que lo hace inmediatamente accesible para las plantas. A diferencia de otros fertilizantes fosfatados, el SFT tiene una mayor concentración de nutrientes y una solubilidad más rápida, lo que permite un impulso inicial vigoroso en el desarrollo de las plantas, especialmente en las etapas tempranas (Serrano et al., 2024).

Su aplicación ayuda a promover un sistema radicular más profundo y resistente, lo que mejora la tolerancia de las plantas a la sequía. Además, contribuye a restituir los niveles de fósforo en suelos empobrecidos, siendo ideal para cultivos que requieren una alta demanda de este nutriente. A diferencia de otros fosfatos, como el monoamónico o

diamónico, el superfosfato triple no aporta nitrógeno, por lo que suele combinarse con otras fuentes nitrogenadas para una fertilización completa. En conjunto, el SFT representa una solución eficiente, económica y técnicamente recomendada para aumentar la productividad agrícola, especialmente en sistemas intensivos y en suelos con bajos niveles de fósforo disponible (Serrano et al., 2024).

2.2. Estado del arte

2.2.1. Internacional

Sharothi et al. (2022) desarrollaron un protocolo eficiente para la propagación in vitro de *Bambusa tuldoides* utilizando segmentos nodales como explantes. Para inducir la brotación directa, se empleó medio MS líquido con 2,0 mg/l de BAP y 1,0 mg/l de TDZ, logrando una respuesta del 84 % y un promedio de $4,80 \pm 0,49$ brotes por explante. La proliferación fue más efectiva en medio MS líquido agitado con 3,0 mg/l de BAP y 1,5 mg/l de TDZ, generando hasta $15,40 \pm 1,21$ brotes con una longitud de $6,96 \pm 0,65$ cm. El número y tamaño de brotes se incrementaron hasta el cuarto subcultivo, con $20,40 \pm 1,44$ brotes y $7,92 \pm 0,78$ cm de longitud, disminuyendo en el quinto ciclo. La incorporación de un 10 % de agua de coco mejoró el desarrollo, alcanzando $24,20 \pm 1,16$ brotes por cultivo. El enraizamiento óptimo (84 %) se logró en medio MS a media concentración con 3,0 mg/l de IBA, y las plántulas presentaron una tasa de supervivencia del 92 % tras ser trasladadas al suelo.

Sánchez (2017) en la región Riobamba - Ecuador, propagó en forma vegetativa *D. asper*, *G. angustifolia* y *B. vulgaris*, en el vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo, encontró que la más alta supervivencia relacionado de las tres especies durante la fase de vivero se le atribuye a *D. asper* (72,99%), mientras que la especie con menos porcentaje de supervivencia es la de *G. angustifolia* (14,62%), en la mayoría de las variables evaluadas de las especies de bambú, donde se aplicó hormonas (Ácido naftalacético y ácido indolbutírico), mostraron resultados deficientes en comparación con el testigo, esto es porque las hormonas estudiadas presentan un mejor enraizamiento en concentraciones menores y con menor tiempo de inmersión de los segmentos de ramas.

Mejía-Taborda et al. (2014) evaluaron el efecto de un fertilizante químico compuesto (N-P₂O₅-K₂O, 20-5-5), aplicado en dos formas (sólida y líquida), en *Pennisetum clandestinum*, en Colombia. Se realizaron tres cortes, cada 45 días, y se tomaron muestras de cada parcela para analizar: el forraje verde, la materia seca, la proteína cruda, la fibra detergente neutra, la fibra detergente ácida, la energía bruta y la ceniza. Con la aplicación de fertilizante se encontraron diferencias en el forraje verde (9,5 t/ha/corte), la

proteína cruda (20,1 %) y la producción de materia seca (1,9 t/ha/corte). La materia seca y de fibra detergente neutra fueron 23,4 y 65,6 %, respectivamente, en el testigo. Los tratamientos no tuvieron efecto en los contenidos de fibra detergente ácida, energía y ceniza. Se concluye que el fertilizante compuesto se puede aplicar tanto en forma sólida como líquida; sin embargo, se recomienda utilizar la dosis de 200 kg/ha.

Lárraga et al. (2011) evaluaron la propagación vegetativa de tres especies de bambú bajo condiciones de vivero, analizando el efecto de diferentes métodos de propagación (chusquín, vareta y segmento nodal), especies (*Guadua angustifolia*, *Bambusa oldhamii* y *Bambusa vulgaris*) y tipos de sustrato (atocle, cachaza con estiércol, tierra agrícola con cachaza y estiércol, y uno con insumos comerciales). Se midieron variables como la supervivencia, cantidad de hijuelos, raíces, longitud radicular, número de hojas, altura y diámetro del tallo del primer hijuelo, utilizando macetas de polietileno negro. El experimento se diseñó completamente al azar con tres repeticiones y se evaluó a los 136 días después del trasplante. Los resultados mostraron que el método de chusquín fue el más efectivo, superando a la vareta y al segmento nodal, que mostraron menor supervivencia y producción de hijuelos. Además, *G. angustifolia* y *B. vulgaris* presentaron mejor respuesta en comparación con *B. oldhamii*, sin importar el sustrato utilizado.

Carvalho et al. (2010) realizaron un estudio en Engenho Mamoaba, Pedras de Fogo, donde compararon la absorción y eficiencia en el uso de nutrientes en tres rodales comerciales de *Bambusa vulgaris*, con variaciones en pendiente y densidad de plantas, bajo un sistema de tala rasa anual en suelo arenoso. Se evaluaron tres parcelas de 15 × 15 m por rodal, donde se recolectaron muestras de suelo a tres profundidades y se pesaron tallos, ramas, hojas, rizomas (nuevos y viejos) y la manta orgánica. Estas muestras fueron analizadas para determinar biomasa seca y concentraciones de N, P, K, Ca y Mg. El análisis se basó en un diseño completamente al azar, y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey al 5%. Se encontró que las pendientes aumentaron la eficiencia de absorción de P, K y Ca, mientras que la mayor densidad favoreció la absorción de K. La eficiencia en el uso de nutrientes fue similar entre rodales, aunque el contenido de N fue más alto en hojas. En la manta orgánica, K, Ca y Mg fueron más abundantes en áreas con pendiente. El N mostró menor eficiencia de uso, especialmente en el rizoma, donde su contenido fue más elevado. Se concluye que la fertilización, en especial con K, es necesaria para compensar la extracción de nutrientes.

Ndiaye et al. (2006) desarrollaron procedimientos para la regeneración de *Bambusa vulgaris* utilizando segmentos nodales de plantas adultas. El crecimiento óptimo

de los brotes fue después de 16 días de cultivo en medio Murashige y Skoog modificado (MMS) suplementado con 2 mg/l de BAP. Brotes alargados de *B. vulgaris* enraizados (45,85%) cuando se cultivan en MMS + 20 mg/l de IBA. Los brotes enraizados y aclimatados se transfirieron exitosamente al campo con un 100% de supervivencia de las plántulas.

Hine (1991) investigó el efecto de tres niveles de nitrógeno (11, 22 y 33 kg N/ha/semana) y dos tipos de sustrato en el crecimiento y productividad de *Leuconeura erythroneura* (Maranta). Los sustratos fueron elaborados con mezclas de peat moss, piedra pómez y suelo (1:1:2) para el tratamiento testigo, y fibra de coco, piedra pómez y suelo en igual proporción para el tratamiento comparativo. Se evaluaron los contenidos de N, P, K, Ca y Mg en tejidos foliares y sustratos, así como la lixiviación de nitrógeno. El diseño experimental fue de parcelas divididas. Se encontraron diferencias estadísticas en la producción de "tips" exportables y en los contenidos foliares de fósforo, potasio y nitrógeno, en función del tipo de sustrato. También hubo interacción significativa entre las dosis de nitrógeno y el sustrato. La lixiviación de nitrógeno varió entre los sustratos y mostró interacción significativa con las dosis aplicadas. La dosis más efectiva fue de 22 kg de N/ha/semana, y el sustrato con mejor desempeño fue el de fibra de coco, el cual mostró menor lixiviación y mayor retención de nitrógeno que el sustrato comercial, además de una mayor producción de "tips" exportables.

2.2.2. Nacional

Alfaro (2023) en su estudio propagación vegetativa de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* var. vittata A. y *Bambusa tuldooides* en el vivero del fundo San José, Provincia de Chanchamayo, donde se evaluó variables como supervivencia y desarrollo aéreo bajo influencia de 2 fitohormonas enraizadoras obteniendo los mejores resultados de supervivencia en el tratamiento T₅ (92%), tratamiento T₂ (90%) y T₈ (84%) para para *B. vulgaris* mientras los valores más bajos de supervivencia fueron de los tratamientos T₉ (48%), T₆ (50%) y T₃ (56%) pertenecientes a *B. tuldooides*, esto demuestra que el porcentaje de supervivencia en cada propagación por especies es muy heterogéneo.

Aguirre (2022) evaluó el efecto de tres dosis de fósforo (P₂O₅), aplicadas como superfosfato triple (SFT), en el desarrollo de *Guadua angustifolia*, *Guadua weberbaueri* y *Bambusa vulgaris* en suelos degradados de Pucallpa. Las dosis de SFT fueron de 30, 60 y 90 kg/ha, además de un tratamiento testigo sin fertilización. El estudio se realizó en terrenos de la Universidad Nacional de Ucayali entre julio de 2021 y enero de 2022, bajo un diseño factorial con bloques completamente al azar. Se establecieron nueve tratamientos (combinaciones de dosis y especies) más el testigo, distribuidos en tres bloques con un total

de 144 plantas. Se realizaron tres evaluaciones (a los 2, 4 y 6 meses) midiendo altura, diámetro y producción de brotes. Las especies mostraron diferencias significativas en diámetro y brotación, recomendándose la dosis de 60 kg/ha de SFT.

Velarde (2022) muestra la influencia de enraizadores en la propagación de *Dendrocalamus asper*. El experimento se instaló con un diseño completamente al azar, la muestra estuvo constituida por 6 estacas basales de tallo secundario con dos yemas por unidad experimental, con tres enraizadores y tres repeticiones. Se reporta que, los enraizadores influyen en la sobrevivencia de *D. asper*, resultando mejor con Kelpak con una sobrevivencia del 86,11%, seguido del Root-Hor® con 75,00% y finalmente el Razormin con 63,86%. Donde se obtuvo mejor influencia de crecimiento con el enraizante Kelpak y Root-Hor®.

En el Distrito de Jaén, Ocaña y Carhuatocto (2022) evaluaron en *D. asper* los distintos métodos de propagación como los culmos (CUL), chusquines (CH) y esquejes (RL) que fueron tratados con el enraizador Root-Hor®; optaron por medir el prendimiento, cantidad de brotes, sobrevivencia, crecimiento en longitud, longitud radicular y la cantidad de hojas. En los resultados sobresalió el uso de los chusquines como método de propagación que mostraron plantones con características como 29 brotes y 132 hojas al ser comparadas a los métodos de culmos y esquejes. El uso del enraizador no repercutió de manera significativa en las variables medidas.

Montalvo (2021) destaca que el bambú es una alternativa valiosa en proyectos de forestación debido a su rápido crecimiento, versatilidad de uso, adaptación a diversas condiciones ecológicas y beneficios para la conservación del suelo. Sin embargo, en la selva central del Perú, específicamente en Satipo, las plantaciones de *Guadua angustifolia Kunth* enfrentan problemas de desarrollo por el escaso conocimiento y la limitada investigación sobre fertilización en campo definitivo. Por ello, el estudio se enfocó en evaluar la influencia de tres fertilizantes compuestos (Nitrofoska, Bayfolan y Yaramila Complex) en el crecimiento de plántulas durante cinco meses. Se analizaron variables como número de brotes, área foliar, altura, diámetro del tallo y número de hojas. Los resultados indicaron que el fertilizante Bayfolan, aplicado a razón de 100 g por planta, generó el mayor desarrollo morfológico, destacando frente a otros tratamientos y al testigo.

Silva-Valqui et al. (2020) evaluaron la eficiencia de fertilización química y orgánica en la producción de plantones de dos variedades de *Guadua* (Guayaquil y Calo) en Rodríguez de Mendoza, Amazonas. El estudio utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 5A×2B, conformado por 10 tratamientos y 5 repeticiones. Se aplicaron Fosfato di amónico, Guano de isla, Basacote y Humus, además del testigo sin fertilizante. Se

evaluaron tres fases: bancos de propagación (número, altura y diámetro de brotes), repique (supervivencia) y camas de crecimiento (vigorosidad). Fosfato di amónico y Humus destacaron por su efecto positivo en la producción de brotes, especialmente en la variedad Guayaquil. Calo presentó mayor altura y diámetro de brotes, pero menor supervivencia (74%) y vigorosidad (82%) respecto a Guayaquil (100%). El tratamiento más rentable fue Fosfato di amónico, con 391,70% de rentabilidad.

Cano (2020) encontró el punto óptimo de producción de plántones de *G. aft. angustifolia* por el método de chusquines con el material vegetativo que se obtuvo del distrito de Calzada de la región San Martín. El sustrato fue en proporción 3-2-1 respecto a tierra agrícola compost y arena, se realizaron evaluaciones como crecimiento en altura y diámetro, cantidad de brotes, longitud de las raíces. El mejor resultado fue del tratamiento 303 que especifica 3 meses de tratamiento en campo de propagación resultó el más óptimo.

Palacios y Vallejos (2020) evaluaron el enraizamiento de esquejes de bambú utilizando tres dosis de agua de coco (0%, 50% y 100%) donde el T₃ obtuvo mayor resultado aplicando 50% agua de coco. El mismo resultado se obtuvo en el tratamiento T₄ el cual era tratamiento testigo, la evaluación se realizó a los 75 días donde se pudo observar que los tratamientos T₃ y T₄ presentaban mayores esquejes verdes y con yemas señalando que no hay diferencias estadísticas significativas en el enraizamiento y prendimiento de esquejes de bambú con tratamientos en dosis de agua de coco.

Montenegro y Herrera (2020) determinaron el impacto de cinco sustratos en la propagación de esquejes de bambú *G. angustifolia* arena de río T₁, cascarilla de arroz T₂, tamo de café T₃, aserrín de cedro T₄ y mezcla de todos los sustratos T₅, donde se observó que el T₄ conformado con aserrín de cedro obtuvo un 69% de enraizamiento y el T₁ arena de río seguidamente con un 53% de enraizamiento y porcentaje de sobrevivencia lo cual nos indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Rios y Perez (2019) demostraron como la clase diamétrica de esquejes de *G. angustifolia* tiene relación con el vigor, supervivencia u número de hijuelos emitidos en etapa vivero. Después de 110 días de sembrado, se observó que el tratamiento cuatro (T₄) representado por 30 esquejes fueron los que tuvieron mejores valores obtenidos, registrando un 75,5% de supervivencia con 7,50 brotes emitidos, 32,50 cm de longitud de brotes, 13,50 hojas por brote y 3,70 cm de diámetro del culmo de los brotes afirmando que la *G. angustifolia* emite mayor cantidad de hijuelos en relación directa al diámetro de esqueje hasta los 20 mm de diámetro. Además, la presencia de esquejes muertos se estabiliza posteriormente a los 80 días de siembra.

Cubas y Reyna (2019) evaluaron el uso de abonos orgánicos elaborados a partir de biomasa de *Guadua angustifolia* como una opción para recuperar suelos degradados en Pacayzapa, durante el año 2019. Se produjeron compost y humus a base de residuos de bambú para analizar su efecto en las propiedades del suelo y en el cultivo de choclo (*Zea mays L.*) como planta indicadora. El estudio se desarrolló en un área con diferentes tipos de uso de suelo y fue de tipo experimental, utilizando un diseño preexperimental. Los resultados evidenciaron que estos abonos, por su composición organomineral, mostraron un efecto positivo sobre el suelo, destacando mejoras en su pH (entre 6.30 y 6.80). Se concluye que los fertilizantes orgánicos derivados de bambú tienen un efecto igual o superior al de otros abonos tradicionales.

Révolo y Révolo (2018) mencionan sobre la efectividad de los abonos orgánicos, en el desarrollo y crecimiento de *G. angustifolia* en fase de vivero, se utilizó como componentes de los sustratos al aserrín más tierra (T₁), compost más tierra (T₂), fibra de coco más tierra (T₃), microorganismos de montaña más tierra (T₄) y un sustrato testigo con tierra y arena (T₅), todos los tratamientos bajo la proporción 4:1; las variables medidas fueron la sobrevivencia, vigor, altura del brote, diámetro del culmo y cantidad de hojas. A los 3 meses y 10 días de instalados el ensayo, se encontró que el T₂ sobresalió con un 79,00% de plantas vivas, con 8,00 brotes, con 12,75 hojas/brote y 3,38 cm en el diámetro del culmo, mientras que en el caso del T₄ sobresalió en la longitud del brote con una media de 29,75 cm.

Arancibia (2017) desarrolló en la región Amazonas la propagación vegetativa de la especie *G. angustifolia* mediante estacas, la cual fueron tratados con la hormona Root-Hor®; los resultados fueron: las estacas que fueron tratados con la hormona presentaron 53% de estacas brotadas y un brote en promedio para estacas con un nudo y 77% de estacas brotadas y 2,2 brotes en promedio para estacas con dos nudos; mientras que, sin la aplicación de la hormona las estacas con un nudo presentaron 60% de brotación y 1,1 brotes en promedio y las estacas con dos nudos presentaron 93% brotación y 3 brotes en promedio por estaca.

Trillo (2014) tuvo como objetivo evaluar la propagación de las especies *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia* y *Guadua aff. angustifolia* mediante ramas primarias, secundarias y segmentos, bajo condiciones de vivero. Al finalizar el experimento, se analizaron variables como el porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de brotes, hijuelos, raíces, y longitudes promedio y máxima de raíz. Los resultados indicaron que *B. vulgaris* y *D. asper* lograron los mayores porcentajes de prendimiento (86,11 % y 34,26 %, respectivamente), mientras que *G. aff. angustifolia* no presentó prendimiento.

Las ramas primarias y secundarias ofrecieron mayor éxito (50 % y 38,89 %) en comparación con los segmentos (17,36 %). En cuanto a características morfológicas, *D. asper* sobresalió en altura (107,91 cm) y raíces (63,28) por varas secundarias; *G. angustifolia* en hijuelos (1,47) por ramas primarias; *B. vulgaris* en brotes (4,79) y longitud de raíz promedio (25,82 cm); y *D. asper* nuevamente en longitud máxima de raíz (48,76 cm) por varas secundarias.

2.2.3. Local

Guzman (2023) evaluó el efecto del fertilizante Bayfolan Suelo Azul sobre el porcentaje de prendimiento y la emisión de brotes de *Dendrocalamus asper* en suelos degradados pertenecientes al Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Se utilizaron plántones de un año provenientes del Jardín Clonal del vivero de la Facultad de Recursos Naturales, a los cuales se aplicaron tres tratamientos: T0 (sin fertilizante), T1 (50 g de Bayfolan) y T2 (100 g de Bayfolan), distribuidos en tres bloques bajo un diseño completamente al azar. Las evaluaciones se realizaron mensualmente durante seis meses. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ni bloques, ya que el porcentaje de prendimiento fue casi total y no se registró emisión de brotes. Se concluyó que no es necesaria la fertilización para esta especie en suelos degradados.

Aguilar (2022) en su ensayo experimental de 240 unidades observacionales de población, menciona que utilizar aserrín descompuesto ayuda a mejorar el tamaño y número de hojas de la planta de bambú mientras que en el número de brotes el suelo agrícola es mayor en comparación con otros sustratos siendo relevante utilizar en la producción de la especie *D. asper* asimismo el mejor porcentaje de supervivencia se obtuvieron del sustrato humus de lombriz un 26,67%. La mortalidad fue elevada en todas las combinaciones empleadas en el presente ensayo, siendo el valor más alto con un 33,33% cuando se utilizó *Guadua angustifolia* sembradas en sustratos que contenían humus de lombriz, mientras que la mayor mortalidad se vio reflejada en la misma especie al utilizar un sustrato que contenía cascarilla de arroz y repercutió en un 93,33% de mortalidad y un 6,67% de sobrevivencia.

Aquino (2019) menciona que la *Guadua angustifolia*, presentó mayor promedio al utilizar como sustrato el aserrín descompuesto con un (64,70% de nudos enraizados), en el caso de *Guadua weberbaueri*, con el componente tierra agrícola se registró un promedio de 64,32% nudos enraizados, dichos valores no presentan diferencias significativas. La *G. weberbaueri* obtuvo 2,40 brotes en la base a partir de una mezcla de aserrín descompuesto siendo superior al propagado en tierra agrícola (2,20 rebrotes); en caso de *G. angustifolia*.

Fernandez (2018) en su investigación influencia de enraizantes en el desarrollo de brotes a través de esquejes de *Gigantochhoa apus* en cámara de subirrigación usando tratamientos: T₀ (testigo), T₁ (agua de coco al 100%) y T₂ (Rysoplus), señala que no existen diferencias significativas entre tratamientos y que podría emplearse cualquiera de los tratamientos. En la variable altura no existe diferencias significativas para el brote mayor, obteniéndose para el T₀ una media de 51,82 cm en altura de brote con una altura mínima de 23,5 cm y una altura máxima de 88,4 cm a diferencia de los tratamientos T₁ y T₂ que presentan menor promedio con 45,55 cm y 43,21 cm respectivamente. Mientras que en el análisis del diámetro de brote mayor si existen diferencias significativas, se observa que el T₀ cuenta con mayor promedio en diámetro, respecto a los tratamientos T₁ y T₂, esto indica que el mayor resultado es del tratamiento T₀ con 0,48 cm.

Malpartida (2018) menciona que en su investigación referida al efectos de sustratos sobre la calidad de rebrotes a través de chusquines de *G. angustifolia*, obtuvo mayor número de rebrotes en chusquines con el tratamiento T₂ conformado con suelo agrícola, aserrín descompuesto y arena de río, obteniendo 67 rebrotes en 39 chusquines representando al 97,5% de dicho tratamiento, seguido del T₀ compuesto de suelo bambusal con 59 rebrotes en 36 chusquines representando un 90% y los chusquines con menores rebrotes fueron el T₁ y T₃ respectivamente. En la altura del rebrote de los chusquines, el T₂ y el T₀ presentaron mayores promedios de 47,73 y 46,72 respectivamente y los tratamientos T₃ y T₁ presentaron menores promedios de esta variable. Finalmente, en la variable supervivencia de chusquines de *G. angustifolia* los mejores resultados se obtuvieron del T₂ y T₀ con promedios del 100%.

Rodríguez (2016) determinó el efecto de distintos sustratos, en la propagación de *D. asper*, utilizando como sustratos la tierra extraída de un bambusal, este bosque tiene mayor densidad y predominancia de la especie *Cedrelinga cateniformis*; dónde se evaluó características como cantidad de brote, longitud de brote principal, número de hojas y sobrevivencia, los mayores valores de respuesta se obtuvieron de plantones dónde se usó 58% de tierra agrícola, 39% de arena y 3% de roca fosfórica dónde se obtuvieron rango como 115,77 – 26,37 cm de altura total, 4,0 – 3,06 en cantidad de brotes y 54,17% de supervivencia con plantones vivos.

Rengifo (2015) realizó propagación de esquejes de bambú *Dendrolamus asper* utilizando humus de lombriz y biorregulador (Root-Hor®). Se comprobó el efecto favorable del humus en proporción 0,80 kg + 7,5 ml de Root-Hor® por planta en bolsa de 1.6 kg siendo mejor estadísticamente en comparación con otros tratamientos, a su vez encontraron

diferencias significativas en el número de brotes con la dosis de humus de lombriz a los 20 y 50 días, mientras con la dosis de Root-Hor® a los 20 días no existe diferencia significativa, pero a los 50 días si existe diferencia significativa.

Los resultados de la investigación de Soto (2011), muestran 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.

Quispe (2009) menciona que, al propagar tres especies de bambúes con diferentes dosis de humus de lombriz, *D. asper* presenta el más alto porcentaje respecto a las otras dos especies, con un 64% y 36% de supervivencia y mortalidad respectivamente; para el caso de *G. apus*. El porcentaje de supervivencia fue 25,33% y 74,67% de mortalidad y finalmente *G. angustifolia* presentó el menor porcentaje de supervivencia de 5,33% y un 94,67% de mortalidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Se desarrolló en área del Vivero Forestal de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales Renovables perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

3.1.1. Ubicación política

Se encuentra en el vivero Forestal dónde se ha realizado la propagación de plántulas de la especie *B. tuldooides* los cuales se hallan ubicados en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, carretera central km 1,21 Huánuco-Tingo María.

3.1.2. Ubicación geográfica

El vivero forestal se ubica geográficamente en las coordenadas UTM: 390254 este y 8970735 norte como se muestra en la **Figura 1**, asimismo mostró una altitud de 660 m s. n. m.

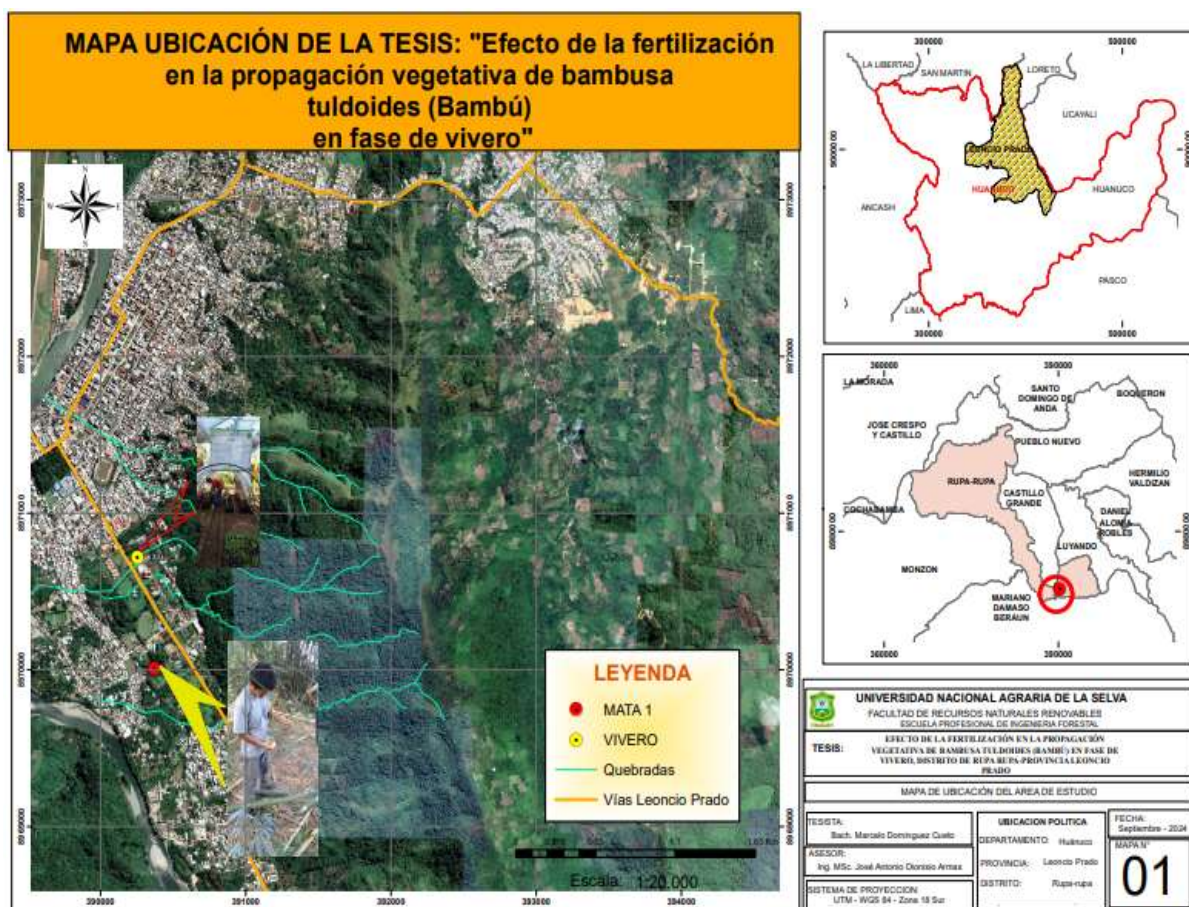


Figura 1. Mapa de ubicación de la mata de bambú y el Vivero forestal.

3.1.3. Condición climática

Tingo María es una zona dónde el clima es variable con presencia de abundantes lluvias en los meses de diciembre a abril, y época de estiaje de junio a octubre, cuyo pequeño rango de oscilación entre las temperaturas máximas y mínimas, favorece enormemente las condiciones de vida vegetal característica de la región, con una temperatura promedio anual de 26,02 °C. El medio se caracteriza por ser húmedo con la cual mantiene en promedio anual una humedad relativa del 82,73% y en el caso de la precipitación, se tienen dos periodos de tiempo bien marcadas con meses de menor y mayor precipitación resultando una acumulación de lluvias para el año 2023 de 2 948 mm (SENAMHI, 2024).

Adicionalmente se realizó la medición y registro de la temperatura ambiental y la humedad relativa (**Figura 2**) en periodos de cuatro veces por semana durante la ejecución de la tesis, para esto se utilizó el termohigrómetro colocándose dentro del invernadero durante 5 minutos hasta obtener la estabilización de los datos y luego se repetía el mismo proceso entre el invernadero y el tinglado con malla raschel.

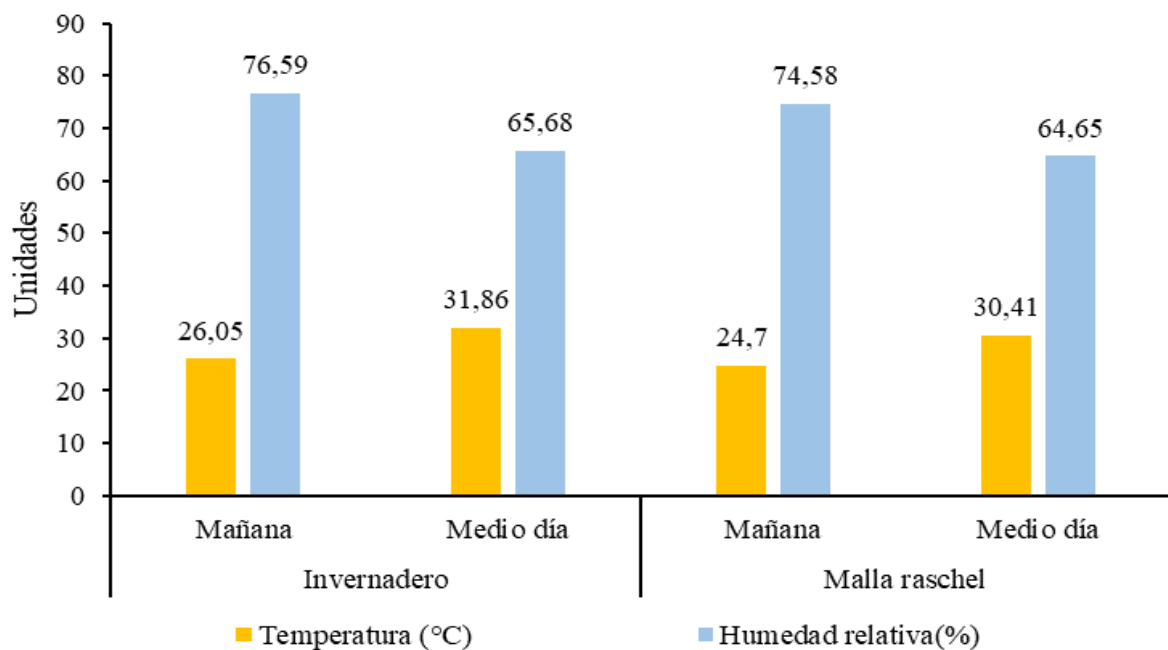


Figura 2. Comportamiento de temperatura y humedad relativa en el vivero.

Esta área dónde se realizó esta investigación se ubica conforme con la clasificación de zonas de vida Holdridge (1987), el cual pertenece al Bosque Húmedo – Tropical (BH -T) en el piso ecológico de ceja selva. Según su fisiografía se encuentra situada en una zona con montañas de relieve superior al 70% de pendiente, laderas, colinas moderadas y un área plana en alrededores del río Huallaga.

3.1.4. Características del área de trabajo

El vivero forestal cuenta con un área de 6 000 m² donde poseen 48 camas de cría con medidas de 1 m x 12 m, la cama de invernadero se instaló en 2 camas de almácigos del vivero cubierto bajo malla rashel al 50 % de sombra.

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

3.2.1.1. Unidad de estudio

Se utilizó esquejes de *B. tuldoides* procedentes del fundo Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Ubicado con coordenadas: E: 390398 y N: 8970725, lo cual se seleccionó con 2 nudos de las ramas secundarias de un culmo juvenil (**Figura 27** en el anexo).

3.2.1.2. Insumos

Los insumos utilizados fueron: el enraizante químico Root-Hor®, el fungicida agrícola Fuji-One 40 EC y la preparación del fertilizante líquido dosificado.

3.2.1.3. Materiales

Se utilizaron los siguientes: banner para letrero, plumón indeleble, formato de evaluación, libreta de campo, wincha, baldes de 5L y 20L, mangueras, rafia, bolsa de polietileno de 6 x 10, tubo PVC de 1 pulgada para la instalación de la estructura del invernadero, plástico transparente para cubrir invernadero, madera y triplay lo cual se usó para letrero de los tratamientos.

3.2.1.4. Herramientas

Las herramientas que se utilizaron en la investigación fueron lo siguiente: alicate, machete, carretilla, serrucho curvo utilizado para la extracción de esquejes e instalación durante la instalación del invernadero. Asimismo, se utilizó un vernier digital profesional “Din Germany Litz” para la evaluación de variables cuantitativas.

3.2.1.5. Equipos

Se utilizó un GPS Garmin 64S para colocar punto de referencia de las matas del bambú, balanza mecánica con el cual se utilizó para las concentraciones preparadas. Cámara fotográfica y una computadora AMD Lenovo e impresora.

3.2.2. Metodología

El método de la investigación fue experimental – comparativo y explicativo, debido a que se describió y comparó las diferentes dosis del fertilizante líquido aplicado al sustrato y explicativo porque se demostró la relación de causa efecto en los tratamientos.

3.2.2.1. Variables

Variable independiente: Dosis de fertilizante líquido

Variable dependiente: Número de hijuelos, altura total, diámetro del culmo, número de hojas, número de raíces, longitud de la raíz principal, nivel de pH, conductividad eléctrica, nivel de materia orgánica, nivel de nitrógeno, nivel de carbono, nivel de fósforo disponible, nivel de potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, nivel de calcio cambiante, nivel de magnesio cambiante, nivel de potasio cambiante, nivel de sodio cambiante y bases cambiantes.

3.2.2.2. Población

180 esquejes de *B. tuldoidea*

3.2.2.3. Efecto de la fertilización en el número de hijuelos, altura, diámetro y número de hojas del brote principal de *B. tuldoidea* en fase de vivero, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado

Para la determinación del efecto de la fertilización en el número de hijuelos, altura, diámetro y número de hojas del brote principal se desarrolló lo siguiente:

Limpieza del área experimental. En el vivero forestal una vez definido el área experimental, se inició con la eliminación de malezas y hojarasca caída en el área para luego ser trasladadas con apoyo de una carretilla a un vertedero de hojarasca fuera del vivero a continuación se realizó un emparejado del suelo con ayuda de un azadón y una pala con finalidad de eliminar desniveles encontrados.

Armado del invernadero. Se construyó el invernadero con material de tubo de agua de 1½" de forma arqueada incrustando estacas de 2" x 2" para manipular su caída con dimensiones de 2,60 m de ancho, 3 m de longitud y 1,60 m de alto, a su vez se procedió con el tensado con hilo rafia en como punto de ancla de extremo a extremo asimismo este procedió a ser forrado con plástico transparente doble por la superficie del invernadero, finalmente se procedió a colocar 2 separadores de 1" x 2" x 118" y 10 separadores de 1" x 2" x 47" en partes iguales. Cada cuadrado del separador señala el tratamiento correspondiente de su placa incluyendo el testigo, así se evaluó teniendo en consideración 6 esquejes por cada unidad experimental de la investigación.

Para el desarrollo experimental de la propagación en vivero se prosiguió un diseño completamente al azar (DCA) abarcando cinco (05) tratamientos dosificados más un testigo codificado como T₀, todos los esquejes extraídos de la mata de *B. tuldoidea* fueron aleatorizados y se efectuó 5 repeticiones por cada tratamiento dosificado como se observa en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento.

Factor	Codificación	Descripción de los tratamientos	N° esquejes
Fertilizante líquido	T ₀	Sin aplicación	30
	T ₁	30 ml de fertilizante líquido por bolsa	30
	T ₂	34 ml de fertilizante líquido por bolsa	30
	T ₃	38 ml de fertilizante líquido por bolsa	30
	T ₄	42 ml de fertilizante líquido por bolsa	30
	T ₅	46 ml de fertilizante líquido por bolsa	30

En el área experimental, cada unidad experimental estuvo representado por seis (06) unidades observacionales conformados por los esquejes de *B. tuldoides*, se muestra el esquema para analizar la variación final de los resultados experimentales.

T ₀	T ₅	T ₂	T ₃	T ₄
T ₂	T ₄	T ₁	T ₀	T ₅
T ₁	T ₅	T ₂	T ₄	T ₀
T ₃	T ₀	T ₃	T ₁	T ₄
T ₂	T ₁	T ₅	T ₀	T ₂
T ₅	T ₄	T ₃	T ₁	T ₃

T₀ representan los testigos

Figura 3. Diseño y distribución de los tratamientos de estudio

Entre sus características de la parcela experimental se cuenta con los siguientes:

- N° Tratamientos : 06
- Número de repeticiones : 5

- N° de plantas por tratamiento : 30
- N° de plantas por todo el experimento : 180

Suelo bambusal. El tipo de suelo utilizado fue suelo bambusal de la misma mata de *B. tuldooides* (**Figura 30** del anexo). Con ayuda de un azadón y costales se procedió con la extracción del suelo de la parte más superficial dónde se mezclan con las hojarascas de los bambúes y partes de su descomposición. Anteriormente se realizó diferentes investigaciones con otras especies de bambúes y suelo bambusal obteniendo buenos resultados para el modelo de investigación realizada.

Llenado y desinfección del suelo bambusal. Una vez en el área experimental se preparó el suelo bambusal y se embolsó 180 unidades de bolsas de polietileno con medida de 6"x 8". El volumen aproximado de cada bolsa fue 0,014 m³ distribuido simétricamente. Posteriormente una vez listo el suelo se aplicó fungicida Fuji-one 40 EC cuya composición química es: Isoprothiolane 400 g/L, ingrediente inerte 600g/L, luego se añadió una dosis de 2 ml/L de agua con la cual fue disuelto en 10 litro de agua, dicha solución fue esparcida de forma uniforme en todas las bolsas de cama de propagación, se utilizó un pulverizador manual para esta actividad (**Figura 30** del anexo).

Extracción del material biológico. La población de estudiada estuvo compuesta por 180 esquejes de bambú de la especie *B. tuldooides* (**Figura 27** del anexo), las cuales fueron recolectados de las ramas primarias conteniendo dos (02) nudos preexistentes provenientes del Fundo de la Facultad de Agronomía (**Figura 26** del anexo).

Los esquejes de *B. tuldooides* para el estudio se recolectaron a las primeras horas de la mañana de una mata en el fundo Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de La Selva (UNAS) correspondientes a las coordenadas siguientes: Este 390 367 y norte 8 970 008. Para su extracción se respetó la selección de cañas en estado verde del proceso de maduración con edades aproximadas entre los 2 a 3 años mostrando cañas rectas, vigorosas y con ramas desarrolladas aptas para su propagación (**Figura 26** del anexo).

La cosecha de bambú para extracción de esquejes se realizó con ayuda de un machete, una sierra curva de 12" y una tijera de podar; se aprovechó las ramas basales del culmo con 45 a 55 cm de longitud y con presencia de dos nudos preexistentes, de inmediato se procedió con el hidratado de estas en baldes con agua para evitar pérdida de humedad de los esquejes durante el traslado al invernadero (**Figura 26** del anexo). La mata escogida presentaba 95 culmos distribuidos de la siguiente manera:

- Brotes : 06 (6,32%)

- Tiernos : 18 (18,95%)
- Verdes :39 (41,05%)
- Maduros : 25 (26,32%)
- Sobre maduros : 07 (7,37%)

Acondicionamiento de enraizador y esquejes. Con finalidad de mejorar la inducción de enraizamiento y supervivencia de forma uniforme, los esquejes se sometieron a una inducción de Root-Hor® en dosis de 5 ml/L agua, dicho producto está compuesto por ácido alfa naftalenacético a 0,40% y ácido 3 Indol butírico 0,10 % para 1 L, con la cual se ayuda a mejorar sus resultados durante el prendimiento. Para la inducción por inmersión del enraizador se utilizó 2 baldes blancos con volumen de 20 litros y 100 ml de enraizador dónde se mezcló con ayuda de una vara y se colocó cada esqueje sumergiendo así la parte basal de los esquejes por un periodo de 15 minutos.

Después de realizar su tratamiento a los esquejes se procedió a instalar cada esqueje en su lugar correspondiente según tratamiento a una profundidad de 10 cm en cada bolsa con una pequeña inclinación.

Acondicionamiento del fertilizante líquido preparado. Para la elaboración del fertilizante líquido, se utilizó 05 kilogramos de ceniza, 05 kilogramos de superfosfato triple diluidos en 50 litros de agua una mezcla de tres componentes disueltos y fermentado por un espacio de 20 días. El fertilizante líquido se aplicó cada 15 días de manera directa al sustrato, teniendo en cuenta la dosis por cada tratamiento designado y la homogeneidad en la aplicación respecto a sus tratamientos.

Riego. El riego se aplicó 3 veces por semana según su requerimiento, debido a la gran humedad que existe capturada en ambiente del invernadero, después del riego el invernadero siempre se abrió para evitar la proliferación de hongos en los tallos y raíces a consecuencia del exceso de humedad.

Control de maleza. La erradicación de malezas en el invernadero se realizó cada 15 días después de la instalación de los esquejes de *B. tuldoidea*, con finalidad de evitar competencias por los nutrientes del sustrato.

Variables evaluadas. Se consideró realizar las mediciones de las siguientes variables dependientes:

- Número total de hijuelos brotados: Para esta evaluación se observó todos los días a los esquejes para señalar que día fue la emisión del primer hijuelo o brote y a partir de ello los demás

tratamientos, se consideró rebrote a aquel que emergía a nivel del suelo con un aproximado de 3 centímetros, los cuales con ese tamaño aún no presentaban hojas y fueron señalados con un código con plumón indeleble, se consideró el total de número de hijuelos brotados a partir de los 120 días de su instalación debido a que algunos hijuelos mueren durante su proceso.

- Altura: La evaluación de la altura se realizó a partir de los 10 días en periodos de una vez por semana hasta los cuatro meses, obteniendo un seguimiento y medición final el día 04 de diciembre de 2023, con la ayuda de una wincha y vernier electrónico considerando la medición desde la base hasta la parte apical de la misma con una unidad de medición expresada en centímetros.
- Diámetro de los brotes: Para la evaluación del diámetro de brotes, se realizó dos medidas distribuidas al inicio y final del experimento, esto fue realizado con ayuda de un vernier electrónico.
- Número de hojas de los brotes: Esta evaluación se realizó al finalizar la evaluación por conteo directo.

3.2.2.4. Efecto de la fertilización en el número de raíces y longitud de raíz principal

Número de raíces: Para la determinación del número de raíces se utilizó un recipiente con agua para luego lavar las raíces y se procedió con el conteo mediante observación directa.

Longitud de raíz principal: Para la evaluación de la raíz principal y más desarrollada se utilizó una wincha de 5 m con el cuál se efectuó la medición.

3.2.2.5. Efecto de la fertilización en el porcentaje de supervivencia y mortandad

Porcentaje de supervivencia: Para la determinación del porcentaje de supervivencia los tratamientos se evaluaron a los 120 días después de su instalación en invernaderos, tiempo propicio para determinar los esquejes vivos y muertos por método del conteo directo.

Por lo general los brotes de los esquejes comenzaron a presentar yemas emergentes a partir de los 10 días después de su instalación, la supervivencia

de brotes fue disminuyendo en función al tiempo de evaluación que se realizó debido a su posible enraizamiento o no debido a que estas empiezan a morir.

Análisis de datos. Se realizó a partir de una tabulación de los datos correspondiente a las variables cuantitativas de la especie en estudio, luego la determinación de estadístico descriptivos y debido a que los datos de las variables presentaron distribución normal se optó por utilizar la prueba paramétrica denominada análisis de la varianza (ANVA) con fines de contrastar la hipótesis para cada variable dependiente.

3.2.2.6. Efecto de la fertilización en las propiedades físicas y químicas del suelo bambusal

Para este análisis se separó 1 kg de suelo de todos los tratamientos incluyendo el testigo después de finalizar con la evaluación para ver la influencia de la inducción del fertilizante líquido en los nutrientes del suelo bambusal, se procedió a secar las muestras de suelo y posteriormente se llevó al laboratorio de análisis de suelos para realizar su evaluación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la fertilización en el número de hijuelos, la altura, diámetro y el número de hojas del brote principal de *B. tuldoides* en fase de vivero, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado

4.1.1. Número de hijuelos

En base al ANVA se determinó que al menos uno de los tratamientos utilizados en base a las dosis de biofertilizantes ejerció efectos estadísticos significativos sobre el número de hijuelos de *B. tuldoides* (**Tabla 2**).

Tabla 2. ANVA para el número de hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	2,722	5	0,544	12,645	<0,001**
Error experimental	1,033	24	0,043		
Total	3,756	29			

** : Existen diferencias estadísticas altamente significativas.

El uso de 38 ml de biofertilizante por cada bolsa en la producción de plántones de *B. tuldoides* generó mayor cantidad de hijuelos (**Tabla 3** y **Figura 4**), resultados similares encontró Aguilar (2022) de algunas repeticiones con *G. angustifolia* (1,29) donde también se encontró elevada mortalidad bajo condiciones de vivero.

En la comparación de medias, se observa que la aplicación de 38 ml de biofertilizante ejerció mejores efectos sobre el número de hijuelos de *B. tuldoides*, mientras que las demás dosis e inclusive los plántones sin biofertilizante presentaron menores valores de la variable mencionada (**Tabla 3** y **Figura 4**), resultado muy discordante a lo publicado por Alfaro (2023) que encontró mayor cantidad de brotes en el tratamiento testigo (3,40 brotes/esqueje) siendo superior en el promedio al uso de ácido indol-3-butírico – AIB con 3,20 brotes/esqueje y al utilizar ácido indol-acético – AIA con 2,80 brotes/esqueje, este comportamiento aclara que la cantidad de brotes no es muy dependiente del enraizante o en el caso del presente estudio de la fertilización garantizó solamente que los brotes emergidos se mantengan en el tiempo, pero la cantidad de brotes que se emergieron estuvieron posiblemente vinculados más a las condiciones ambientales ya que hasta en el tratamiento testigo hubo pocos brotes.

Tabla 3. Comparación de medias para el número de hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repetición	Media \pm DE (unidad)	Subconjunto
1	T ₃ : 38	5	0,90 \pm 0,32	a
2	T ₁ : 30	5	0,17 \pm 0,20	b
3	T ₅ : 46	5	0,13 \pm 0,18	b
4	T ₀ : 0	5	0,10 \pm 0,22	b
5	T ₄ : 42	5	0,07 \pm 0,15	b
6	T ₂ : 34	5	0,03 \pm 0,07	b

DE: Desviación estándar. Letras diferentes indican significancia estadística.

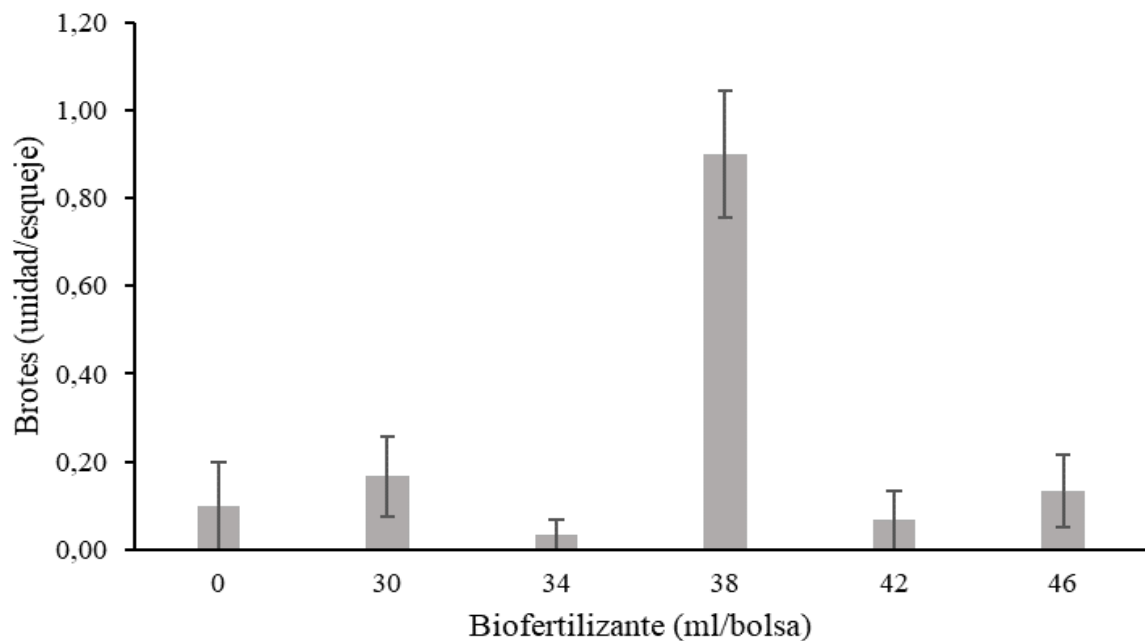


Figura 4. Número de hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

En las medias mostradas respecto al número de hijuelo, el tratamiento T₃ (0,90%) y tratamiento T₁ (0,17%) fueron los datos más resaltantes mientras que el tratamiento T₂ (0,03%) y T₄ (0,07%) resultaron ser los tratamientos con menor cantidad de hijuelos emitidos. Lárraga et al. (2011) quienes evaluaron tres especies de bambúes en condición de vivero bajo método chusquín, vareta y segmento nodal de *G. angustifolia*, *B. oldhamii* y *B. vulgaris*, obtuvieron mejores resultados en respecto al número de hijuelos y otras las variables por el método chusquín, esto ocurre debido a la cantidad de yemas activas que contiene cada material vegetativo empleado en la propagación, siendo concordante con Trillo (2014) al

propagar a *D. asper*, *B. vulgaris*, *G. angustifolia* y *G. aff. angustifolia* y alcanzar la mayor cantidad hijuelos al utilizar varas seguido por el uso de ramas secundarias y finalmente las ramas primarias.

En la mayoría de los reportes se suelen atribuir la cantidad de los hijuelos con la presencia de las yemas activas del material vegetativo que se utiliza a propagar, tal es el caso de Malpartida (2018) al estudiar la calidad de rebrotes en *G. angustifolia* y encontrar que el uso de los chusquines favorecen en la mayor cantidad de hijuelos, esto también fue notorio en el reporte de Arancibia (2017) desarrollado en la región Amazonas con *G. angustifolia* utilizando estacas donde registró en promedio 2,2 hijuelos por cada estaca que presentaban dos nudos, mientras que en el grupo que no presentaba tratamiento alguno se registró en promedio 3 hijuelos por estacas contenidas de dos nudos, en este caso aparte de las yemas existentes le favorecieron otros factores como el sustrato utilizado y también las características de las estacas como la clase diamétrica (Ríos y Pérez, 2019) que se encuentra relacionada positivamente con el número de hijuelos.

En la propagación de los bambúes, hay distintos factores vinculados a la cantidad de hijuelos emitidos, esto es debido a que cada especie posee características muy distintivas como la capacidad de emitir hijuelos, esto lo reportó Sánchez (2017) cuando en etapa de vivero utilizó como sustrato el suelo agrícola de textura franca arenosa y encontró diferencias estadísticas significativas entre las especies propagadas, siendo *Dendrocalamus asper* que superó en esta variable a las especies *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris*.

4.1.2. Altura total

En base a la significancia del ANVA que fue mayor a 0,05, se aceptó la hipótesis nula y concerniente a que, los tratamientos utilizados en base a las dosis de biofertilizantes no ejerció efectos estadísticos significativos sobre la altura total de los hijuelos de *B. tuldooides* (Tabla 4).

Tabla 4. ANVA para la altura total de hijuelos de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	182,659	5	36,532	1,257	0,315 ^{ns}
Error experimental	697,622	24	29,068		
Total	880,282	29			

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

Tabla 5. Comparación de medias para la altura total de hijuelos de *B. tuldooides* sometidos a

diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repetición	Media \pm DE (cm)	Subconjuntos
1	T ₃ : 38	5	11,62 \pm 9,50	a
2	T ₄ : 42	5	7,16 \pm 7,16	a
3	T ₀ : 0	5	6,99 \pm 4,94	a
4	T ₁ : 30	5	5,64 \pm 1,45	a
5	T ₅ : 46	5	5,00 \pm 1,32	a
6	T ₂ : 34	5	3,86 \pm 2,13	a

OM: Orden de mérito. DE: Desviación estándar. Letras diferentes indican significancia estadística.

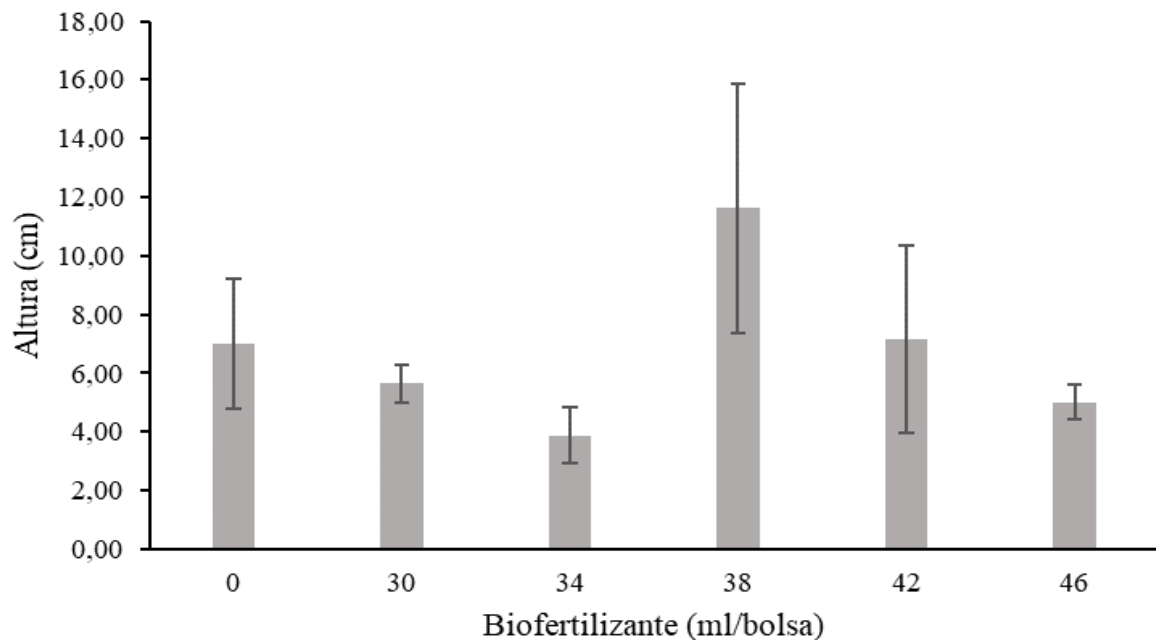


Figura 5. Altura total de hijuelos de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

El uso de 38 ml de biofertilizante por cada bolsa en la producción de plantones de *B. tuldooides* generó mayor altura total de sus hijuelos (11,62 cm), además este mismo tratamiento presentó elevada variabilidad de los datos expresado en su valor del coeficiente de variación; valores inferiores (3,86 cm) se registró al utilizar 34 ml de dicho biofertilizante (**Tabla 5** y **Figura 5**), reportes con valores superiores en esta especie lo encontró Alfaro (2023) al emplear AIB dando datos desde 20 a 34 cm, el uso de AIA registró entre los 20 a 38 cm, pero los esquejes sin tratamiento alguno alcanzaron alturas desde 35 cm hasta 52 cm, siendo notorio también la existencia de elevada variabilidad de los resultados entre los repeticiones establecidos por la amplitud de sus rangos tanto en el reporte como en el

presente estudio. Además, otro factor adicional que pudo afectar a la altura total fue la humedad del medio donde se ejecutó el experimento, siendo corroborado por Dávila et al. (2006), quienes reportan que la especie sometida a periodos de baja humedad suele tener efectos negativos en su desarrollo al reducir su altura total.

La ausencia de diferencias estadísticas significativas en la altura total pudo estar atribuido a otros factores como la emisión de raíces, ya que, Alfaro (2023) realizó la propagación de esta especie y encontró significancia entre los enraizadores utilizados, siendo los valores superiores al presente estudio, donde el rango de la altura registrada por parte del autor fue desde 27,60 cm hasta los 44,20 cm. Además, hay otros factores como la técnica de propagación o el material vegetativo ya que las especies responden de manera diferente reportando valores de altura total, tal es el caso de Trillo (2014) que encontró valores de la altura total para *G. angustifolia* fue 28,52 cm, *D. asper* obtuvo 76,14 cm y *B. vulgaris* con 81.50 cm, a esto se suma que el uso de varas secundarias registró mayor altura con una media de 107,91 cm. Mayores altura fueron reportados por Velarde (2022) en la especie *D. asper* al lograr una media de 91,05 cm con el uso del enraizador KELPAK muy similar al aplicar Root-Hor® pero superior al uso del Razormín. Ocaña y Carhuatocto (2022) en *D. asper* obtuvo mejor promedio (53,3 cm) al emplear chusquines en comparación al uso de culmos y esquejes, aunque no logró encontrar diferencias entre enraizadores.

Lo descrito en el párrafo anterior resalta que hay variabilidad del comportamiento de la altura de los bambúes entre especies y también entre factores como el uso de enraizantes entre una misma especie, siendo el uso de enraizantes en los esquejes de los bambúes que tienen como objetivo principal estimular y acelerar el desarrollo de raíces adventicias, en adelante, la ganancia de la altura de los plantones estarán dependiente de las reservas que tiene el esqueje y de los nutrientes que se encuentran en el sustrato; Soto (2011) en *D. asper* y *G. angustifolia*, a una edad de 90 días reportó alturas medias de 14,33 cm basal, 16,56 cm medio y 9,94 cm apical mostrando valores similares respecto a la altura con la *B. tuldooides*.

4.1.3. Diámetro del culmo

En base al valor de la significancia del ANVA que fue menor a 0,05 o 5,0%, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna concerniente a que, al menos uno de los tratamientos utilizados en base a las dosis de biofertilizantes ejerció efectos estadísticos significativos sobre la variable diámetro inicial de los hijuelos de la especie *B. tuldooides* (**Tabla 6**).

Tabla 6. ANVA para el diámetro inicial de los hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1,028	5	0,206	5,216	0,002**
Error experimental	0,946	24	0,039		
Total	1,973	29			

** : Existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En la comparación de medias, se observa que la aplicación de la dosis de 38 ml del fertilizante líquido ejerció mejores efectos significativos sobre la variable diámetro inicial de los hijuelos que emergieron de *B. tuldoides*, mientras que las demás dosis e inclusive los plantones sin biofertilizante presentaron menores valores de la variable indicada (**Tabla 7** y **Figura 6**), estos bajos valores son el reflejo de en cierta medida de la mortalidad existentes en algunas repeticiones que obtuvieron valores de cero afectando a la media general de cada tratamiento, siendo uno de los factores que hubieran perjudicado a la presencia de hijuelos el uso del sustrato, ya que Aguilar (2022) encontró diferentes comportamientos al propagar a *D. asper* y *G. angustifolia* en cuatro distintos sustratos que presentaron heterogénea capacidad de retener la humedad debido al contenido de la materia orgánica y se encontró elevados valores de la tasa de mortalidad que comprometen a las variables como el diámetro inicial de los hijuelos.

Tabla 7. Comparación de medias para el diámetro inicial de los hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repeticón	Media \pm DE (cm)	Subconjunto
1	T ₃ : 38	5	0,57 \pm 0,36	a
2	T ₁ : 30	5	0,16 \pm 0,17	b
3	T ₅ : 46	5	0,12 \pm 0,17	b
4	T ₂ : 34	5	0,07 \pm 0,16	b
5	T ₀ : 0	5	0,05 \pm 0,12	b
6	T ₄ : 42	5	0,04 \pm 0,09	b

OM: Orden de mérito.

DE: Desviación estándar.

Letras diferentes indican significancia estadística.

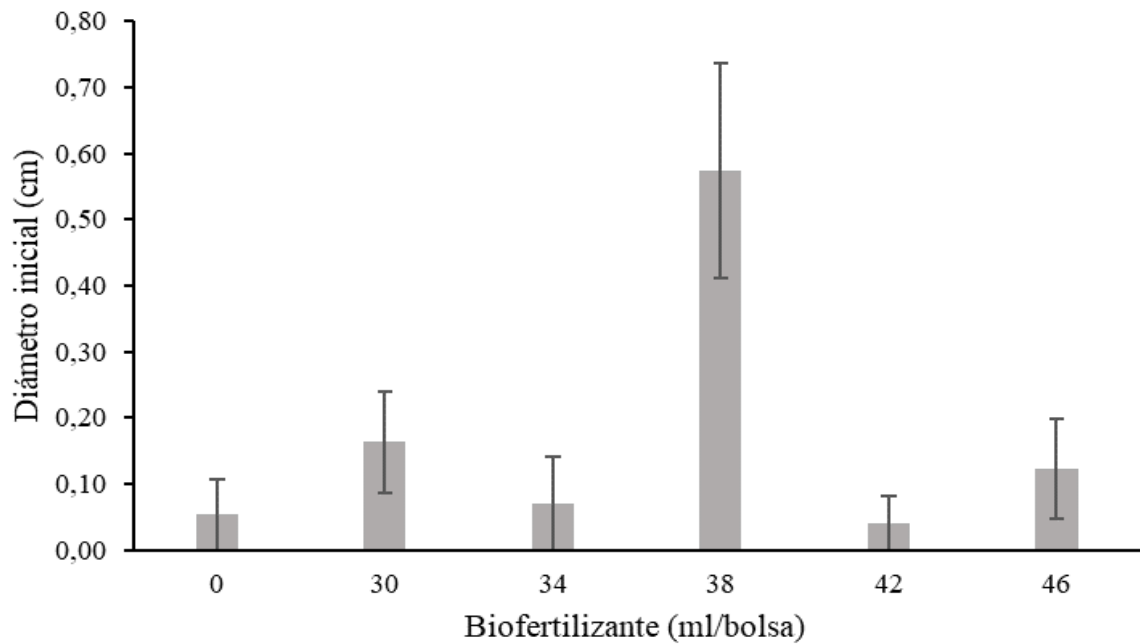


Figura 6. Diámetro inicial de los hijuelos de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

En base al valor de significancia el análisis de la varianza que fue menor a 0,05, se determinó que al menos uno de los tratamientos utilizados en base a las dosis de biofertilizantes ejerció efectos estadísticos significativos sobre el diámetro final de los hijuelos de *B. tuldooides* (**Tabla 8**).

Tabla 8. ANVA para el diámetro final de los hijuelos de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	5,552	5	1,110	5,337	0,002**
Error experimental	4,993	24	0,208		
Total	10,545	29			

**.: Existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En la prueba de comparación de medias, se observa que la aplicación de 38 ml de biofertilizante ejerció mejores efectos sobre el valor del diámetro final que presentaban los hijuelos de *B. tuldooides*, mientras que las demás dosis utilizadas e inclusive los plantones sin dosis del biofertilizante presentaron menores valores de la variable mencionada (**Tabla 9** y **Figura 7**).

Tabla 9. Comparación de medias para el diámetro final de los hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repetición	Media \pm DE (cm)	Subconjunto
1	T ₃ : 38	5	1,32 \pm 0,82	a
2	T ₁ : 30	5	0,37 \pm 0,37	b
3	T ₅ : 46	5	0,35 \pm 0,48	b
4	T ₀ : 0	5	0,13 \pm 0,29	b
5	T ₂ : 34	5	0,11 \pm 0,24	b
6	T ₄ : 42	5	0,09 \pm 0,20	b

OM: Orden de mérito. DE: Desviación estándar. Letras diferentes indican significancia estadística.

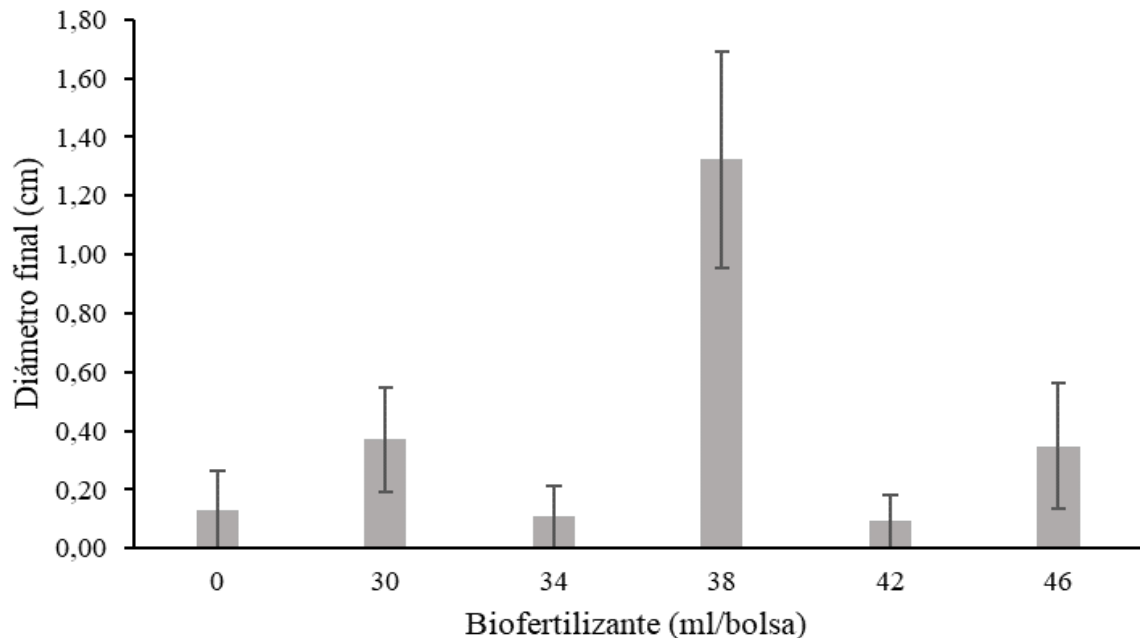


Figura 7. Diámetro final de hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

El análisis de los resultados obtenidos muestra que los tratamientos T₃ referido a la aplicación de una dosis de 38 ml del biofertilizante y T₅ (46 ml de biofertilizante) lograron los mejores resultados en términos de crecimiento del diámetro del culmo de *B. tuldoides*. Estos valores superiores en comparación con los demás tratamientos pueden explicarse por la cantidad adecuada de nutrientes suministrados, especialmente aquellos esenciales como el potasio, calcio y magnesio, que influyen directamente en el desarrollo estructural de las plantas.

El bajo desempeño de otros tratamientos podría estar relacionado con una dosificación insuficiente o excesiva del biofertilizante, lo que afecta negativamente el equilibrio nutricional del sustrato. Además, las condiciones ambientales durante la ejecución del experimento podrían haber tenido un papel determinante. Dávila et al. (2006) señalan que *B. tuldooides* es sensible a la ausencia prolongada de lluvias, un factor que puede limitar la disponibilidad de agua en el suelo y la absorción de nutrientes esenciales para el crecimiento del culmo.

La sequía, combinada con la alta demanda de agua característica de esta gramínea, podría haber comprometido el potencial de crecimiento en ciertos momentos del experimento, acentuando la dependencia de las plantas hacia las dosis adecuadas del biofertilizante. Este contexto destaca la importancia de considerar tanto las condiciones edáficas como climáticas al planificar experimentos correspondientes a la propagación de *B. tuldooides*, ya que un manejo apropiado de ambos factores es clave para maximizar el desarrollo de esta especie.

4.1.4. Número de hojas

En base al valor de la significancia en el ANVA que es inferior a nivel de tolerancia del 0,05, se consideró rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa concerniente a que, al menos uno de los tratamientos utilizados en base a las dosis de biofertilizantes ejerció efectos estadísticos significativos sobre el número de hojas de *B. tuldooides* (**Tabla 10**).

Tabla 10. ANVA para el número de hojas de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3,149	5	0,630	6,478	0,001**
Error experimental	2,333	24	0,097		
Total	5,482	29			

**:. Existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En la comparación de medias, el uso de 38 ml del fertilizante líquido por cada bolsa en la producción de plantones de *B. tuldooides* generó mayor cantidad de hojas en los hijuelos (**Tabla 11** y **Figura 8**), pero muy por debajo respecto a especies como *D. asper* (6,06) y *G. angustifolia* (2,35) llevados a cabo bajo condiciones de vivero empleando solo malla raschel (Aguilar, 2022).

Tabla 11. Comparación de medias para el número de hojas de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repetición	Media \pm DE (unidad)	Subconjunto
1	T ₃ : 38	5	1,00 \pm 0,54	a
2	T ₁ : 30	5	0,27 \pm 0,25	b
3	T ₅ : 46	5	0,23 \pm 0,32	b
4	T ₂ : 34	5	0,10 \pm 0,22	b
5	T ₀ : 0	5	0,10 \pm 0,22	b
6	T ₄ : 42	5	0,07 \pm 0,15	b

OM: Orden de mérito. DE: Desviación estándar. Letras diferentes indican significancia estadística.

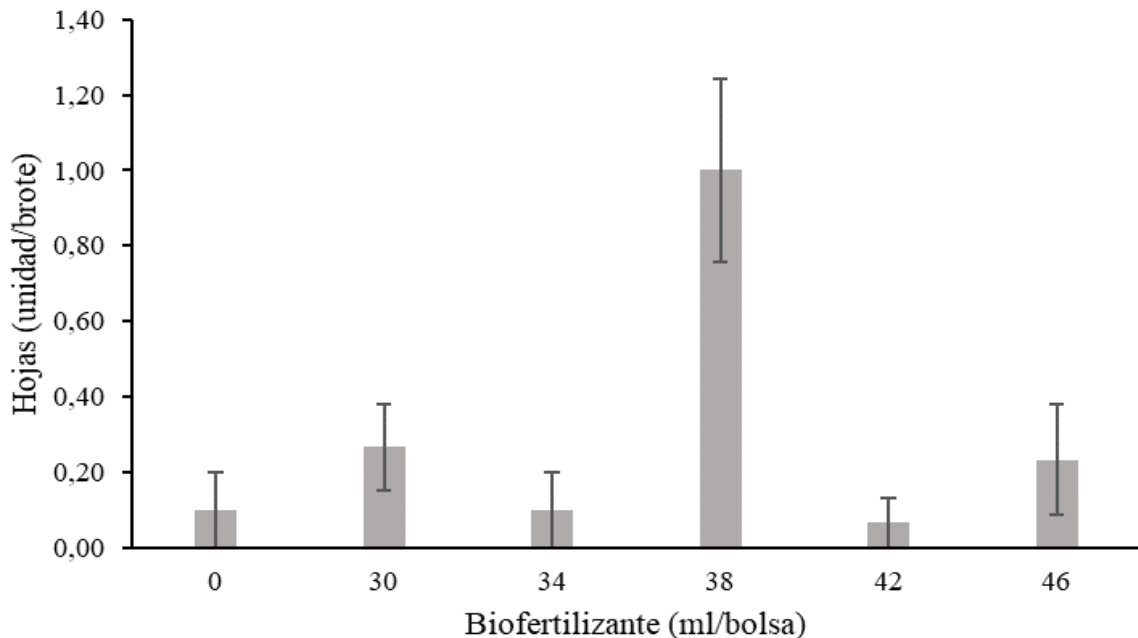


Figura 8. Número de hojas de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

En la comparación de medias, se observa que la aplicación de 38 ml de biofertilizante ejerció mejores efectos sobre el número de hojas de *B. tuldoides*, mientras que las demás dosis e inclusive los plantones sin biofertilizante presentaron menores valores de la variable mencionada (**Tabla 11** y **Figura 8**), este comportamiento del biofertilizante en cierta medida favoreció en la cantidad de hojas, siendo similar al estudio llevado a cabo por parte de Mejía-Taborda et al. (2014) al utilizar un fertilizante químico compuesto (N-P₂O₅-K₂O) formulada como 20%-5%-5%, el mismo que se aplicó bajo las formas líquida y sólida en la gramínea *Pennisetum clandestinum*, reportó resultados favorables al emplear dicho

fertilizante aunque recomienda su uso de la forma sólida debido a los efectos en la planta y los costos incurridos de su aplicación. Además, para Sánchez (2017) la cantidad de hojas en los plántones de los bambúes es dependiente de manera directa del material a propagar como el uso de solamente las ramas principales que posean en la parte basal sus raíces falsas, yemas con primordios, dos entrenudos y tres nudos alternos, con estas características se eleva la cantidad de hojas.

4.2. Efecto de la fertilización en el número de raíces, longitud de raíz principal

4.2.1. Número de raíces

En base al ANVA se determinó que al menos uno de los tratamientos utilizados en base a las dosis de biofertilizantes ejerció efectos estadísticos significativos sobre el número de raíces de *B. tuldoides* (Tabla 12).

Tabla 12. ANVA para el número de raíces de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1,874	5	0,375	3,988	0,009**
Error experimental	2,256	24	0,094		
Total	4,130	29			

**:. Existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En la comparación de medias, se observa que la aplicación de 30 así como 38 ml de biofertilizante ejercieron mejores efectos sobre el número de raíces de *B. tuldoides*, mientras que las demás dosis e inclusive los plántones sin biofertilizante presentaron menores valores de la variable indicada (Tabla 13 y Figura 9), estos resultados también fueron fuentes sobre las demás características de los plántones ya que es un valor muy bajo por encontrarse en muchas repeticiones la ausencia de raíces, esto es la razón por la cual otros autores como Sharothi et al. (2022) están optando por el uso de otras técnicas de propagación como el cultivo in vitro donde llegaron a obtener por cultivo en promedio 7,20 raíces, esto debido no solamente al medio de cultivo utilizado sino también a que bajo esta técnica se suelen controlar de forma muy adecuada las condiciones medioambientales y la presencia de patógenos que pudieran comprometer en la producción de plántones de *B. tuldoides* para su comercialización. Resultados no significativos registró Sánchez (2017) al propagar *D. asper*, *G. angustifolia* y *B. vulgaris* posiblemente se deba a pocas raíces presentes en los plántones.

Tabla 13. Comparación de medias para el número de raíces de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repetición	Media \pm DE (unidad)	Subconjunto
1	T ₃ : 38	5	0,77 \pm 0,63	a
2	T ₁ : 30	5	0,23 \pm 0,22	ab
3	T ₅ : 46	5	0,10 \pm 0,15	b
4	T ₂ : 34	5	0,10 \pm 0,22	b
5	T ₄ : 42	5	0,07 \pm 0,15	b
6	T ₀ : 0	5	0,07 \pm 0,15	b

OM: Orden de mérito. DE: Desviación estándar. Letras diferentes indican significancia estadística.

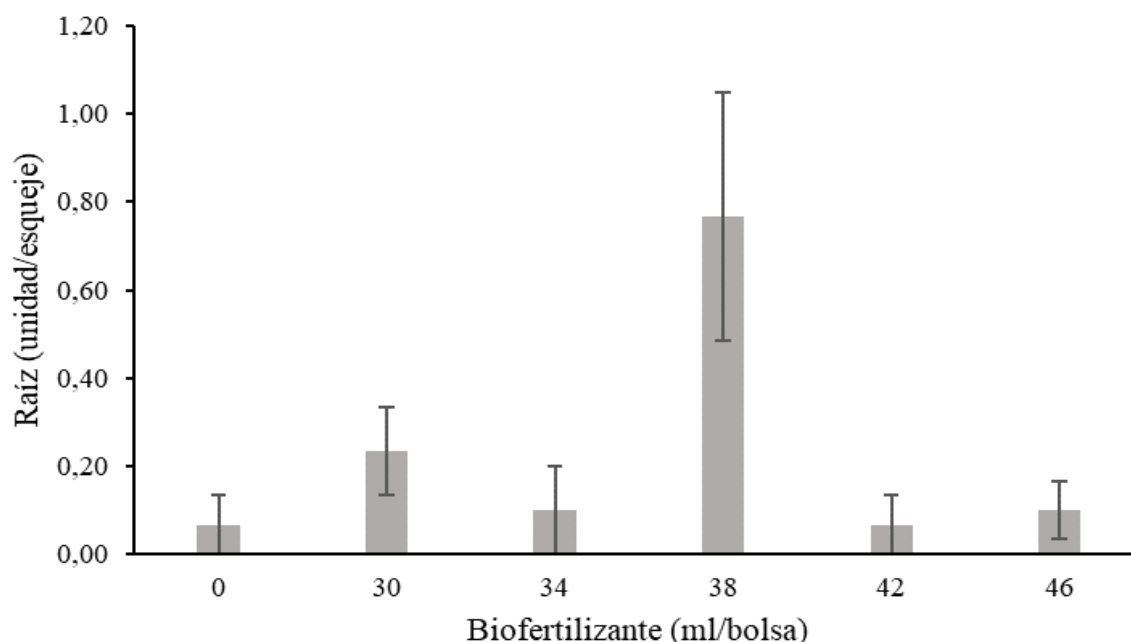


Figura 9. Número de raíces de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

4.2.2. Longitud de la raíz principal

En base al valor de significancia registrado por el ANVA que se encuentra por debajo del 0,05, se determinó por conveniente rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna que refiere, al menos uno de los tratamientos utilizados en base a las dosis del biofertilizante ejerció efectos estadísticos significativos sobre la longitud de la raíz principal de los hijuelos de *B. tuldooides* (Tabla 14), por tal motivo se procedió a realizar la prueba de comparación de medias para deslindar los grupos con elevados y bajos efectos sobre la variable indicada.

Tabla 14. ANVA para la longitud de la raíz principal de hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	26,686	5	5,337	6,029	0,001**
Error experimental	21,246	24	0,885		
Total	47,931	29			

** : Existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En la comparación de medias, se observa que la aplicación de 38 ml de biofertilizante ejerció mejores efectos sobre la longitud de la raíz principal de los hijuelos de *B. tuldoides*, mientras que las demás dosis e inclusive los plantones sin biofertilizante presentaron menores valores de la variable mencionada (**Tabla 15** y **Figura 10**), este resultado fue inferior a lo encontrado por Alfaro (2023) donde al utilizar enraizantes como AIB y AIA no superó la dimensión de 14 cm, pero en el caso del tratamiento sin enraizante alguno registró valores desde los 12 hasta 24 cm, con un promedio de 17,40 cm, posiblemente atribuido al sustrato utilizado que contenía un 80% de fuente orgánico descompuesto y 20% de suelo agrícola. Para la producción de plantones en un vivero, un sustrato con materia orgánica bien equilibrada asegura un suministro constante de agua para las plántulas, reduce la frecuencia de riegos, y mejora el desarrollo de las raíces, lo que resulta en plantas más saludables y con mejor vigor. Sánchez (2017) al utilizar suelo agrícola de textura franca arenosa no encontró diferencias estadísticas significativas entre *D. asper*, *G. angustifolia* y *B. vulgaris* posiblemente debido al espacio de las bolsas que pasado una fecha se uniformizan las dimensiones de la raíz por el espacio a recorrer (Montenegro y Herrera, 2020).

Tabla 15. Comparación de medias para la raíz principal de hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repetición	Media \pm DE (cm)	Subconjunto
1	T ₃ : 38	5	2,91 \pm 1,78	a
2	T ₁ : 30	5	0,64 \pm 0,59	b
3	T ₅ : 46	5	0,50 \pm 0,75	b
4	T ₂ : 34	5	0,30 \pm 0,67	b
5	T ₀ : 0	5	0,30 \pm 0,67	b
6	T ₄ : 42	5	0,27 \pm 0,60	b

OM: Orden de mérito. DE: Desviación estándar. Letras diferentes indican significancia estadística.

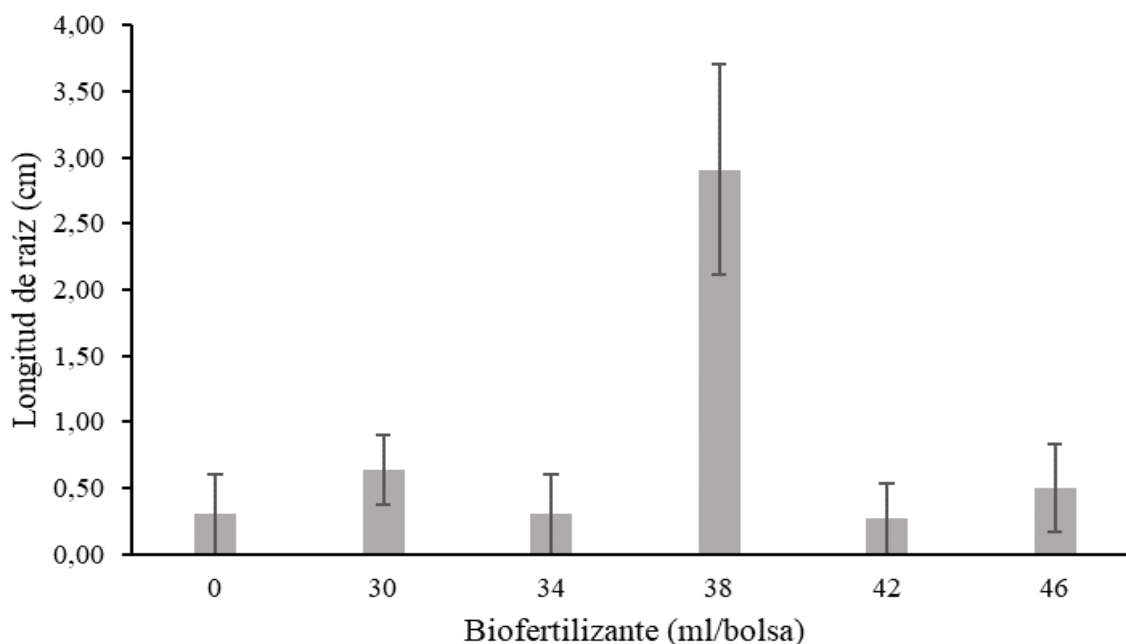


Figura 10. Longitud de la raíz principal de hijuelos de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

4.3. Efecto de la fertilización en porcentaje de supervivencia y mortalidad de *Bambusa tuldooides* en fase vivero, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado

4.3.1. Porcentaje de supervivencia

La supervivencia de los plantones fue favorable en sus fechas iniciales, manteniéndose hasta casi por un mes, en adelante se registró una disminución de plantones vivos, quedando al final solamente un 26,67% al usar 38 ml de dicho biofertilizante, seguida de un 10,00% al aplicar 30 ml, 6,67% cuando se aplica 46 ml y en los demás tratamientos como en el testigo solamente se logró alcanzar el 3,33% (**Figura 11**).

En el caso de que no se utilice dosis alguna del biofertilizante se registró solamente un 3,43% de supervivencia (**Figura 11**), este valor fue muy inferior a lo obtenido por Alfaro (2023) en la misma especie de bambú al obtener un rango de prendimiento entre el 40% a 60% en las cinco repeticiones que consideró en su experimento, a pesar de su elevada variabilidad de los resultados (CV: 70,0%) hubo presencia de plantones vivos, esto posiblemente pudo ocurrir debido a la presencia de lluvias que favoreció a mantenerse hidratados a los esquejes colectados por extraerse en el mes de diciembre, muy por el contrario el presente estudio fue llevado a cabo en un momento donde la precipitación estuvo limitada reportando posiblemente menor contenido de humedad en los esquejes que fueron colectados. Con fines de mejorar los resultados Sharothi et al. (2022) realizó la propagación

de *B. tuldooides* empleando la técnica del cultivo invitro y obtuvieron en la etapa de aclimatación al suelo una supervivencia del 92%.

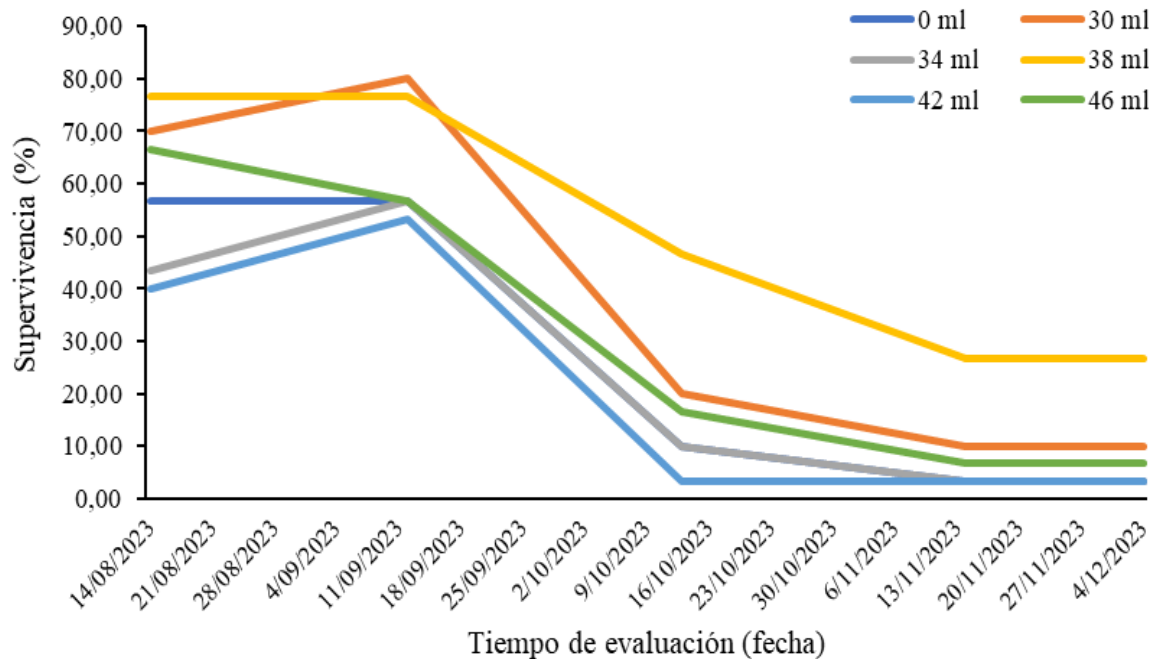


Figura 11. Comportamiento de la supervivencia de *B. tuldooides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Los resultados sobre la supervivencia se ven comprometidas por las partes de las plantas que se utilizan, esto lo corroboró Trillo (2014) al utilizar ramas primarias, secundarias y segmentos cuando propagó *D. asper*, *B. vulgaris* y *G. angustifolia* obteniendo promedios de supervivencia del 86,11%, 34,26% y 21,30% respectivamente, aunque consideró a la rama primaria como la mejor parte de la planta a propagar para las tres especies, a pesar de usar similar parte de esta gramínea no hubo mucha supervivencia en el presente estudio, estudio similar comparte (2009) al propagar tres especies de bambúes y obtuvo respuestas del 25,33% para *G. apus* y 5,33% en *G. angustifolia* considerando a este método o procedimientos con resultados pobres. Asimismo, Rodríguez (2016) señala que la propagación por esqueje de *D. asper* utilizando suelo bambusal no presenta comportamiento similar de supervivencia en comparación al uso de otros sustratos formulados en los viveros forestales, siendo notorio un comportamiento ligeramente superior de la variable indicada en el presente estudio al aplicar dosis de fertilización respecto al tratamiento testigo carente de dosis de biofertilizante.

A veces a pesar de planificar la siembra de bambúes en épocas con predominancia de elevada precipitación se registran sequías que perjudican a al prendimiento se las plantas, esto lo reportaron Marín et al. (2008) en el estado Yaracuy de Venezuela al establecer sus esquejes de *B. vulgaris* en el mes de julio, pero la presencia de una sequía se reflejó solamente en un 30% de supervivencia. Esta acción de planificar es de suma importancia más aun cuando se trata de la fase inicial tanto en la producción de plántones como en establecer en terreno definitivo ya que hay reportes como las de Varajao y Do Nascimento (2008) que resaltan la potencialidad de *B. tuldoidea* y consideran que posee una buena capacidad para adaptarse a diferentes entornos haciéndole ideal para funciones diarias, rehabilitación de suelos degradados y adaptación en áreas semihúmedas, pero siempre en cuando se debe tener en claro que hay que darles condiciones favorables al inicio de sembrar o plantar esta especie, de lo contrario no podrá prosperar traduciéndose en baja calidad de las plantas o poca supervivencia como en el caso del presente experimento.

4.3.2. Porcentaje de mortalidad

En base al valor de la significancia en el análisis de varianza, se determinó que la significancia asintótica bilateral estuvo por debajo de 0,05 (5%) con la cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna correspondiente que al menos uno de los tratamientos utilizados en base a la dosis del biofertilizante aplicado ejerció efectos estadísticos significativos sobre la variable mortalidad de los hijuelos de la especie *B. tuldoidea* (**Tabla 16**).

Tabla 16. ANVA para la mortalidad de hijuelos de *B. tuldoidea* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	2074,193	5	414,839	4,480	0,005**
Error experimental	2222,511	24	92,605		
Total	4296,704	29			

**:. Existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En la comparación de medias, la aplicación de 30 y 38 ml del biofertilizante ejerció menor efecto en la mortalidad de *B. tuldoidea*, mientras que las demás dosis e inclusive el testigo presentan mayores valores (**Tabla 17** y **Figura 12**), resultados similares al de Aguilar (2022) en *D. asper* (86,67%) y *G. angustifolia* (93,33%) al usar cascarilla de arroz, así como Montenegro y Herrera (2020) empleando tamo de café (0%) en

G. angustifolia.

Tabla 17. Comparación de medias para la mortalidad de hijuelos de *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

OM	Biofertilizante (ml/bolsa)	Repetición	Media \pm DE (cm)	Subconjunto
1	T ₃ : 38	5	73,33 \pm 14,91	a
2	T ₁ : 30	5	90,00 \pm 9,13	ab
3	T ₅ : 46	5	93,33 \pm 9,13	b
4	T ₀ : 0	5	96,67 \pm 7,45	b
5	T ₂ : 34	5	96,67 \pm 7,45	b
6	T ₄ : 42	5	96,67 \pm 7,45	b

OM: Orden de mérito. DE: Desviación estándar. Letras diferentes indican significancia estadística.

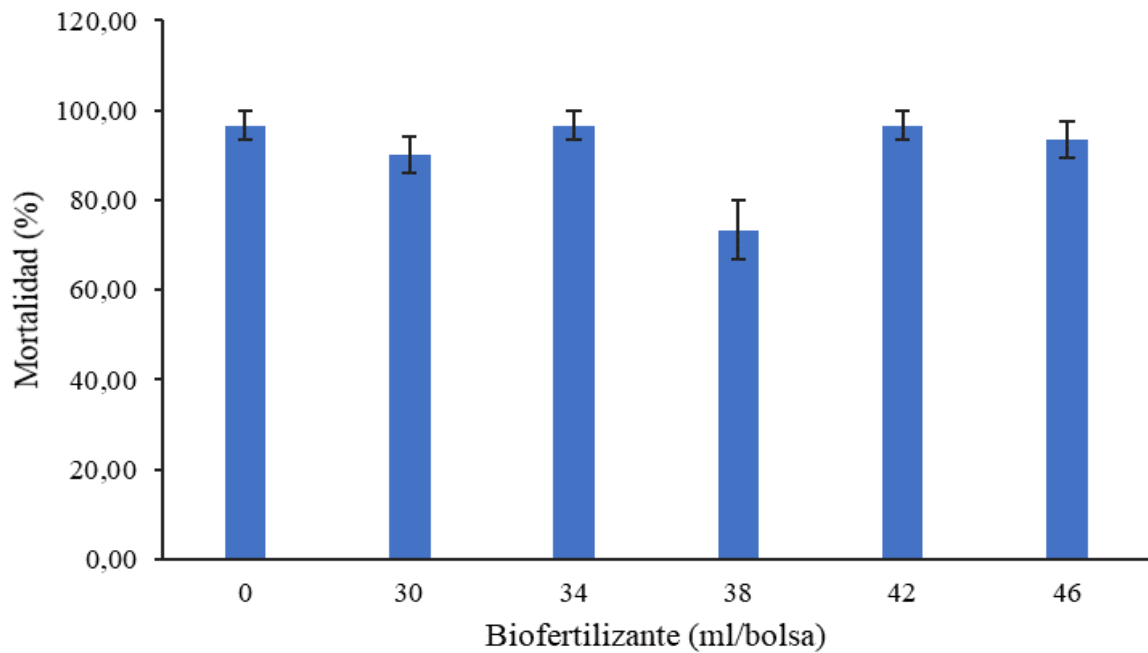


Figura 12. Mortalidad de los esquejes en *B. tuldoides* sometidos a diferentes dosis de biofertilizante.

Resultados similares lo reportó Arancibia (2017) en la especie de *G. angustifolia* cuando utilizó estacas y sometió a propagar, siendo notorio el reporte que no superó el 3% correspondiente al porcentaje de brotación, razón por la cual consideró realizar mejoras para hacer otro ensayo denominado definitivo y resaltó acondicionar un propagador cuya finalidad era otorgar a las estacas que se encuentren sometidas a una constante y elevada humedad relativa con la cual se garantizaría que no se secan las estacas sembradas.

Además, Marín et al. (2008) reportaron una alta tasa de mortalidad del

70% al utilizar esquejes de *B. vulgaris* por la presencia de la sequía, en comparación, el presente estudio que empleó *B. tuldoides* registró una tasa de mortalidad ligeramente mayor, alcanzando el 73,33% cuando se aplicó un biofertilizante en una dosis de 38 ml/planta. Este nivel de mortalidad puede atribuirse parcialmente a las condiciones climáticas prevalentes durante la ejecución del experimento, iniciado en el mes de agosto, periodo caracterizado por baja precipitación con un acumulado de solo 76,90 mm de lluvias (SENAMHI, 2024). La escasa disponibilidad de agua en el medio comprometió a la humedad relativa (78,48%) pudiendo haber limitado la capacidad de los esquejes para mantener una humedad adecuada a pesar de encontrarse en un invernadero, factor crucial para el enraizamiento y el desarrollo inicial de las plantas.

Este hallazgo pone en evidencia la sensibilidad de las especies de bambúes al manejo hídrico en las etapas iniciales de propagación vegetativa. A pesar de la utilización del biofertilizante, la falta de precipitaciones adecuadas durante el establecimiento de los esquejes posiblemente superó los beneficios esperados de este tratamiento aplicado. Esto subraya la necesidad de optimizar las condiciones ambientales o suplementar con riego tecnificado en épocas de baja lluvia para reducir la mortalidad y mejorar el éxito del establecimiento en futuros estudios. Además, para disminuir la mortalidad de esta especie se pudiera optar por la búsqueda de otros métodos de propagación ya que Lárraga et al. (2011) evidenciaron diferencias significativas al emplear tres métodos de propagación en tres especies de bambúes, obteniendo mejores características de los plantones al emplear chusquines, seguido de las varetas y en menor medida el uso del segmento nodal.

4.4. Efecto de la fertilización en las propiedades físicas y químicas del suelo bambusal, distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado

4.4.1. Nivel de pH

La elevación del pH observada en el suelo tratado con dosis de biofertilizante en la propagación de *B. tuldoides* refleja un efecto positivo del tratamiento en la mejora de las condiciones químicas del sustrato (**Figura 13**). Según Trillo (2014), el uso de un sustrato franco arenoso con un pH ligeramente ácido (6,11) permitió un adecuado desarrollo de plantas, evidenciando que los valores de pH cercanos a la neutralidad son propicios para el crecimiento vegetal. De manera similar, Carvalho et al. (2010) reportaron que en plantaciones de *B. vulgaris*, los suelos arenosos presentaban un pH más bajo (6,1 a 5,8), especialmente en profundidades mayores, lo que indica que la calidad del sustrato superficial es crucial para el establecimiento de los bambúes.

En este estudio, el incremento del pH de 6,62 a 7,07 al aplicar 38 ml de

biofertilizante sugiere que el tratamiento no solo enriquece el suelo en nutrientes, sino que también modifica su reacción química hacia niveles más cercanos a la neutralidad. Sánchez (2017) destacó la importancia de utilizar suelos agrícolas de textura franca arenosa, ya que este tipo de sustrato es accesible para los productores y su pH ligeramente ácido (6,1) favorece la propagación de especies vegetales.

En comparación, el uso de biofertilizantes en este estudio podría mejorar las características del sustrato al equilibrar el pH y proporcionar condiciones más óptimas para el desarrollo radicular de *B. tuldoides*. Este resultado reafirma la relevancia de ajustar el pH del suelo en los sistemas de propagación para maximizar el éxito en la propagación de bambúes.

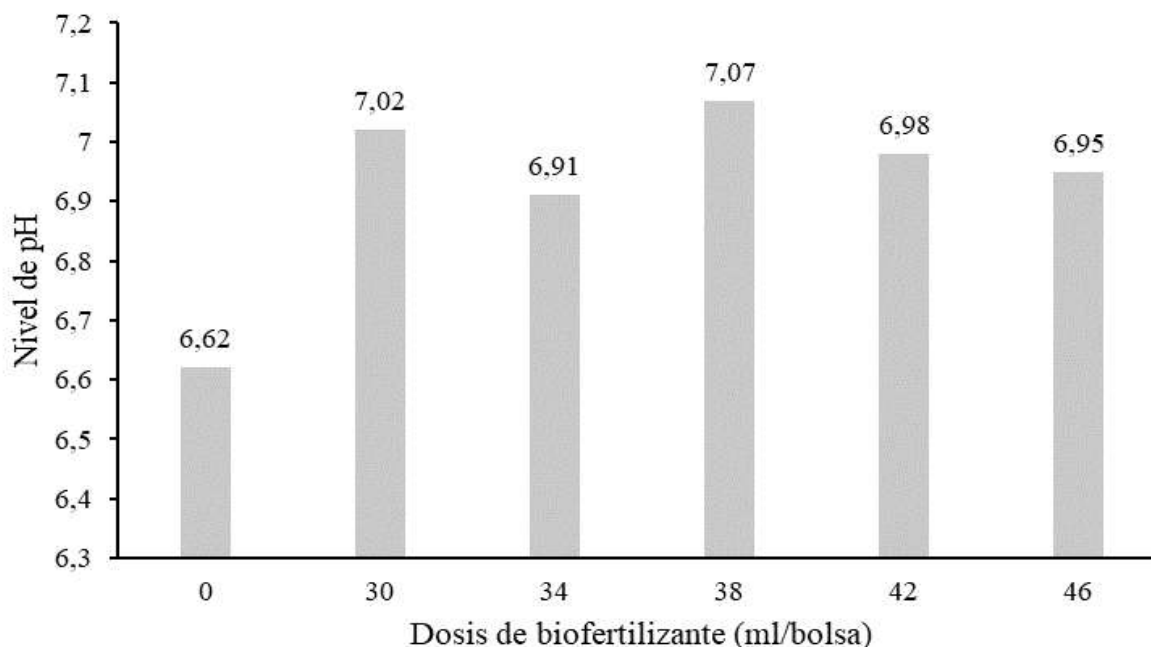


Figura 13. Nivel de pH en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.2. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) es un indicador clave de la concentración de sales solubles en el suelo y tiene un impacto directo en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En este estudio, el nivel de CE del suelo procedente de la parcela con *B. tuldoides* fue de 0,181 dS/cm, aumentando a 0,285 dS/cm tras la aplicación del biofertilizante en 38 ml/bolsa (**Figura 14**). Este incremento evidencia que el biofertilizante, compuesto por ceniza y superfosfato triple, contribuyó a una mayor concentración de nutrientes esenciales en el sustrato. El aumento en la CE dentro de este rango no representa un riesgo para el desarrollo de *B. tuldoides*, ya que valores inferiores a 1 dS/cm generalmente son

considerados adecuados para la mayoría de las plantas. De hecho, este incremento puede ser beneficioso, ya que las sales solubles presentes (calcio, potasio, y fósforo) son fundamentales para procesos metabólicos, estructurales y de transporte en la planta.

La variación de CE también puede estar influenciada por la interacción de factores como la calidad del agua utilizada en la preparación del biofertilizante y la dinámica del sustrato, que ya contenía nutrientes aportados por la parcela con bambú.

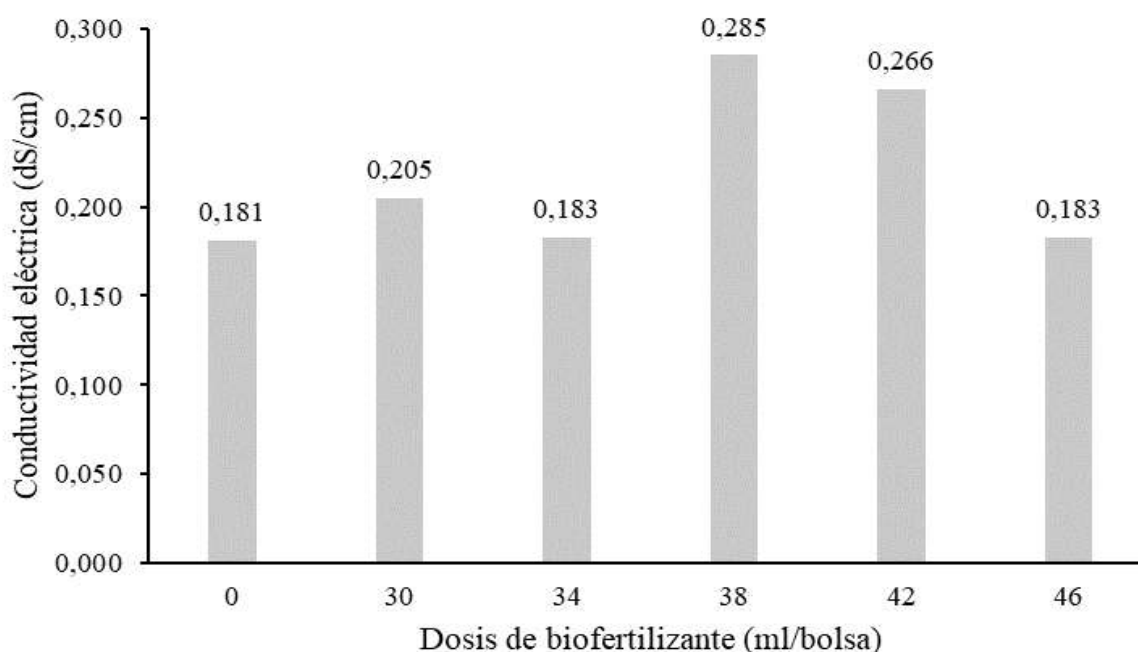


Figura 14. Conductividad eléctrica en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.3. Nivel de materia orgánica

El nivel de la materia orgánica se elevó en el suelo que recibió dosis del biofertilizante, siendo el valor más alto al utilizar 42 ml/bolsa (**Figura 15**), este comportamiento pudo atribuirse a los elementos aportados por el biofertilizante o también por la descomposición del sistema de raíces que se encontraban en el sustrato, resultados inferiores lo reporta Trillo (2014) al utilizó un sustrato franco arenoso resultante de la mezcla de arena más tierra agrícola en proporción 1:3 donde la materia orgánica fue bajo con un valor de 1,26%, pero esto es muy dependiente del lugar donde se encuentra la parcela, ya que Carvalho et al. (2010) muestrearon suelos arenosos con plantaciones de *B. vulgaris* encontrando que los valores disminuyen mientras se incrementa la profundidad de muestreo siendo 2,00% de 0 a 20 cm, 1,07% entre 20 a 40 cm y 075% desde 40 a 60 cm, resultando

posiblemente el valor elevado en el sustrato testigo del presente estudio por haberse muestreado la capa superficial del suelo del bambusal ya que su contenido de la materia orgánica fue de 2,57%.

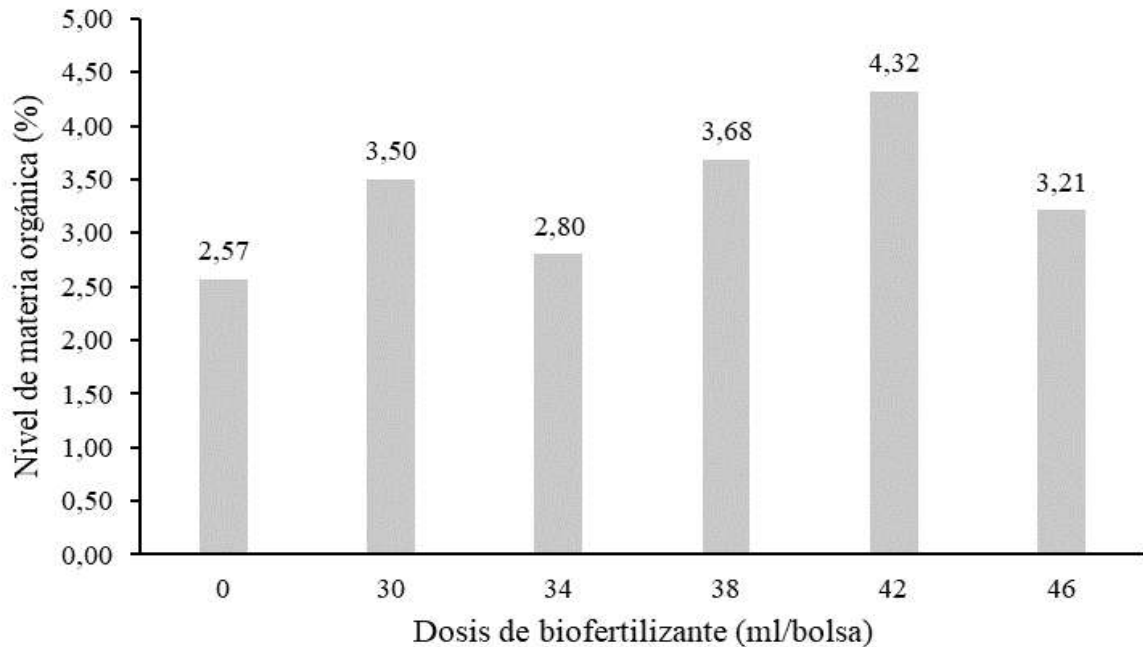


Figura 15. Nivel de materia orgánica en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.4. Nivel de nitrógeno

El incremento del nivel de nitrógeno observado en el suelo utilizado como sustrato para la propagación de *B. tuldoides* demuestra el impacto positivo del biofertilizante aplicado. En este estudio, el contenido inicial de nitrógeno del suelo procedente de una parcela con bambú (0,13%) se elevó hasta 0,22% al aplicar 42 ml/bolsa del biofertilizante elaborado con ceniza, superfosfato triple y agua (**Figura 16**). Este resultado evidencia que el biofertilizante mejora la disponibilidad de nitrógeno, un elemento esencial para el desarrollo de las plantas.

Sánchez (2017) reportó que los suelos agrícolas de textura franco arenosa, comúnmente utilizados por los productores, presentan niveles bajos de nitrógeno, alcanzando un 0,6%. Aunque este valor es mayor al encontrado en el suelo de partida de este estudio, refleja que la deficiencia de nitrógeno es una limitante frecuente en los sistemas de propagación de bambú. El incremento del nitrógeno hasta 0,22% en este caso resalta la capacidad del biofertilizante para enriquecer el sustrato, mejorando su fertilidad y ofreciendo mejores condiciones para la propagación de *B. tuldoides*. Estos hallazgos subrayan la

importancia de integrar biofertilizantes en sistemas de propagación, especialmente en suelos con bajos niveles de nutrientes, para optimizar el desarrollo radicular y la producción de esquejes de bambú.

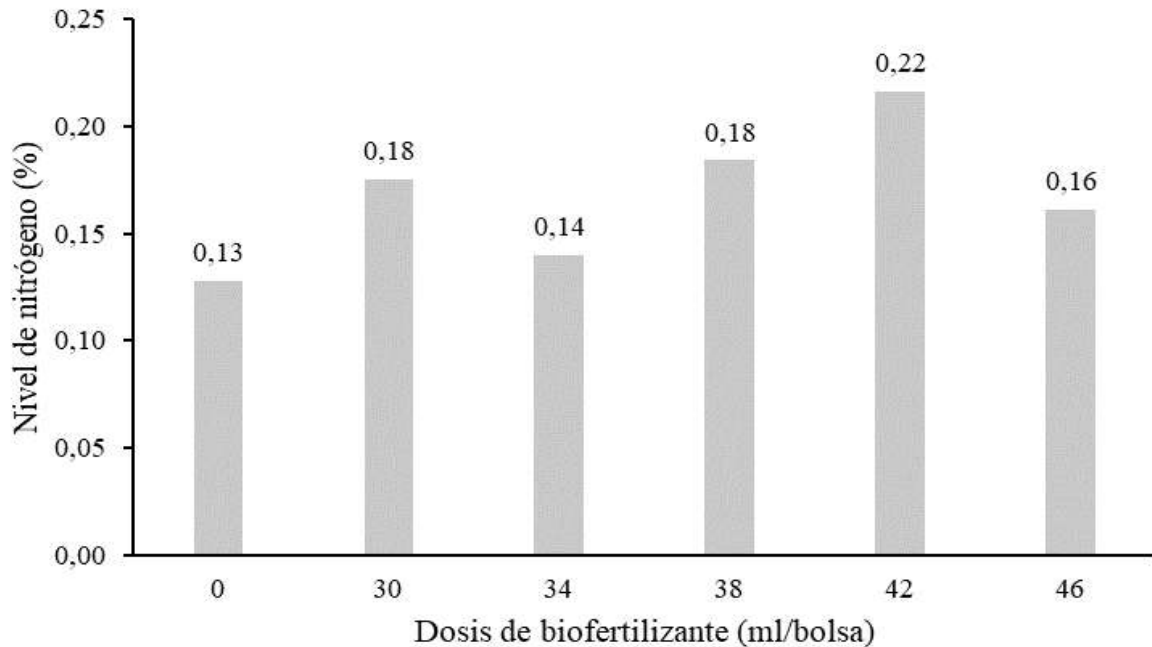


Figura 16. Nivel de nitrógeno en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.5. Nivel de carbono

El incremento del contenido de carbono en el sustrato utilizado para la propagación de *B. tuldoidea* evidencia el efecto positivo del biofertilizante aplicado (**Figura 17**). En este estudio, el nivel inicial de carbono en el suelo procedente de una parcela con bambú fue de 1,49%, y se elevó hasta 2,51% al tratar el sustrato con una dosis de 42 ml/bolsa del biofertilizante elaborado con ceniza, superfosfato triple y agua. Este resultado indica que la aplicación del biofertilizante no solo mejora la fertilidad química del suelo, sino que también incrementa su contenido de carbono, un indicador clave de la calidad del sustrato.

Carvalho et al. (2010) encontraron que el contenido de carbono en suelos arenosos disminuye con la profundidad en plantaciones de *Bambusa vulgaris*, alcanzando valores de 1,16% en la capa superficial (0 a 20 cm), 0,62% entre 20 y 40 cm, y 0,43% desde 40 a 60 cm. Estos datos muestran que el carbono orgánico tiende a concentrarse en la capa superior del suelo, donde se acumulan materia orgánica y residuos vegetales. El incremento del carbono hasta 2,51% obtenido en este estudio destaca la capacidad del biofertilizante para enriquecer el sustrato y potenciar su función como reservorio de materia orgánica; esto resulta crucial en la propagación de *B. tuldoidea*, ya que el carbono orgánico mejora la estructura del

suelo, su capacidad de retención de agua y nutrientes, y favorece el establecimiento de las plántulas. Estos resultados refuerzan la importancia de prácticas de manejo sostenible para mejorar las propiedades del sustrato en sistemas de propagación de bambú.

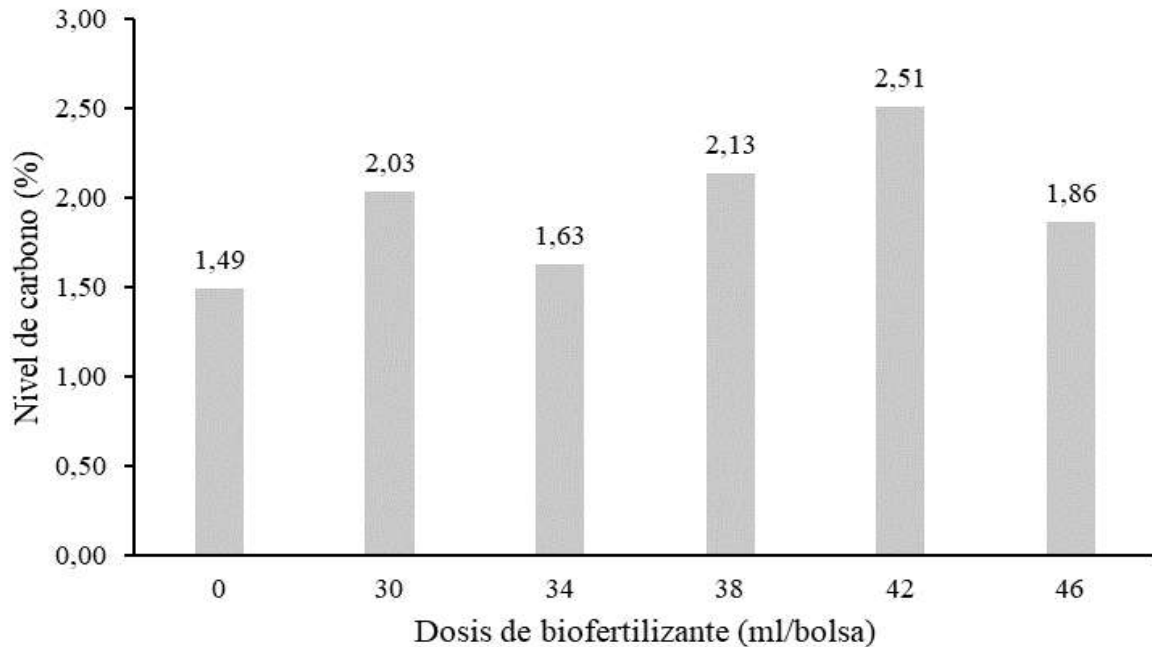


Figura 17. Nivel de carbono en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.6. Nivel de fósforo disponible

El incremento del fósforo disponible en el sustrato tratado con biofertilizante para la propagación de *B. tuldoidea* resalta la eficacia de la enmienda aplicada (**Figura 18**). En este estudio, el nivel inicial de fósforo disponible en el suelo procedente de una parcela con bambú fue de 10,23 ppm, valor que aumentó significativamente a 60,89 ppm tras la aplicación de 30 ml/bolsa del biofertilizante elaborado con ceniza, superfosfato triple y agua. Este aumento representa una mejora notable en la disponibilidad de fósforo, un macronutriente esencial para el desarrollo radicular y el crecimiento inicial de las plantas.

Trillo (2014) reportó un nivel medio de fósforo disponible (19,40 ppm) en un sustrato franco arenoso compuesto por arena y tierra agrícola en proporción 1:3, lo cual proporcionó condiciones adecuadas para la propagación de bambú. Por su parte, Carvalho et al. (2010) observaron que el contenido de fósforo en suelos arenosos de plantaciones de *B. vulgaris* disminuye con la profundidad, registrando 19,6 ppm en la capa superficial (0-20 cm), 8,4 ppm entre 20 y 40 cm, y 3,4 ppm desde 40 a 60 cm. Esto subraya la importancia de optimizar el fósforo disponible en la capa superficial del suelo, donde ocurre la mayor actividad radicular.

El aumento de fósforo a 60,89 ppm en este estudio destaca el potencial del biofertilizante para enriquecer el sustrato, superando ampliamente los valores reportados en estudios previos. Este resultado no solo mejora la fertilidad del sustrato, sino que también asegura un aporte adecuado de fósforo para promover un crecimiento vigoroso de *Bambusa tuldoides*, reafirmando la utilidad de biofertilizantes en sistemas de propagación sostenible.

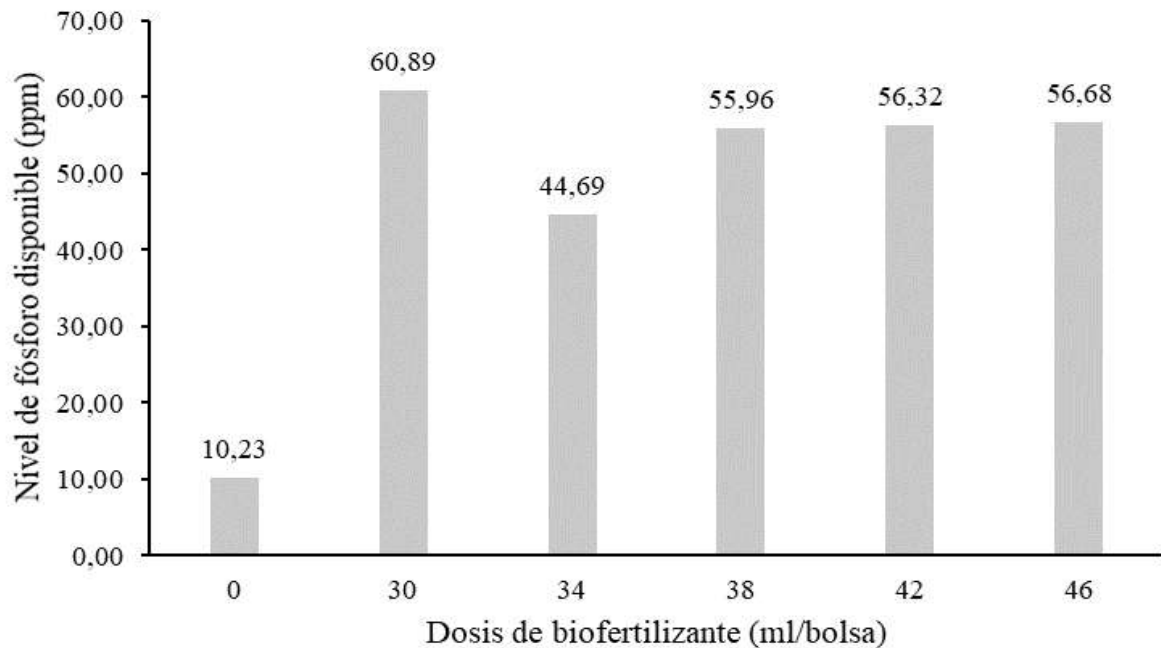


Figura 18. Nivel de fósforo disponible en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.7. Nivel de potasio disponible

El incremento en el nivel de potasio disponible en el sustrato tratado con biofertilizante para la propagación de *B. tuldoides* evidencia la eficacia de esta práctica para mejorar la fertilidad del sustrato (**Figura 19**). En este estudio, el contenido inicial de potasio disponible en el suelo procedente de una parcela con bambú fue de 90,29 ppm, y aumentó significativamente a 135,94 ppm tras la aplicación de 46 ml/bolsa del biofertilizante elaborado con ceniza, superfosfato triple y agua. Este resultado refuerza la importancia del biofertilizante para optimizar el aporte de potasio, un macronutriente esencial en la regulación hídrica y el crecimiento de las plantas.

Trillo (2014) encontró que un sustrato franco arenoso compuesto por arena y tierra agrícola presentó niveles bajos de potasio disponible, con un valor de 43,28 ppm. Por su parte, Sánchez (2017) reportó niveles altos de potasio en suelos agrícolas de

textura franca arenosa, subrayando la heterogeneidad en la disponibilidad de nutrientes según el tipo de suelo y su manejo. Por otra parte, Carvalho et al. (2010) observaron que en suelos arenosos de plantaciones de *B. vulgaris*, los niveles de potasio disminuyen con la profundidad, siendo de 34,7 ppm en la capa superficial (0-20 cm), 21,3 ppm entre 20 y 40 cm, y 18,0 ppm desde 40 a 60 cm. Además, enfatizaron la necesidad de fertilizar estos suelos para garantizar su uso como sustratos en viveros.

El aumento del potasio disponible a 135,94 ppm en este estudio demuestra que el biofertilizante incrementa significativamente la calidad del sustrato, superando los valores reportados en estudios previos. Esto garantiza condiciones óptimas para el establecimiento y crecimiento de esquejes de *B. tuldooides*, destacando el valor de estrategias de manejo sostenible en la propagación del bambú.

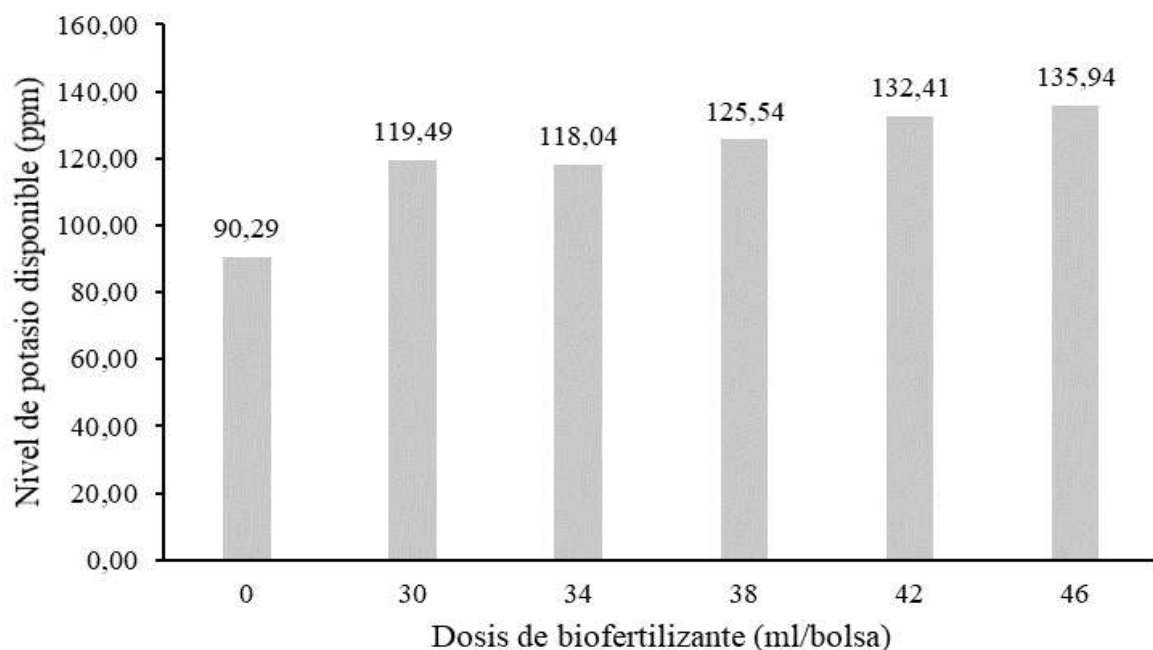


Figura 19. Nivel de potasio disponible en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.8. Capacidad de intercambio catiónico

El aumento en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del sustrato tratado con biofertilizante para la propagación de *B. tuldooides* resalta la eficacia de la enmienda en la mejora de la fertilidad del suelo. En este estudio, el sustrato procedente de una parcela con bambú presentó inicialmente una CIC de 3,72 meq/100g, que se incrementó a 6,70 meq/100g tras la aplicación de 30 ml/bolsa del biofertilizante elaborado con ceniza,

superfosfato triple y agua (**Figura 20**). Este aumento sugiere una mayor capacidad del sustrato para retener y suministrar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

Trillo (2014) reportó una CIC alta (9,40 meq/100g) en un sustrato franco arenoso compuesto por arena y tierra agrícola en proporción 1:3, lo que proporciona una mayor capacidad de retención de cationes y optimiza la disponibilidad de nutrientes. Por otro lado, Sánchez (2017) observó un valor bajo de CIC (5,1 meq/100g) en suelos agrícolas de textura franca arenosa, atribuyéndolo a las abundantes lluvias que lixivian nutrientes y disminuyen la fertilidad del suelo.

El incremento a 6,70 meq/100g en este estudio demuestra que el biofertilizante mejora significativamente la CIC del sustrato, acercándose a niveles óptimos reportados en investigaciones previas. Esto garantiza mejores condiciones para la propagación de *B. tuldoidea*, destacando la utilidad de biofertilizantes como una herramienta sostenible para mejorar la calidad de sustratos utilizados en viveros.

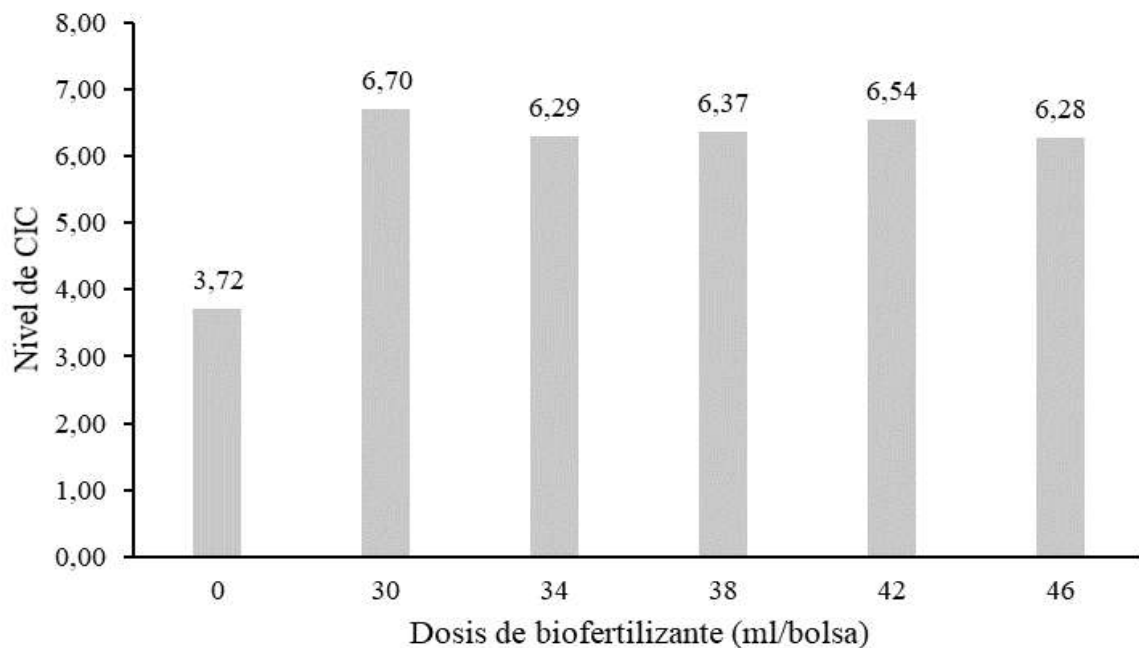


Figura 20. Nivel de CIC en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.9. Nivel de calcio cambiante

El incremento del calcio cambiante en el sustrato tratado con biofertilizante para la propagación de *B. tuldoidea* demuestra la eficacia de esta enmienda en mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales. En este estudio, el sustrato inicial, procedente de una parcela con bambú, presentó un nivel de calcio cambiante de 3,05

Cmol(+)/kg, que aumentó significativamente a 5,54 Cmol(+)/kg tras la aplicación de 30 ml/bolsa del biofertilizante elaborado con ceniza y superfosfato triple (**Figura 21**). Este resultado destaca una mejora en las propiedades químicas del sustrato, promoviendo condiciones más favorables para el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes.

Trillo (2014) reportó un alto contenido de calcio cambiante (7,30 Cmol(+)/kg) en un sustrato franco arenoso elaborado con una mezcla de arena y tierra agrícola, reflejando una mayor capacidad de estos suelos para suministrar calcio a las plantas. En contraste, Sánchez (2017) observó niveles bajos de calcio en suelos agrícolas de textura franca arenosa, lo que limita la fertilidad y la eficiencia del cultivo en campo. Asimismo, Carvalho et al. (2010) encontraron que los niveles de calcio en suelos arenosos de plantaciones de *B. vulgaris* disminuyen con la profundidad, registrando valores de 2,25 Cmol(+)/kg en los primeros 20 cm.

El incremento observado en este estudio demuestra la capacidad del biofertilizante para mejorar la calidad del sustrato, incrementando el contenido de calcio cambiante y acercándolo a niveles óptimos para el desarrollo de *B. tuldoides*. Esto subraya la importancia de prácticas sostenibles en el manejo de sustratos en viveros.

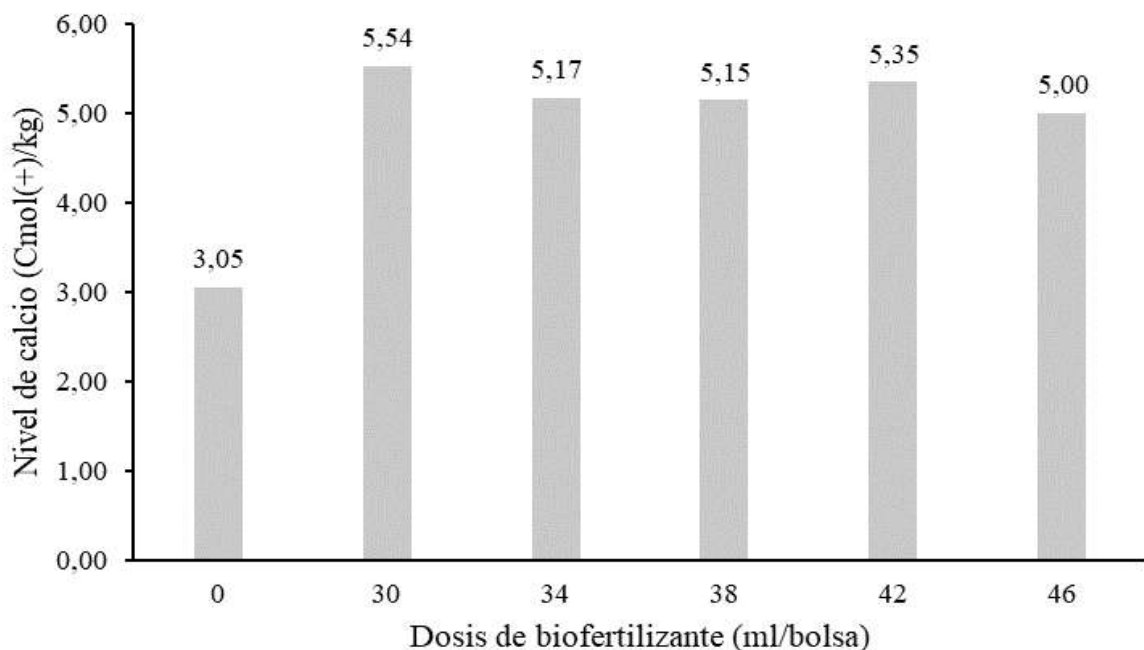


Figura 21. Nivel de calcio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.10. Nivel de magnesio cambiante

El aumento en los niveles de magnesio cambiante en el sustrato tratado

con biofertilizante evidencia su efectividad en enriquecer las propiedades químicas del suelo para la propagación de *B. tuldoides*. En este estudio, el sustrato inicial presentó un nivel de magnesio cambiante de 0,39 Cmol(+)/kg, que ascendió a 0,81 Cmol(+)/kg tras la aplicación de 38 ml/bolsa del biofertilizante (**Figura 22**). Este incremento es crucial, ya que el magnesio es un nutriente esencial para la síntesis de clorofila y el metabolismo enzimático, y su deficiencia podría limitar el desarrollo de las plantas.

Carvalho et al. (2010) reportaron valores de magnesio cambiante en suelos arenosos de plantaciones de *B. vulgaris* que disminuyen con la profundidad, registrando 0,61 Cmol(+)/kg en los primeros 20 cm y reduciéndose a 0,25 Cmol(+)/kg a 60 cm de profundidad. Estos valores destacan la baja capacidad de los suelos arenosos para retener magnesio, lo que refuerza la necesidad de enriquecerlos. Por otro lado, Trillo (2014) encontró valores bajos de magnesio cambiante (1,40 Cmol(+)/kg) en un sustrato franco arenoso, mientras que Sánchez (2017) observó niveles altos en suelos agrícolas similares, demostrando variabilidad según las condiciones locales y prácticas de manejo.

El incremento de los niveles del magnesio en este estudio suele confirmar la importancia potencial del biofertilizante para mejorar la calidad del sustrato, promoviendo un mejor crecimiento de *B. tuldoides* en viveros. Este resultado refuerza la importancia de ajustar las estrategias de fertilización en función de las necesidades específicas del sustrato.

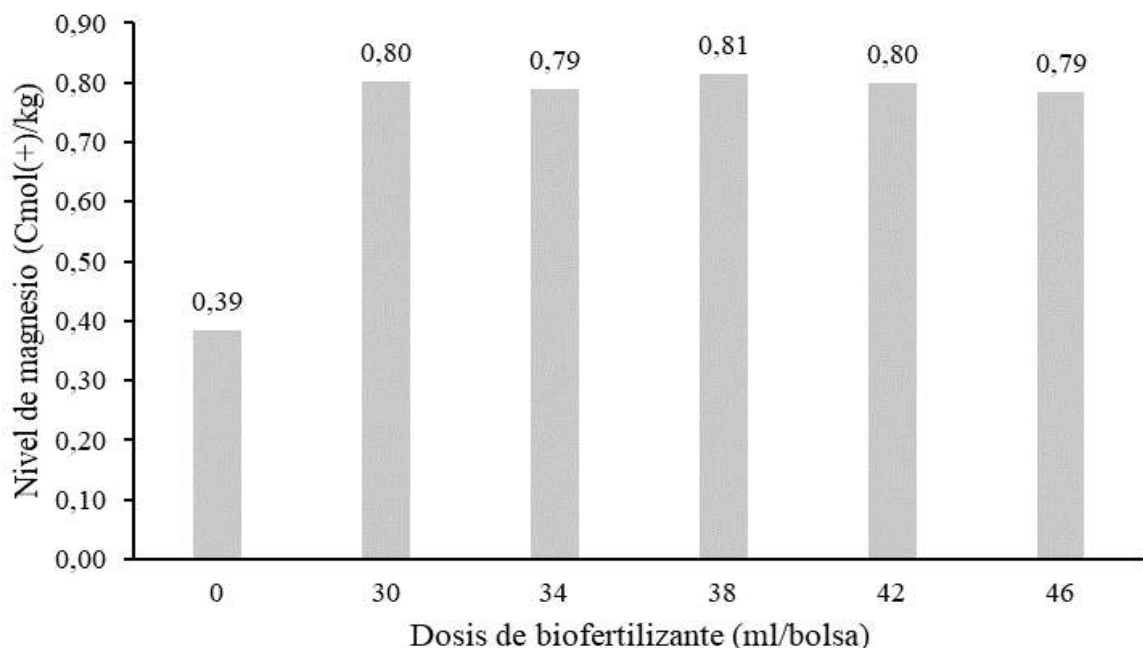


Figura 22. Nivel de magnesio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.11. Nivel de potasio cambiabile

El incremento en los niveles de potasio cambiabile en el sustrato tratado con el biofertilizante refleja su potencial para mejorar la fertilidad del suelo en la propagación de *Bambusa tuldoides*. En este estudio, el sustrato inicial presentó un nivel de potasio cambiabile de 0,20 Cmol(+)/kg, que aumentó a 0,37 Cmol(+)/kg tras la aplicación de 46 ml/bolsa del biofertilizante (**Figura 23**), situándose por encima del valor considerado bajo por Trillo (2014), quien reportó 0,35 Cmol(+)/kg en un sustrato franco arenoso.

El potasio es un nutriente esencial para el desarrollo vegetal, ya que participa en la regulación osmótica y el transporte de nutrientes. El bajo nivel inicial del sustrato podría deberse a la lixiviación característica de los suelos bajo cultivos de bambú, donde la intensa actividad de raíces afecta la disponibilidad de nutrientes. La adición del biofertilizante, que incluye ceniza y superfosfato triple, resultó en un enriquecimiento significativo, mejorando la calidad del sustrato.

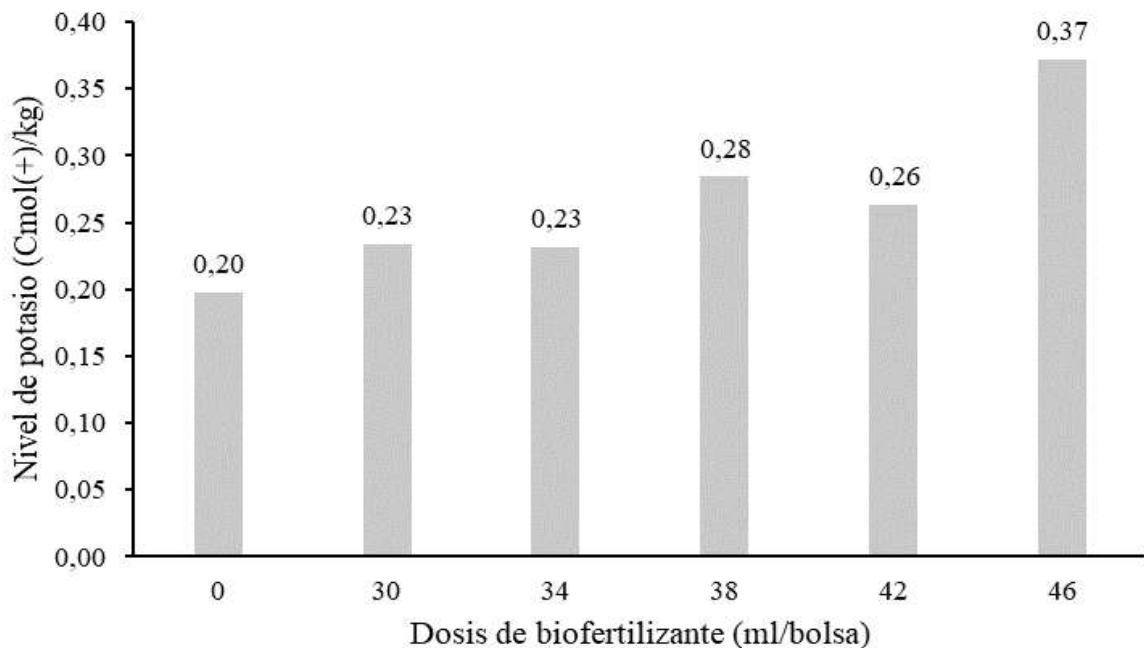


Figura 23. Nivel de potasio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.12. Nivel de sodio cambiabile

El sodio cambiabile es un componente importante en el análisis de la calidad del suelo, ya que altos niveles pueden afectar negativamente las propiedades físicas y químicas del sustrato, como la permeabilidad y la capacidad de intercambio catiónico. En este

estudio, el sodio cambiante del suelo procedente de la parcela con *Bambusa tuldooides* fue de 0,10 Cmol(+)/kg, incrementándose a 0,13 Cmol(+)/kg tras la aplicación del biofertilizante en dosis de 30 ml/bolsa y 42 ml/bolsa (**Figura 24**). Este aumento moderado indica que el biofertilizante no generó una acumulación excesiva de sodio en el sustrato, lo cual es favorable para el desarrollo de las plantas.

La leve elevación del sodio cambiante podría atribuirse a la composición química del biofertilizante, que incluye ceniza y superfosfato triple. La ceniza puede contener trazas de sodio, y su adición al sustrato probablemente contribuyó a este incremento. Sin embargo, el nivel alcanzado de 0,13 Cmol(+)/kg sigue siendo bajo y no representa un riesgo para la estructura del suelo ni para la absorción de otros nutrientes esenciales, como potasio y calcio.

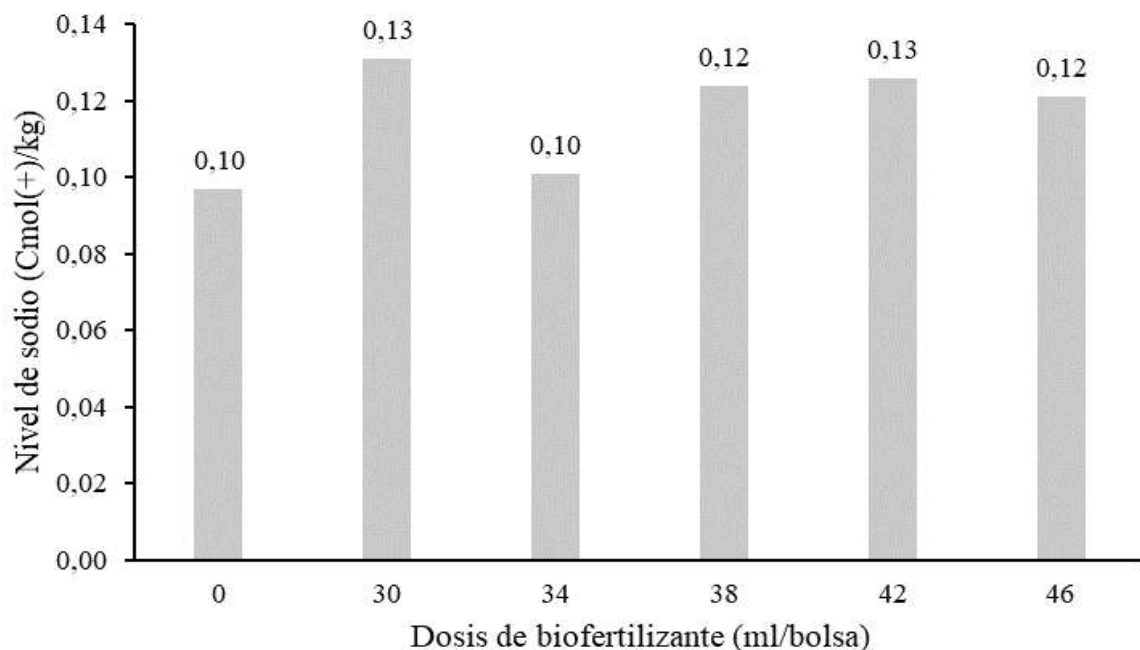


Figura 24. Nivel de sodio en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

4.4.13. Bases cambiables

El análisis de las bases cambiables es fundamental para evaluar la fertilidad del suelo y su capacidad para proporcionar nutrientes esenciales a las plantas. En este estudio, el nivel de bases cambiables en el suelo procedente de la parcela con *B. tuldooides* se mantuvo en un 100% incluso después de la aplicación del biofertilizante (**Figura 25**) en diversas dosis (30, 34, 38, 42 y 46 ml/bolsa). Este resultado sugiere que el sustrato utilizado posee una capacidad intrínseca de mantener un equilibrio óptimo de cationes esenciales, como

calcio, magnesio, potasio y sodio, aun tras la incorporación de nutrientes externos.

El hecho de que no se observen fluctuaciones en las bases cambiables puede deberse a la estabilidad química del suelo original, derivada de su manejo previo y el aporte continuo de materia orgánica proveniente de los restos de bambú. Adicionalmente, la composición del biofertilizante, que incluye ceniza y superfosfato triple, parece haber complementado los nutrientes sin alterar significativamente el balance de las bases en el sustrato.

Este comportamiento es relevante, ya que las bases cambiables juegan un papel crucial en el suministro de nutrientes a las plantas y en la capacidad del suelo para resistir procesos de acidificación. La estabilidad del 100% indica que el biofertilizante puede utilizarse de manera segura sin comprometer la estructura química del suelo ni la disponibilidad de nutrientes esenciales.

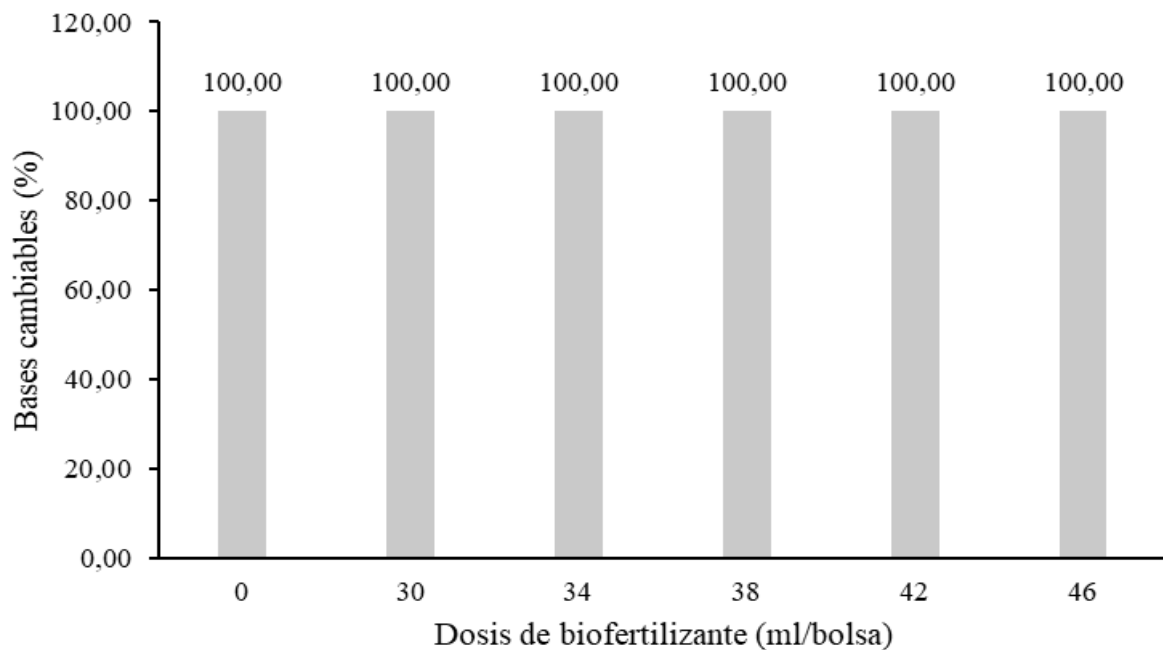


Figura 25. Bases cambiables en el suelo de bambusal sometidos a dosis de biofertilizante.

V. CONCLUSIONES

1. El uso del biofertilizante en dosis de 38 ml (T₃) por cada esqueje de *B. tuldooides* afectó de manera significativa sobre el número de hijuelos, diámetro del culmo y el número de hojas, mientras que no hubo significancia estadística respecto a la altura total.
2. Al aplicar el biofertilizante en dosis de 38 ml (T₃) a los esquejes sembrados de *B. tuldooides* se registró mayor efecto en el número de raíces y la longitud principal de las raíces de los plantones a los 120 días de su instalación.
3. A pesar de los bajos valores porcentuales de supervivencia y elevada tasa de mortalidad, se determinó efectos estadísticos significativos en el uso del biofertilizante en dosis de 38 ml (T₃).
4. La aplicación del biofertilizante en dosis de 30 ml (T₁) afectó en las propiedades del sustrato utilizado elevando el nivel del fósforo disponible a 60,89 ppm, la capacidad de intercambio catiónico a 6,70 meq/100 g, el calcio hasta 5,54 Cmol(+)/kg y el sodio hasta 0,13 Cmol(+)/kg; al aplicar 38 ml del biofertilizante (T₃) fue superior el nivel del pH a 7,07, la conductividad eléctrica hasta 0,285 mS/cm y el magnesio hasta 0,81 Cmol(+)/kg; cuando se utiliza 42 ml del biofertilizante (T₄) se eleva la materia orgánica a 4,32%, el nitrógeno hasta 0,22% y el carbono a 2,51%; mientras que en dosis de 46 ml (T₅) se reportó mayores valores en el potasio disponible hasta 135,94 ppm y potasio cambiante hasta 0,37 Cmol(+)/kg.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. En la propagación de *B. tuldooides* durante la selección de esquejes se debe recolectar de tamaños homogéneos y con presencia de yemas activas para incrementar la posibilidad de supervivencia. Asimismo, realizar la extracción un día lluvioso con alta humedad relativa donde se evita la deshidratación de los esquejes colocados en baldes con agua.
2. Es importante definir los meses de propagación, estos pueden ser recomendables a partir de finales de octubre a principios de marzo donde gracias a la presencia de constantes lluvias mejoran las condiciones climáticas para su supervivencia, en comparación con otros meses donde las lluvias son ausentes y la humedad limitada debido a la baja precipitación causando dificultades al momento de emerger los brotes y raíces causando alto porcentaje de mortandad.
3. Realizar estudios de propagación con dosificaciones diferentes a fin de mejorar el porcentaje de supervivencia y desarrollo para alcanzar la rentabilidad económica como una oportunidad de negocio.
4. Es importante generar más información respecto a esta especie, las cuales se tiene dificultades durante su propagación, para analizar si algún sustrato o fertilizante tiene mayor respuesta en su propagación o se comporte indiferente con las metodologías que se utilicen.
5. Buscar diferentes formas de propagación ya sea método vareto, esquejes, chusquines, rizoma y acodo aéreo con finalidad de lograr un mejor resultado en la propagación vegetativa.

VII. REFERENCIAS

- Aguilar, L. A. (2022). *Propagación de dos especies de bambúes a través de esquejes, con cuatro sustratos orgánicos en el distrito de Rupa Rupa, Ciudad de Tingo María – fase vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/b0adbbaa-8d81-44e9-b894-b43d9f63a98f>
- Aguirre, L. I. (2022). *Efecto de la aplicación de tres dosis de fósforo (P₂O₅) en tres especies de bambú: Guadua angustifolia, Guadua weberbaueri y Bambusa vulgaris en la fase madura en suelos degradados de la zona de Pucallpa, Ucayali, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional UNU. <https://repositorio.unu.edu.pe/items/c8603910-471c-4c49-8599-54ff995664d1>
- Alfaro, G. P. (2023). *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* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/89b7eb16-ea69-4d4e-88b5-d1285c116d9f>
- Andreau, R., Gelati, Pable., Provaza, M., Bennardi, D., Fernández, D., y Vázquez, M. (2012). Degradación física y química de dos suelos del cordón hortícola platense. Alternativas de tratamiento. *Ciencia de suelo vol. (30) 2*.
- Aquino, K. (2019). *Propagación de dos especies de bambúes, mediante acodo subterráneo en Tingo María – Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1640>
- Arancibia, A. V. (2017). *Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la Selva Nor Oriental* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3496>
- Ardiles, H. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la propagación de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en Khepashiato – Echarati – La convención – Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Repositorio institucional UNSAAC. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5120>
- Botero, L. F. (2012). *Reproducción de la Guadua angustifolia Kunth por el método de chusquines*. Ecuador, international network for bamboo and rattan (INBAR). <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2020/05/1489453532.pdf>
- Brito, J., Tomazello, M. y De Barros, A. (1987). Producción y caracterización del carbón a

- partir especies y variedades de bambú. *IPEF*, 36, 13-17. <https://www.ipef.br/PUBLICACOES/scientia/nr36/cap02.pdf>
- Cano, B. G. (2020). *Propagación vegetativa de Guadua aff. angustifolia a partir de chusquines en condiciones de vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4484/cano-rodriguez-bruno-german.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carvalho, S., Gonzaga, S., Caraciolo, R., y Gutierrez, G. (2010) Absorción y distribución de nutrientes en plantaciones comerciales de bambú (*Bambusa vulgaris*) en el noreste de Brasil. *Rev. Árvore*, 34(6), 991-999. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000600004>.
- Clayton, W. D., Govaerts, R., Harman, K. T., Williamson, H., & Vorontsova, M. (2019). *World checklist of Poaceae*. Richmond, UK: Royal Botanic Gardens, Kew. <http://wmsp.science.kew.org>.
- Cubas, L., Reyna, D. A. (2019). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos de biomasa de bambú (Guadua angustifolia) para la recuperación de suelos degradados Pacayzapa, Lamas 2019*. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/49521>
- Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Gómez-Sánchez, N., Valdés-Reyna, J., Ortiz, J. J., Morín, C., Castrejón, J., y Ocampo, A. (2006). *Catálogo de las Gramíneas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - CONABIO.
- 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* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Gallardo, J., Freire, M., León, J., García, Y., Pérez, S., y González, M. (2008). Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia* Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos tropicales*, 29, 17-22. www.redalyc.org/pdf/461/46119239005.pdf
- Gárate, M. (2010). *Técnicas de propagación por estacas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional UNU. <http://pilar.unu.edu.pe/unu/repositor/docs/d00000434-Final>.
- Giraldo, H. E., y Sabogal, A. (2007). *Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo* (3 ed). Corporación Autónoma del Quindío C.R.Q.
- Guerreiro, C. I., & Lizarazu, M. A. (2010). Floración de *Bambusa tuldoides* (Poaceae,

- Bambusoideae, Bambuseae) en América Austral. *Darwiniana, Nueva Serie*, 48(1), 25-31. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.481.26>
- Guzman, L. M. (2023). *Efecto de la fertilización con bayfolan suelo azul en el prendimiento y emisión de brotes de Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne en suelo degradado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9e91fff7-7a4c-4f38-b7b1-c4d0b167e7c1/content>
- Hine, D. (s.f.). *Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y dos sustratos de crecimiento sobre la nutrición y producción de Maranta Roja (Maranta leuconeura)* [Tesis de pregrado, Universidad de Costa Rica]. Repositorio institucional UCR.
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. IICA.
- Kumar, A., y Sastry, B. (1999). Los productos forestales no madereros y la generación de ingresos. Red internacional del Bambú y el Ratán (INBAR). *Rev. Unasylya.*, 50, 48-53.
- Lárraga-Sánchez, N., Gutiérrez-Rangel, N., López-Sánchez, H., Pedraza-Santos, M. E., Santos-Pérez, G., Santos-Pérez, U., y Vargas-Hernández, J. (2011). Propagación vegetativa de tres especies de Bambú. *Ra Ximhai*, 7(2), 205-218. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46119239005.pdf>
- Lizarazu, M. A. (2013). *Bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) del Noreste argentino y regiones limítrofes: estudios taxonómicos, morfológicos, y biogeográficos* [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Repositorio institucional UBA. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5252_Lizarazu.pdf
- Londoño, X., y Clark, L. (2004). *Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes*. Universidad Nacional de Colombia. MADERINSA, <http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>.
- Malpartida, F. C. (2018). *Efectos de sustratos sobre la calidad de rebrotes a través de chusquines de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en invernadero, Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria De La Selva].
- Marín, D., Guédez, Y., y Márquez de Hernández, L. (2008). Las plantaciones de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y bambú (*Bambusa vulgaris* Wendland) de San Javier, estado Yaracuy, Venezuela: I. Aspectos climáticos y caída de hojarasca. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(2), 261-285. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182008000200005&lng=es&tlng=es.

- Mejía-Taborda, A. C., Ochoa-Ochoa, R., y Medina-Sierra, M. (2014). Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.). *Pastos y Forrajes*, 37(1), 31-37. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942014000100004&lng=es&tlng=es
- Mercedes, J. (2006). *Guía técnica: Cultivo del bambú*. CEDAF.
- Montalvo, M. E. (2021). *Efecto de fertilizantes compuestos en Guadua angustifolia kunt, en la zona de Satipo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7836>
- Montenegro, K. y Herrera, S. (2020). *Impacto de cinco sustratos en la propagación por esquejes de bambú (Guadua angustifolia kunth), en la provincia de Jaén – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/167>
- Motasim, A., Samsuri, A., Sukor, A., & Amin, A. (2022). Split application of liquid urea as a tool to nitrogen loss minimization and NUE improvement of corn – A review. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 82 (4), 645-657. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392022000400645>
- Navarro, G. (2003). *Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal* (2 ed.). Mundi Prensa.
- Ndiaye, A., Diallo, M. S., Niang, D., & Gassama-Dia, Y. K. (2006). In vitro regeneration of adult trees of *Bambusa vulgaris*. *African Journal of Biotechnology*, 5(13), 1245-1248. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/43091>
- Ocaña, C. L., Carhuatocto, J. (2022). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult.) Backer aplicando dos concentraciones del regulador de crecimiento “Root Hor”, en el Distrito de Jaen, Provincia Jaen-Cajamarca 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaen]. Repositorio institucional UNJ. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/413/1/Carhuatocto_VJ.pdf
- O'Connor, P. J., Covich, A. P., Scatena, F. N. & Loope, L. L. (2000). Non-indigenous bamboo along headwater streams of the Luquillo Mountains, Puerto Rico: leaf fall, aquatic leaf decay and patterns of invasion. *Journal of Tropical Ecology*, 16(4), 499-516. doi: 10.1017/S0266467400001541.
- Palacios, I. G., y Vallejos, J. (2020). *Evaluación de enraizamiento de esquejes de bambú (Guadua angustifolia Kunth) utilizando tres dosis de agua de coco (Cocus nucifera L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional UNJ.

- <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/166>
- Phillips, T. (2013). *Bambú*. Universidad de Kentucky – Colegio de agricultura. <https://www.uky.edu/Ag/CCD/introsheets/bambu.pdf>.
- 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 María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/707>
- Ramírez, R. (2019). *Propagación clonal de bambú (Guadua angustifolia Kunth) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero, Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Tesis no publicada.
- Rengifo, S. (2015). *Propagación de bambú (dendrocalamus asper) a través de esquejes utilizando humus de lombriz y biorregulador (Root – Hor), en la zona de Tingo María*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/629>
- Révolo, M. P., y Révolo, L. M. (2018). *Efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (Guadua angustifolia kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2062/1/T026_70326932_T.pdf
- Rios, P. C., y Perez, D. V., (2019). *Influencia del diámetro de esquejes para la propagación vegetativa de bambú guadua (Guadua angustifolia Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1917/1/T026_43247136_T.pdf
- Rodríguez, J. L. (2016). *Efecto de diferentes sustratos en el prendimiento de esquejes de bambú guayaquil (Dendrocalamus asper Schult. & Schult. f. Backer ex K. Heyne) en Tingo María* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/65c3a67b-291b-4d56-95db-3ce70514bf7e/content>
- Rojas, S., Garcia, J., y Alarcón, M. (2004). *Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. CORPOICA, PRONATA. <https://ecojardines.files.wordpress.com/2013/12/propagacinasexualdeplantas>.
- 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 pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7665>
- Sanzano, A. (2017). *Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Inc.
- Serrano, J., Iraola, T. C., y Ramos, F. (2024). Tecnología para la producción de superfosfato triple. *Centro Azúcar*, 51(3), e1080. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v51n3/2223-4861-caz-51-03-e1080.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2024). *Datos / Datos Hidrometeorológicos. Estación: Tingo María*. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Sharothi, P., Raju, R. I., & Hossain, M. T. (2022). Propagación in vitro de un bambú ornamental (*Bambusa tuldoides* Munro). *Cultivo de tejidos vegetales y biotecnología*, 32(2), 157–166. <https://doi.org/10.3329/ptcb.v32i2.63550>
- Sierra, Y. (2021). *Perú alcanza cifra de deforestación más alta en los últimos 20 años*. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2021/10/peru-aumenta-deforestacion-cifras-bosques/#:~:text=Es%20un%20problema%20vinculado%20a,Foto:%20Dina%20Tsoluhas>.
- Silva-Valqui, G., Oliva, M., y Móstiga-Rodríguez, M. J. (2020). Fertilización química y orgánica en la producción de plántones de variedades del género *Guadua* presentes en Rodríguez de Mendoza, Amazonas-Perú. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(3), 32-41. <https://doi.org/10.25127/aps.20203.664>
- 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 pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/f7965346-bfdf-4da7-a5d6-eb8767085fa3>
- Sungkaew, S., Stapleton, C., Salamín, N., y Hodkinson, T. (2009). No monofilia de los bambúes leñosos (Bambuseae; Poaceae): un análisis filogenético región de genes múltiples de Bambusoideae. *Rev. Inv. Plant.*, 122(8), 95-108.
- Trillo, Y. A. (2014). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Bambusa vulgaris, Guadua angustifolia Kunth y Guadua aff. angustifolia en el fundo Bio Selva – Satipo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1911>.
- Varajao, P., y Do Nascimento, A. (2008). Características dendrométricas e propiedades

físicas dos colmos de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldooides* [Trabajo monográfico, Universidade Federal Rural Do Rio de Janeiro]. Repositorio institucional UFRRJ. http://rima.im.ufrj.br:8080/jspui/bitstream/1235813/2795/1/Monografia_Pedro%20Spolidoro.pdf.

Velarde, N. C. (2022). *Propagación de Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. F.) Backer ex K. Heyne, con fitorreguladores, Satipo – Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7690/T010_48022594_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vivekanandan, R. (1998). *Bamboo and Rattan Genetic Resources in Certain Asian*. Sinopsis. <http://www.inbar.int/publication/pubdetail.asp?publicid=40>.

ANEXOS

Anexo A. Imágenes fotográficas



Figura 26. Reconocimiento de *B. tuldooides* en fundo Agronomía.



Figura 27. Corte de los esquejes de *B. tuldooides*.



Figura 28. Remojado para evitar deshidratación de los esquejes de *B. tuldooides*.



Figura 29. Inmersión de los esquejes de *B. tuldooides* bajo biorregulador Root-Hor®.



Figura 30. Siembra de esquejes de *B. tuldoides* empleando suelo de bambusal como sustrato.



Figura 31. Desinfectado de las camas de cría con Fuji One 40 c dentro del invernadero.



Figura 32. Eliminación de las malezas presentes en las bolsas con sustrato.



Figura 33. Codificación de las unidades experimentales dentro del invernadero.



Figura 34. Seguimiento de desarrollo de los esquejes sembrados de *B. tuldooides*.



Figura 35. Actividad concerniente a las evaluaciones de los brotes de *B. tuldooides*.



Figura 36. Medición de la humedad relativa dentro del invernadero a las 12:00 pm.



Figura 37. Medición de a humedad relativa y temperatura ambiental dentro del invernadero a las 8:00 am.



Figura 38. Parcela experimental pasado los cuatro meses de su establecimiento.



Figura 39. Plantón de *B. tuldooides* correspondiente al T₃ con mejor desarrollo en diámetro.



Figura 40. Evaluación del diámetro de *B. tuldoidea* empleando el vernier digital.



Figura 41. Evaluación de la altura total de *B. tuldoidea* empleando la wincha.

Anexo B. Base de datos

Tabla 18. Base de datos del experimento en *B. tuldooides*.

Trat.	Rep.	Altura	D. inicial	D. final	Brotos	Hojas	N. raíz (cm)	Long. raíz (cm)
0	1	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	2	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	3	5,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	4	8,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	5	14,53	0,27	0,65	0,50	0,50	0,33	1,50
1	1	7,34	0,15	0,44	0,17	0,33	0,33	0,97
1	2	5,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	3	3,33	0,38	0,97	0,17	0,50	0,50	1,17
1	4	5,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	5	5,86	0,28	0,44	0,50	0,50	0,33	1,05
2	1	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2	6,53	0,35	0,53	0,17	0,50	0,50	1,50
2	3	2,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	5	5,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1	8,59	0,56	1,03	1,00	1,50	1,17	4,33
3	2	28,34	0,40	0,98	0,67	0,67	0,50	1,83
3	3	5,75	0,42	1,04	0,50	0,67	0,33	2,17
3	4	5,75	0,29	0,78	1,00	0,50	0,17	1,00
3	5	9,67	1,20	2,78	1,33	1,67	1,67	5,20
4	1	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	2	6,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	3	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	4	7,14	0,20	0,46	0,33	0,33	0,33	1,33
4	5	18,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	1	4,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2	3,64	0,28	0,85	0,33	0,67	0,33	1,67
5	3	6,62	0,33	0,89	0,33	0,50	0,17	0,83
5	4	6,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	5	4,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 19. Base de datos de la supervivencia y mortalidad en el experimento con *B. tuldoides*.

Tratamiento	Repetición	Vivos (%)	Mortalidad (%)
0	1	0,00	100,00
0	2	0,00	100,00
0	3	0,00	100,00
0	4	0,00	100,00
0	5	16,67	83,33
1	1	16,67	83,33
1	2	0,00	100,00
1	3	16,67	83,33
1	4	0,00	100,00
1	5	16,67	83,33
2	1	0,00	100,00
2	2	16,67	83,33
2	3	0,00	100,00
2	4	0,00	100,00
2	5	0,00	100,00
3	1	33,33	66,67
3	2	16,67	83,33
3	3	16,67	83,33
3	4	16,67	83,33
3	5	50,00	50,00
4	1	0,00	100,00
4	2	0,00	100,00
4	3	0,00	100,00
4	4	16,67	83,33
4	5	0,00	100,00
5	1	0,00	100,00
5	2	16,67	83,33
5	3	16,67	83,33
5	4	0,00	100,00
5	5	0,00	100,00