

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ Y LA CLASE DIAMÉTRICA DEL
ESQUEJE SOBRE EL ENRAIZAMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DEL
Dendrocalamus asper (Schult. F.) Backer EN TINGO MARÍA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

RAMOS BEACRUZ YULI

Tingo María - Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°53-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 01 de marzo de 2023 a horas 10:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería de Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ Y LA CLASE DIAMÉTRICA DEL ESQUEJE SOBRE EL ENRAIZAMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DEL *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer EN TINGO MARÍA”

Presentado por la Bachiller: **RAMOS BEACRUZ YULI**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENO”**.

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

Tingo María, 07 de julio de 2023


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


Ing. **RAÚL ARAUJO TORRES**
MIEMBRO


Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**
MIEMBRO


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





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

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 239- 2023 - CS-RIDUNAS

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

CERTIFICA QUE:

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

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ Y LA CLASE DIAMÉTRICA DEL ESQUEJE SOBRE EL ENRAIZAMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DEL <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult. F.) Backer EN TINGO MARÍA	RAMOS BEACRUZ YULI	16 % Dieciséis

Tingo María, 24 de agosto de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION

Dr. Tomas Menacho Manqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

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



**INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ Y LA CLASE DIAMÉTRICA DEL
ESQUEJE SOBRE EL ENRAIZAMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DEL
Dendrocalamus asper (Schult. F.) Backer EN TINGO MARÍA**

Autor	: Ramos Beacruz Yuli
Asesor(es)	: Ing. M. Sc Robert Gilbert Pecho De la Cruz
Programa de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea de investigación	: Silvicultura, manejo y ordenación de bosques
Eje temático de investigación	: Instalación, producción y manejo en viveros forestales
Lugar de ejecución	: Vivero Forestal FRNR UNAS – Tingo María
Duración	: Fecha de inicio: 04 abril de 2018 Término: 04 octubre de 2018
Financiamiento	: Propio 2 609,20

Tingo María - Perú

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis padres Lorenzo Ramos Vega y Cecilia Beacruz Maíz; por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años; gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Gracias por dejarme la herencia más noble posible: Educación.

Mi hijo Jordi Joseph Berrocal Ramos mi principal motivo siendo mi motor que me dio fuerzas para cumplir esta meta muy importante en mi vida.

Mi esposo Persio Rubén Berrocal Matute por ser mi estímulo de gran amor, cariño y apoyo para cumplir este éxito profesional.

Este trabajo va dedicado a todos los que de alguna manera me han apoyado, los quiero y adoro muchísimo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y a los docentes de la Facultad Recursos Naturales Renovables por impartir sus conocimientos que contribuyeron en mi formación profesional.

Al Ing. M.Sc. Robert Gilbert Pecho De la Cruz por el asesoramiento del presente trabajo de investigación, por sus consejos, esfuerzos y dedicación en la orientación de la presente investigación.

A los Ing. Raúl Araujo Torres, Ing. Jorge Luis Vergara Palomino, Ing. M.Sc. Ricardo Ochoa Cuya, y a todas las personas y amigos que de una u otra forma contribuyeron significativamente en la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

A mi esposo Persio Rubén Berrocal Matute, por su colaboración en la ejecución de mi Tesis y su contante preocupación para yo hacer realidad este sueño.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. El bambú	3
2.1.1. Distribución geográfica	3
2.1.2. Taxonomía de la especie	3
2.1.3. Importancia del bambú	4
2.2. Formas de propagar el bambú	5
2.2.1. Propagación por semilla o sexual	5
2.2.2. Propagación por fracción vegetativa o asexual	5
2.3. Estado de madurez de esquejes	6
2.4. Tamaño de esquejes	7
2.5. Ambiente controlado de propagación	8
2.6. Calidad de plantas	8
2.6.1. Atributos de calidad morfológica	10
2.7. Estado del arte	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución	13
3.1.1. Ubicación política.....	13
3.1.2. Ubicación geográfica.....	13
3.1.3. Ubicación ecológica	14
3.1.4. Descripción del vivero.....	14
3.2. Materiales y equipos.....	15
3.2.1. Unidad de estudio	15
3.2.2. Insumos.....	15
3.2.3. Materiales	15
3.2.4. Herramientas.....	15
3.2.5. Equipos	15
3.3. Criterios de investigación.....	15
3.3.1. Enfoque de investigación	15
3.3.2. Diseño de investigación.....	16

3.3.3. Población	16
3.3.4. Tratamientos	16
3.3.5. Diseño del experimento	16
3.3.6. Variables en estudio	17
3.4. Metodología	18
3.4.1. Cuantificación del efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de <i>Dendrocalamus asper</i> , sobre el enraizamiento durante la fase de vivero en Tingo María	18
3.4.2. Determinación del estado de madurez y el efecto la clase diamétrica del esqueje de <i>Dendrocalamus asper</i> , sobre la calidad de plantones producidos en fase de vivero en Tingo María.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de <i>Dendrocalamus asper</i> sobre el enraizamiento	30
4.1.1. Enraizamiento de los esquejes.....	30
4.1.2. Esquejes con brotes, pero sin raíz.....	32
4.1.3. Relación de los esquejes con brotes y los enraizados.....	34
4.2. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de <i>Dendrocalamus asper</i> sobre la calidad de plantones	38
4.2.1. Tiempo de aparición de brotes en los esquejes	38
4.2.2. Esquejes con brotes iniciales	40
4.2.3. Cantidad de brotes por esqueje.....	43
4.2.4. Altura total de los brotes.....	46
4.2.5. Biomasa de los brotes	49
4.2.6. Relación biomasa aérea-biomasa radicular (Pa/Rz).....	51
4.2.7. Sanidad	54
V. CONCLUSIONES	55
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXO.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Atributos morfológicos que se emplean al controlar la calidad de plantas forestales.....	10
2. Resumen de los antecedentes sobre bambú.....	12
3. Tratamientos considerados para el estudio.....	16
4. Operacionalización de variables.....	18
5. Tratamientos considerados para el estudio.....	23
6. Esquema de análisis de varianza de la investigación.	29
7. Enraizamiento del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	30
8. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento.	31
9. Efecto la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento.....	31
10. Esquejes con brotes y sin raíz sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	32
11. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la aparición de brotes sin enraizamiento.	33
12. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la aparición de brotes sin enraizamiento.	34
13. Proporción de brotes y enraizamiento sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	35
14. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la proporción de brotes y enraizamiento.	36
15. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la proporción de brotes y enraizamiento.	36
16. Tiempo de aparición de brotes considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	38
17. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el inicio de brotación.	39
18. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el inicio de brotación.....	40

19.	Brotación de esquejes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	41
20.	Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el porcentaje de esquejes con brotes iniciales.	42
21.	Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el porcentaje de esquejes con brotes iniciales.	42
22.	Cantidad de brotes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	44
23.	Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de brotes.	45
24.	Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de brotes.	45
25.	Altura total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	46
26.	Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la altura total de los brotes.....	48
27.	Prueba Tukey para el efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la altura total de los brotes.....	48
28.	Biomasa total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	49
29.	Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la biomasa de los brotes.	50
30.	Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de biomasa de los brotes.....	51
31.	Relación de la biomasa aérea - radicular del bambú sembrado considerando estado de madurez y clase diamétrica del esqueje.	52
32.	Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la relación biomasa aérea-biomasa radicular de los brotes.	53
33.	Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la relación biomasa aérea-biomasa radicular de los brotes.	53
34.	Datos registrados para la biomasa radicular.....	64
35.	Datos registrados para la calidad de los brotes.....	65
36.	Datos climáticos registrados en la parcela experimental.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación de las matas de bambúes y el vivero Forestal.....	13
2. Comportamiento de la temperatura y humedad en el vivero.....	14
3. Distribución de esquejes en la combinación caña madura con tamaño mediano (Mm) y caña verde con tamaño mediano (Vm) de la mata I.....	17
4. Distribución de las seis combinaciones en la parcela experimental.....	17
5. Extracción de esquejes.	20
6. Punto de medición de los diámetros de esqueje (cm).	21
7. Aplicación de enraizantes.....	22
8. Invernadero para el acondicionamiento de esqueje.....	22
9. Esquejes sembrados en invernadero.....	23
10. Llenado del sustrato a la bolsa y repique de plantones.	24
11. Transporte de plantones hacia las camas de cría.	25
12. Riego y control de malezas.	25
13. Rotulado de las muestras de brotes para determinar la biomasa.	28
14. Enraizamiento del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	30
15. Efecto la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento.....	32
16. Esquejes con brotes y sin raíz sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	33
17. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la aparición de brotes sin enraizamiento.	34
18. Proporción de brotes y enraizamiento sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	35
19. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la proporción de brotes y enraizamiento.	37
20. Tiempo de aparición de brotes considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	39
21. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el inicio de brotación.....	40
22. Brotación de esquejes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	41

23.	Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el porcentaje de esquejes con brotes iniciales.	43
24.	Cantidad de brotes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.....	44
25.	Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de brotes.	46
26.	Altura total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	47
27.	Efecto principal de la clase diamétrica del esqueje sobre la altura total del brote.....	48
28.	Biomasa total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.	50
29.	Efecto principal de la clase diamétrica del esqueje sobre la biomasa de los brotes.	51
30.	Relación de la biomasa aérea - radicular del bambú sembrado considerando estado de madurez y clase diamétrica del esqueje.	52
31.	Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la relación biomasa aérea-biomasa radicular de los brotes.	54

RESUMEN

La propagación del bambú presenta múltiples factores que aún no fueron identificados para garantizar la totalidad de enraizamiento y calidad de los brotes, motivo por el cual, el objetivo del estudio fue evaluar la influencia del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento y la calidad de los plántones del bambú *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer producidos en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales (RNR), ubicado en el distrito de Rupa Rupa, región Huánuco. Los tratamientos considerados correspondieron en emplear tres clases diamétricas (pequeño, mediano y grande) y dos estados de madurez (verde y maduro) de esquejes, que fueron instalados bajo un diseño completo al azar con cinco repeticiones; se consideró medir el porcentaje de enraizamiento, tiempo de brotación, indicadores de la calidad de plántones como el número de brotes, altura total, masa aérea y radical, proporción entre masa aérea y radical (Pa/Rz) y la sanidad. En los resultados se registraron carencia de diferencias estadísticas del estado de madurez y la clase diamétrica sobre el enraizamiento; en caso de la calidad de los plántones se observaron diferencias estadísticas significativas en la altura y biomasa al utilizar esquejes de tamaños grandes. No hubo interacción estadística de la clase diamétrica con el estado de madurez sobre el enraizamiento y calidad de plántones para la especie en estudio.

ABSTRACT

The propagation of bamboo has multiple factors that have not yet been identified to guarantee the total rooting and quality of the shoots, which is why the thesis was carried out with the objective of evaluating the influence of the state of maturity and the diametric class of the cutting on the rooting and quality of bamboo seedlings *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer produced in the Forest nursery of the Faculty of Natural Resources, located in the Rupa Rupa district, Huánuco region. The treatments considered corresponded to employing three diametric classes (small, medium and large) and two stages of maturity (green and mature), which were installed under a randomized complete design with five repetitions; It was considered to measure the rooting percentage, sprouting time, seedling quality indicators such as the number of shoots, total height, aerial and radical mass, proportion between aerial and radical mass (P_a/R_z) and health. The results showed a lack of statistical differences in the state of maturity and the diametric class on rooting; in the case of seedling quality, significant statistical differences in height and biomass were observed when using cuttings considered as large. It is concluded that there was no statistical interaction of the diametric class with the state of maturity on the rooting and quality of seedlings for the species under study.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades de reforestación en la región selva se viene fortaleciendo mediante proyectos y en algunos casos por los propios pobladores privadas que apuestan en la forestería, aun así, no se solventa la necesidad de los pobladores en cubrir las necesidades de madera, motivo por el cual se busca especies con mayor rapidez de crecimiento como el bambú.

Se reporta que mayor a los 2,5 billones de personas en el mundo comercializan y/o utilizan el bambú, el uso de técnicas modernas en la actividad de procesamientos están permitiendo el uso del bambú a las industrias que lo emplean como materia prima, para fabricación de pisos, productos en tablas, laminados y diversos muebles, la caña de bambú está sustituyendo a la pulpa de madera y la industria del papel; aproximadamente el 25% de la fibra utilizada cada año en la industria del papel en la india proviene de bambú.

La calidad del plantón en la producción a escala comercial del bambú es un factor importante, debido a que los métodos convencionales de propagación fueron poco estudiados, limitando su propagación, y uno de los mayores esfuerzos consiste en realizar pruebas en la fase de vivero donde se puede obtener resultados muy rápidos; además, en el país son muy escasos los trabajos sobre propagación del bambú, la cual generan interrogantes como ¿Cuál será la influencia del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento y la calidad de los plantones de *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer, durante la fase de vivero?

Se presentó como hipótesis lo siguiente: El estado de madurez y la clase diamétrica de esquejes utilizados del bambú *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer tienen efectos diferentes sobre el enraizamiento y la calidad de los plantones durante la fase de vivero.

Objetivo general

Evaluar la influencia del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento y la calidad de los plantones del bambú *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer producidos en el vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales, Tingo María.

Objetivos específicos

- Cuantificar el efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer, sobre el enraizamiento durante la fase de vivero en Tingo María.

- Determinar el estado de madurez y el efecto de la clase diamétrica del esqueje de *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer, sobre la calidad de plantones producidos en fase de vivero en Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El bambú

Gutiérrez (2000) considera que, estas gramíneas gigantes se convirtieron en destacadas alternativas forestales sostenibles. Se le considera muy importante en la economía (Embaye et al., 2005), la cultura y la sociedad (Ramanayake, 2006), debido a que se registró cerca de 1 500 subproductos (Kibwage et al., 2008), donde se consideran para elaborar papel y también la construcción de infraestructuras (Sood et al., 2002).

Das y Pal (2005) recalcan sobre el bambú que, en el vasto país de Asia del Sur como es la India, se llegan a emplear un aproximado de 3,2 millones de toneladas de bambúes con fines de elaborar el papel; mientras que, en caso de China, solo la exportación de productos que derivan de los bambúes registran ingresos de 600 000 000 de dólares y al considerar todo el ingreso debido a la industria de los bambúes hay una estimación que alcanza los 12 000 000 000 de dólares (Kirunda, 2005; Smith y Marsh, 2005).

Las diversidades de especies de bambúes resaltan porque se encuentran adaptadas a los ecosistemas boscosos (Smith y Marsh, 2005; Kirunda, 2005). Londoño (2002) añade que, existe un total de 90 géneros y 1 100 especies de bambúes existentes en el mundo, de estos, el continente americano abarca el 50% de dicha diversidad considerando a 41 grupos de géneros dentro de los cuales se concentran 455 especies, siendo observados como punto de inicio en el sureste EE UU y recorriendo su distribución que culmina en la parte sur del país chileno. En el país brasilero, específicamente en el lugar conocido como Bahía, resalta la máxima cantidad de especies endémicas y de manera similar sobresale su diversidad, luego se tiene a la cordillera de los Andes y también el lado sur de Mesoamérica.

2.1.1. Distribución geográfica

A nivel mundial, los bambúes se encuentran distribuidas de manera irregular en el trópico y subtropical húmedo, al respecto, Porras (1985) manifiesta que, a estas gramíneas se las encuentran hasta altitudes de 3 900 msnm, creciendo en medios que cuentan factores ecológicos adecuados. De manera natural no se distribuyen de manera homogénea, respecto a su abundancia y también respecto a las variedades existentes, sin embargo, en la actualidad ya las personas intervinieron en repoblarlas e incrementaron su distribución.

2.1.2. Taxonomía de la especie

De acuerdo a Mc Clure (1936), el bambú considerado en el presente estudio se encuentra clasificado de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
División	: Espermatofita
Subdivisión	: Angiospermae
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Poales
Familia	: POACEAE
Género	: <i>Dendrocalamus</i>
Especie	: <i>D. asper</i>

Esta especie presenta los culmos con dimensiones que alcanzan entre los 20,0 m hasta los 39,0 m de longitud total y en el caso de la dimensión diametral, el rango registrado es entre los 20,0 cm hasta los 30,0 cm, en el caso de la dimensión correspondiente al grosor del culmo fluctúa entre los 0,5 cm hasta los 2,0 cm y la longitud registrada de los entrenudos distancian en un rango desde los 30,0 cm hasta los 45,0 cm; además, se considera como especie nativa de los países de Tailandia, India y Birmania (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, 1984 y Valdez et al., 2011).

2.1.3. Importancia del bambú

De acuerdo a los estudios enfocados a estimar la cantidad de carbono almacenado en 10 000 m² de terreno, en comparación a plantaciones de pinos o eucaliptos en periodos de 10 o 14 años tienden a registrar capturas alrededor del 40,0% adicional de dióxido de carbono (González, 2007). Además, de manera aproximada se tiene que el bambú supera en un 18,75 % de carbono capturado respecto a la plantación de *Eucalyptus camaldulensis* y en un 37,0% al compararlas con una plantación de *Pinus pinea* (De León, 1987). Franquis e Infante (2003) añaden que, puede cuadruplicar la producción de oxígeno en comparación a los árboles forestales. Respecto a la producción de celulosa para la industria del papel, produce alrededor de seis veces más respecto a las plantaciones de pino, generando anualmente alrededor de 40,0 t/ha de biomasa (Kumar y Sastry, 1999). También se caracteriza por transformar la radiación del sol en bienes y servicios ambientales de suma utilidad (Embaye et al., 2005), razón por el cual se le ubica a estas gramíneas como una de las plantas que son empleadas para luchar frente al cambio del clima (Kumar et al., 2005; Das y Chaturvedi, 2006; Nath y Das, 2008).

A las ventajas descritas, se les adiciona en que su establecimiento se puede realizar en diferentes tipos de terreno, cumple funciones como la incorporación de tierras sin uso al cultivo, tiende a evitar que se erosiones el suelo donde está instalado, posee

la capacidad de rehabilitar suelos degradados y ayuda a favorecer que se formen microclimas para que se regeneren el ecosistema boscoso (Kumar y Sastry, 1999). Posee la capacidad de crecer por triplicado al compararlas con plantaciones de eucaliptos, además de que, su cosecha se realiza de manera constante cuando cumpla una edad de cinco años de establecido hasta los 80,0 o 120,0 años de edad, característica que no presentan las especies forestales (Kibwage et al., 2008). Asimismo, hay una equivalencia de producción correspondiente a que 60 ha del género *Guadua* resulta ser similar a producción de madera de especies forestales que se extrae de un área de 500,0 ha del trópico (Liese, 1999; Daquita et al., 2007). Por otra parte, a estas gramíneas se les atribuyen una elevada capacidad nutritiva (Godbole et al., 2002), en el caso de que se realice el cultivo con fines de que se obtengan forrajes (García et al., 2007b), de manera similar, se caracterizan por contener características medicinales, siendo empleado como alimento para las personas, así como un valor muy importante en actividades de ornato (García et al., 2007a).

2.2. Formas de propagar el bambú

Para Lárraga et al. (2011), obtener plantas de una adecuada calidad con fines comerciales de bambúes resulta ser un factor de suma importancia, ya que los diversos métodos convencionales que se utilizan para propagar fueron escasamente estudiados y limitado su propagación. El método por estacas se caracteriza por utilizar una rama lateral extraída de una planta adulta y chusquín en crecimiento. Para el caso de la *Guadua angustifolia* no se emplea de manera común debido a que se obtienen pocos valores porcentuales respecto a la cantidad de brotes y los esquejes prendidos (Gallardo et al., 2008).

En situaciones naturales, el bambú regenera por medio del rizoma, semilla y rama lateral enterrada. Las personas para cultivar el bambú implementaron muchos métodos de propagar, siendo descritos cinco de ellos a continuación (Londoño, 2002):

2.2.1. Propagación por semilla o sexual

No resulta ser tan práctico porque son prolongados el ciclo que se registran la semillación del bambú (Uchimura, 1980), a esto se le adiciona lo dificultoso de que se obtenga las semillas (Londoño, 2002). Mercedes (2006) añade que, si se cuenta con semillas de bambú, su germinación es favorable, pero algunos bambúes que florecen esporádicamente germinan solo el 50%, siendo en muchas especies las semillas vanas.

2.2.2. Propagación por fracción vegetativa o asexual

Realizar la propagación de los bambúes empleando partes de la gramínea, como el tallo, la rama, la yema y la raíz, 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):

- Acodo en rama basal o rienda lateral.
- Chusquín de rizoma de Guadua apeada.
- Cultivo de tejido vegetativo in vitro.
- Rizoma con raíz, parte de tallo y yema activa.
- Rizoma sin tallo.
- Sección de tallo con agua.
- Segmento de rama basal o rienda lateral.
- Tallo delgado con trozo de rizoma.
- Trasplante directo de la planta completa.

2.3. Estado de madurez de esquejes

Se estima la edad del culmo en base a las cicatrices formados en sus ramas cuando se renuevan las hojas, en periodos anuales o de año y medio. De lo descrito, se observa que, en la rama con una edad de un año se caracteriza por no tener cicatriz, en el caso de tener una edad de dos años se observa una cicatriz y la rama con una edad de tres años posee como característica de identificación a dos cicatrices (Ramón, 2006).

En la propagación por estacas, es de suma importancia conocer la edad de la misma, Majada et al. (2011) registran que, en *Pinus pinaster* su capacidad de enraizar disminuyó mientras más antiguo fue el esqueje, a esto se le añade la sección del tallo donde se extrae dicha estaca debido a que en individuos jóvenes el enraizamiento es superior respecto al uso de la estaca apical que se extrae de la parte basal (Sánchez-Zabala et al., 2008). Así también, Muñoz y Molina (2016) observaron la influencia que posee emplear estacas con diferentes edades respecto a la capacidad de enraizar de la especie *Myrceugenia exsucca*, especie que se desarrolla en orillas en cursos de agua y quebradas, reportaron que utilizar estacas jóvenes muestran mayores valores de la sobrevivencia ($75,8 \pm 16,3\%$), formación de callo ($83,6 \pm 4,9\%$), enraizamiento ($76,7 \pm 19,7\%$) y número de hojas nuevas ($5,8 \pm 0,7$), mientras que, las estacas adultas mostraron mayor cantidad de raíz ($6,9 \pm 0,8$) y la longitud de estas ($29,0 \pm 2,9$ cm).

Las estacas juveniles enraízan mejor que las de adulto, esto puede ocurrir debido a que a mayor edad presentan menor compuestos fenólicos, cuya función es ser cofactor para que inicie enraizar (Hartmann et al., 2011). La vigorosidad de una estaca juvenil propicia la aparición de hojas nuevas, aumenta su la cantidad hasta cuatro veces más respecto a la estaca

madura, característica favorable para que sobreviva y enraíce la estaca (Muñoz y Molina, 2016), debido a que los carbohidratos que se transportan de la hoja tiende a contribuir a que se desarrolle la raíz adventicia (Hartmann et al., 2011).

Además, afirma que bajo la ausencia de la auxina se obtengan altas tasas de enraizamiento, dicho comportamiento se debe a que la estaca tiene contenidos de hormonas endógenas que harían que se inhiban o estimulen que se desarrollen las raíces adventicias. Latsague et al. (2010) reportan efectos significativos del uso de la auxina respecto al porcentaje de enraizamiento, notándose mayores valores al emplear las estacas más jóvenes.

2.4. Tamaño de esquejes

Al observar el efecto de diferentes longitudes y diámetros de estacas en la emisión de raíces de la especie *Tilia mexicana*; utilizar estacas grandes producen raíces pequeñas y gruesas, y en el caso de emplear estacas pequeñas se observaron valores contrarios (Muñoz et al., 2011). Latsague et al. (2010) incluyen que, las bajas tasas de enraizamiento que obtuvieron también estarían relacionadas con las características de las estacas, la época cuando se recolectó dicha estaca y el nivel de concentración de hormonas que contiene.

Cuando los esquejes presentan mayores dimensiones se obtendrán como resultado mejores crecimientos, a consecuencia de la elevada concentración de fotoasimilados esto va estar acorde a las partes terminales y se determine por la cantidad de sacarosa en el follaje (Ho et al., 1989). Las dimensiones de los esquejes influyen en la respuesta a la fitomasa, debido a que los esquejes por representar a una porción del tallo o rama, mientras más se eleva su tamaño hay una garantía que se acumule y transporte más solutos en el vegetal. Además, cuando una estaca contiene mayor cantidad de nudos te garantiza que dicho material vegetativo vaya contener mayor cantidad de raíces con la cual se garantizaría que se absorba más nutrientes por la nueva planta rebrotada (Aloni, 1987).

Para Álvarez-Herrera (2007), los esquejes de 10 cm producen más fitomasa; en el caso de que se recolecte de la parte apical del vegetal debido a que la cantidad de hormonas como las auxinas se encuentran en cantidades elevadas (Álvarez, 2003), esta característica tiende a inducir que se genere mayor división de las células y por ende se observe a los esquejes con más crecimiento de sus raíces. La mayor cantidad de enraizamiento se genera debido al movimiento que se le conoce como transporte polar de auxinas, cuya característica es que dichas auxinas tienden a moverse con mayor rapidez hacia la parte inferior del tallo (Bandurski et al., 1993). Los esquejes de mayor tamaño presentan una poseen varios meristemas, que son los principales puntos que se caracterizan por sintetizar las auxinas, que son las que se encargan el estímulo de inducir a la raíz (Marschner, 2002).

2.5. Ambiente controlado de propagación

Un invernadero posee la capacidad de facilitar que se manipule algunas características físicas, como la temperatura del suelo y el aire, humedad relativa, valor porcentual del CO₂ ambiental, porcentaje de luz, entre otros, esto debido a que se trata de dar condiciones adecuadas para que se desarrollen las plantas cultivadas en el interior o se trate de dar condiciones favorables en comparación a los parámetros externos al invernadero; dichos parámetros físicos tienden a jugar un papel dominante y no dependen entre sí: en el caso de que se modifique alguno de ellos, los demás también pudieran verse perjudicados (Castellanos, 2009).

Al diseñar un invernadero se considera como objetivo que se defina el material de cubierta, la dimensión, la orientación, la forma y demás características que dichas construcciones deberían contener en los lugares donde se establecerá, con fines de que se logre adecuadas condiciones del ambiente para que crezcan y desarrollen las plantas cultivadas, buscando mayor nivel de rentabilidad económica. Además, es específico en cada caso, aunque es posible tener aproximaciones preliminares correspondiente al diseño que serían empleadas en cultivos que crecen en climas muy particulares (Sánchez Del Castillo, 2007).

2.6. Calidad de plantas

Definición direccionada a su capacidad que presenta una determinada plántula para que se desarrolle y genere una planta que tenga su propia vitalidad. Hay aspectos como la especie o el medio donde se realizará la plantación amoldarán de manera directa sobre su calidad; además, la plántula en algunas ocasiones pudiera tener un valor adecuado de calidad en la fase final del vivero, y perdería su calidad muy rápido en el caso de que se ejecute actividades como un mal transporte o un inadecuado manejo (Oliet et al., 1999).

Hay variaciones de la percepción de calidad de una determinada planta, ya que esto depende mucho del interés de las partes involucradas correspondiente a la producción, al manejo y a la manera de cómo se va emplear finalmente dicha planta (Folk y Grossnickle, 1997), hay una percepción de que las características morfológicas como fisiológicas maximizarían la tasa de supervivencia, el crecimiento y su potencial reproductivo de la planta trasplantada. Esta percepción tiende a hacer que la calidad no se considere como un conjunto fijo de atributos. Está referida a la calidad fisiológica y física de las plantas, y no está vinculada a la calidad genética. Los rasgos que son deseados de una planta (otro material como una pseudoestaca) con fines de que sean llevadas a terreno definitivo son (Galloway, 1997):

- Tamaño adecuado a la dimensión del envase o bolsa.
- Adecuado valor de la relación del tallo con la raíz (por ejemplo, valores de 2 a 1). Para las plantas a raíz desnuda urge aplicar poda radicular durante el desarrollo de las plantas.
- Raíz ausente de deformación ocasionados por trasplante defectuoso a la era (platabanda) o envase o por demasiado tiempo que se encuentra en el vivero.
- Adecuado estado de lignificación, se caracterizan por ser plantas endurecidas al manejarse adecuadamente la fertilización y el riego.
- Carente de deformaciones y/o daños físicos del tallo y las raíces ocasionadas al manipular las plantas.
- Para las pseudoestacas, tiene que ser de un tamaño acorde a experiencias de resultados favorables; dicho de otra manera, se tiene que guiarse de la experiencia local.

Las características del desarrollo de las plantas en los viveros nunca son similares, razón por la cual resulta de suma importancia que se elimine a las que no son deseables con fines de que se cuente con individuos muy uniformes con la finalidad de que se enfatice la calidad de dichos individuos cuando se despache hacia el terreno definitivo (Galloway, 1997). La calidad tiene influencia favorable sobre el éxito de la plantación ya sea a corto o largo plazo cuando se emplean técnicas adecuadas durante el establecimiento en terreno definitivo (Villar-Salvador, 2003).

Lo resaltante es que el prendimiento tiende a pasar por un crecimiento del sistema radicular, razón por la cual, es favorable que se potencie el sistema de raíces con la finalidad de que se dote de una arquitectura, una capacidad de que almacene sus reservas y una predisposición a la colonización. Evaluar la calidad de una determinada planta viene a ser un proceso de retroalimentación de manera continua del vivero con los silvicultores, ya que en definitiva se encuentra determinada por su comportamiento en el campo definitivo (Puértolas et al., 2003). La calidad se entendería como Villar-Salvador (2003):

- Calidad biológica: Micorriza.
- Calidad fisiológica: Reservas, capacidad de fotosíntesis, capacidad de regenerar raíces.
- Calidad genética: Procedencia y mejoramiento.
- Calidad morfológica: Longitud del tallo, diámetro del tallo a nivel del cuello de la raíz, parte aérea, longitud de la raíz.
- Calidad sanitaria: Sin plaga ni enfermedad.

2.6.1. Atributos de calidad morfológica

Villar-Salvador (2003) afirma que las características referidas a la calidad de las plantas fueron pensadas principalmente hacia las especies de coníferas y pocas especies de arbóreas planifolias; siendo esto la justificación de que, en ciertas especies no pueden tomarse en cuenta para especies leñosas como las que no son arbóreas. Además, la calidad morfológica de una planta se mide de manera cualitativa y cuantitativa:

Tabla 1. Atributos morfológicos que se emplean al controlar la calidad de plantas forestales.

Atributo cualitativo	Atributo cuantitativo
Planta con herida no cicatrizada	Altura de la parte aérea
Planta parcialmente o totalmente seca	Diámetro del cuello de raíz
Tallos con fuerte curvatura	Biomasa aérea y radical
Tallos múltiples	Índice de esbeltez de los tallos (altura/diámetro)
Tallo con varias guías	Proporción entre la masa aérea y el sistema radicular
Tallo y rama con parada vegetativa incompleta	Índice de calidad de Dickson*
Tallo desprovisto de yema terminal sana	Longitud de las yemas
Ausencia o insuficiente ramificación	
Follaje reciente y cuello de raíz dañado	

* El Índice de Dickson se define como $\text{Masa planta}/(\text{Altura}/\text{Diámetro}) + (\text{Masa aérea}/\text{Masa radical})$.

Smurfit Kappa (2008) señala a la consistencia de pan de tierra o lo que se desmorona en el instante de transplantar una planta, a la deformación de las raíces y el desarrollo radical (adecuada formación de la raíz principal, abundante raíz secundaria, abundantes raíces con puntas blancas) como atributos alternativos de la calidad morfológica. Además, unas buenas calidades de las plántulas se caracterizan por que presentan grandes dimensiones del diámetro de cuello (DAC), inferior valor del índice de robustez, el sistema radical fibroso y el valor de la biomasa muy elevada.

Estos atributos son conocidos como de desarrollo o respuesta, de los cuales los que más se utilizan son la capacidad o el potencial que poseen para formar las nuevas raíces (PFR) y la capacidad de resistir de dicha planta como manera de responder a una situación de estrés. La prueba concerniente al PFR se caracteriza por medir el nivel de

formar raíces nuevas en situaciones donde las plantas se sitúan en condiciones adecuadas de crecimiento en periodos menores a los siete días (Burdett, 1979; Ritchie, 1985).

2.7. Estado del arte

En Puebla – México, Lárraga et al. (2011) evaluaron el efecto de los métodos de propagar (CH: chusquín, V: vareta y SN: segmento nodal), las especies (Ga: *Guadua angustifolia*, Bo: *Bambusa oldhamii* y Bv: *Bambusa vulgaris*) y los sustratos (ATC, TCE y SIC). A los 136 días después del tratamiento, el método CH es mejor que la V y SN, para los indicadores de la variable estudiada. La V y el SN registraron baja supervivencia y poca cantidad de hijuelos. En el caso de *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* resaltaron en obtener resultados favorables en comparación a *Bambusa oldhamii*, independiente del sustrato utilizado.

Uno de los factores a tener en cuenta en el caso de que una parte vegetativa de la especie en estudio pueda emitir enraizamiento y brotes es la humedad que presenta dicha parte vegetativa, al respecto Guzman (2021) determinó las propiedades físicas de *D. asper* en tres estadios de madurez (verde, maduro, sobre maduro) y a lo largo de los culmos (base, medio, ápice), en Tingo María. Registró valores de humedad saturada en culmo verde del 100,87%, en culmo maduro fue 79,90%, en culmo sobre maduro fue 69,15%, además, los niveles de la altura del culmo registró en la parte basal un 97,88%, en el nivel medio fue 81,03 y en la parte apical fue 71,00%. Se concluye que hay variabilidad de los promedios en la humedad, el cual puede ser un factor determinante cuando se propaga esta especie en fase de vivero.

Maldonado (2019) determinó el efecto del tipo y dosis de abono respecto al comportamiento de *D. asper* en fase de vivero. El esqueje se extrajo de la parte basal de las ramas de bambú, se cortaron segmentos de 15 a 25 cm de longitud que poseían yemas activas, considerando como mínimo 3 nudos en cada esqueje, como abonos se utilizó el humus de lombriz, bokashi y gallinaza, aplicadas al sustrato compuesto por tierra agrícola 60%, aserrín descompuesto 20% y arena fina 20% en 2 proporciones diferentes (8:2, 7:3). Como resultado no se encontró diferencias estadísticas en las dosis de los abonos ni hubo interacción de los abonos con las dosis, sin embargo, si hubo diferencia estadística entre los abonos aplicados, es decir, que existe de los 3 tipos de abonos al menos 1 que es mejor respecto a los demás abonos. Estos resultados fueron: para el número de esquejes con brote, el humus de lombriz fue el mejor tratamiento, obteniendo 6,33 esquejes con brote, seguido por la gallinaza con 5,67; para el crecimiento en altura de los brotes, la gallinaza fue el mejor tratamiento,

obteniendo un promedio de 3,44 cm, seguido por el humus de lombriz con 2,25 cm; para la supervivencia de los esquejes, el mejor resultado se obtuvo con el humus de lombriz, con un 63,33% de supervivencia, seguido por la gallinaza con un 56,67%.

Trillo (2014) evaluó el método de propagar mediante el uso de rama primaria, secundaria y segmento en *Dendrocalamus asper*. En los resultados reportan 34,26 % de prendimiento, 107,91 cm en altura de planta, 63,28 unidades de raíces por varas secundarias y 48,76 cm de longitud de raíz.

En Tingo María, Quispe (2009) determinó el efecto de emplear humus de lombriz para producir plántones de bambú, siendo el testigo que obtuvo bajos resultados en comparación a los tratamientos aplicados que presentaron mejores valores de la longitud, cantidad de hojas por planta, cantidad de brotes y la tasa de prendimiento. Bajo el enfoque económico, utilizar 1,75 kg de humus de lombriz por bolsa de 3,5 kg es una dosis adecuada para producir *Dendrocalamus asper* y *Gigantochloa apus* durante la etapa de vivero.

Malpartida (2018) observó el efecto de distintos sustratos respecto a la calidad de rebrotes empleando chusquines de *Guadua angustifolia* (bambú). Para ello, consideró los siguientes tratamientos: tierra de bambusal (T₀), aserrín descompuesto (T₁), tierra agrícola más aserrín descompuesto y arena (T₂), y tierra agrícola más aserrín descompuesto más arena más cascarilla de arroz (T₃). Como resultados evidenció que, en los suelos del bambusal se emitió rebrotes en menos días (55 días); mayor cantidad de rebrotes presentaron los T₂ (1,72 rebrotes) y T₀ (1,64 rebrotes); asimismo, mayores alturas presentaron los T₂ (47,73 cm) y T₀ (46,72 cm), ambos tratamientos con 100% de plantas vivas de los chusquines; respecto a la cantidad y dimensión de las raíces, mayores valores presentaron los T₀ (6,75 raíces y 22,50 cm) y T₂ (5,75 raíces y 15,93 cm).

Tabla 2. Resumen de los antecedentes sobre bambú.

Altura (cm)	Rebrotes	Supervivencia	Autor
22,00	1,11	55,52%	Lárraga et al. (2011)
28,52	1,47	21,30%	Trillo (2014)
1,22	1,08	5,33%	Quispe (2009)
47,73	1,72	100%	Malpartida (2018)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en el 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

Políticamente, el vivero Forestal donde se realizó la producción de plántulas de la especie en estudio se encuentra ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y región Huánuco; se localiza a una distancia de 1,5 km desde la ciudad de Tingo María.

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente, el Vivero Forestal se encuentra ubicado en las coordenadas UTM: 0390254 este y 8970735 norte (Figura 1), con respecto a la gradiente altitudinal está a 660 msnm.

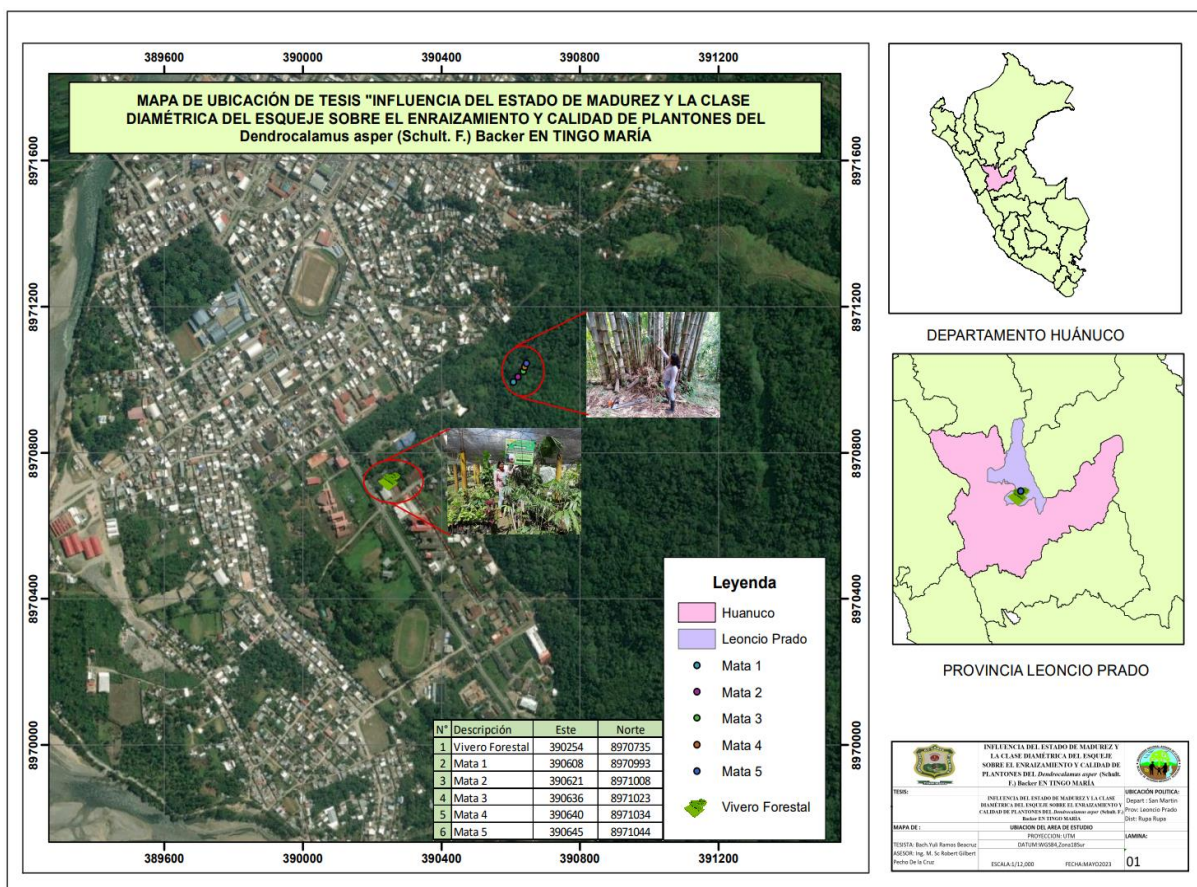


Figura 1. Mapa de ubicación de las matas de bambúes y el vivero Forestal.

3.1.3. Ubicación ecológica

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida, Rupa Rupa está ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre-montano sub tropical (bmh – PST) (Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], 1995); el clima característico es el tropical, cuyas temperaturas oscilan alrededor de 22,5 °C, llegando hasta los 34,6 °C, y la humedad relativa en promedio es de 87%. La precipitación pluvial media anual fue de 3.300 mm (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], 2018).

3.1.4. Descripción del vivero

El vivero forestal presenta con un área total de 6.000 m², que cuenta con 48 camas de cría con dimensiones de 1 m x 12 m, cuya construcción se realizó en el suelo y de concreto, como tinglado, presenta una estructura de fierro corrugado; además, presentan una sombra de 50% mediante el uso de malla rashell.

En el análisis de la temperatura dentro del vivero considerando tres puntos de muestreo, se registró que al medio día la temperatura es mayor y los valores dentro del invernadero son superiores (Figura 2).

La humedad determinada dentro del invernadero elaborado para la ejecución de la tesis fue superior en las horas matutinas, disminuyendo un poco al mediodía y por las tardes, siendo inferior el valor fuera de la malla Raschel (Figura 2).

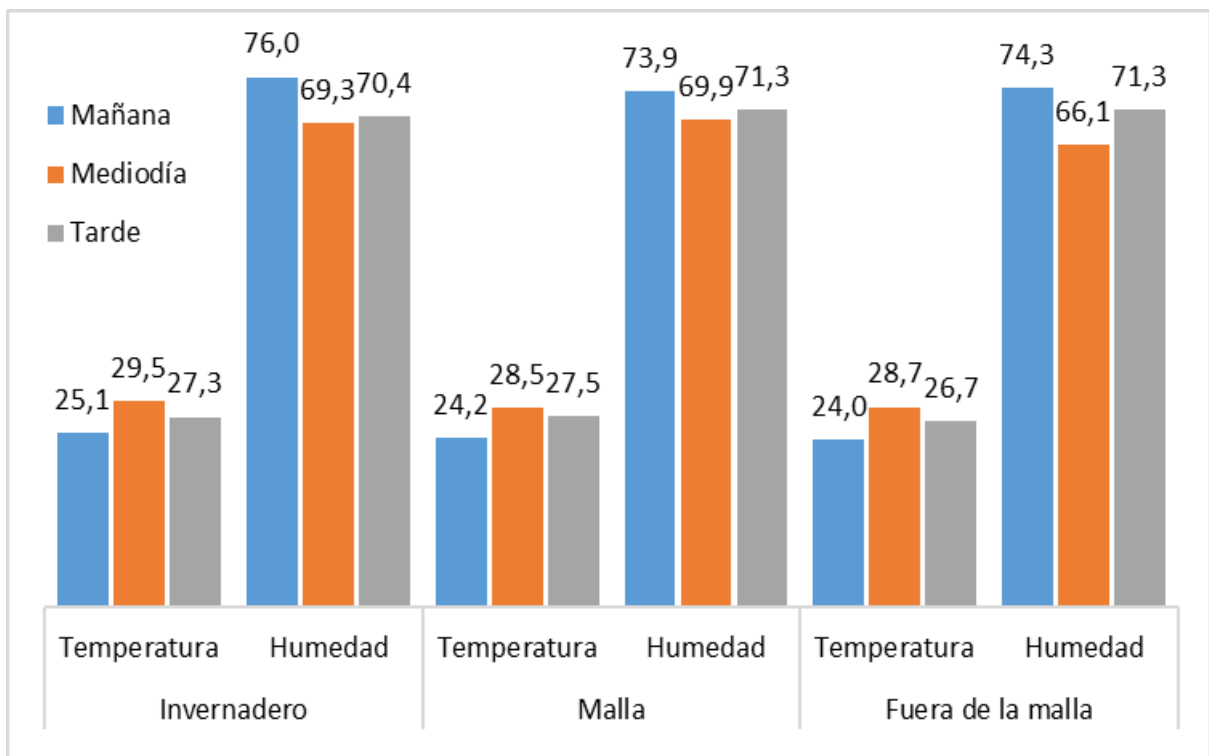


Figura 2. Comportamiento de la temperatura y humedad en el vivero.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio estuvo conformada por esquejes de la especie de bambú *D. asper* con diferentes clases diamétricas procedentes de cañas con dos estados de madurez.

3.2.2. Insumos

Se utilizó el aserrín descompuesto para el enraizado de los esquejes, para la producción de plántones se usó bolsas de polietileno cuya dimensión fue 8" x 12" y sustrato con una proporción de 3:2:1 (tierra agrícola, aserrín, suelo de bambuzal), y productos como fungicida (FUNGI-ONE 40), foliar (FOLIAR ENRAIVE) y el regulador de crecimiento (Root-Hor®).

3.2.3. Materiales

Los materiales usados durante la investigación estuvieron constituidos por: plástico transparente, maderas de diferentes dimensiones (tablas y listones), rafia, clavos, alambre y tubos PVC de ½ para la construcción de infraestructura del invernadero, balde para remojar los esquejes. Además, se utilizó formatos para la evaluación de las variables evaluadas.

3.2.4. Herramientas

Las herramientas utilizadas durante el estudio fueron: wincha de 5 metros, martillo, cavadora, serrucho, carretilla, cortafierros, pala cuchara, regadera, machete y arco de sierra fijo de 12"; para la construcción del invernadero, para la extracción del esqueje y el manejo durante el vivero. Asimismo, se utilizó el vernier "DIN GERMANY Litz profesional" para la medición de las variables cuantitativas.

3.2.5. Equipos

Se utilizó la balanza de precisión para pesar las muestras en el laboratorio, GPS "GARMIN 64s" para registrar las coordenadas de las matas del bambú, estufa para secar las muestras, disecadora para enfriar las muestras calientes y termohigrómetro para medir la temperatura y la humedad del invernadero y el medio.

3.3. Criterios de investigación

3.3.1. Enfoque de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que es secuencial y probatorio. Este enfoque de investigación utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández et al., 2014).

3.3.2. Diseño de investigación

Según Hernandez et al. (2014) la investigación realizada corresponde al diseño experimental, específicamente pertenece al experimento puro.

3.3.3. Población

La población en estudio estuvo constituida por 300 esquejes de bambú de la especie *D. asper*, la dimensión fue considerado aproximadamente 40 cm de longitud y mínimo con dos nudos; que fueron plantados en el invernadero con un distanciamiento de 10 cm entre esquejes.

3.3.4. Tratamientos

Para el desarrollo del experimento en la fase del vivero se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial de la forma 3A x 2B, en donde los tratamientos o combinaciones fueron los esquejes del bambú con diferentes diámetros combinados con los estados de madurez de las cañas, las características del diseño son:

Tabla 3. Tratamientos considerados para el estudio.

Código	Esqueje	Dimensión (cm)	Madurez	Unidad experimental	Esquejes
T ₁	Pequeño	1,51 – 2,00	Verde	5	50
T ₂	Pequeño	1,51 – 2,00	Maduro	5	50
T ₃	Mediano	2,01 – 2,50	Verde	5	50
T ₄	Mediano	2,01 – 2,50	Maduro	5	50
T ₅	Grande	2,51 – 3,00	Verde	5	50
T ₆	Grande	2,51 – 3,00	Maduro	5	50

3.3.5. Diseño del experimento

Para el desarrollo del experimento en la fase del vivero se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial de la forma 3A x 2B, en donde los tratamientos o combinaciones fueron los esquejes del bambú con diferentes diámetros combinados con los estados de madurez de las cañas, las características del diseño son (Figura 3 y 4):

- Tratamientos o combinaciones : 6,00
- Unidades experimentales : 30,00
- Repetición : 5 matas
- Esquejes/repetición : 10 esquejes
- Largo de la parcela : 5,15 m

- Ancho de la parcela : 1,00 m
- Distancia de calles : 10 cm entre matas

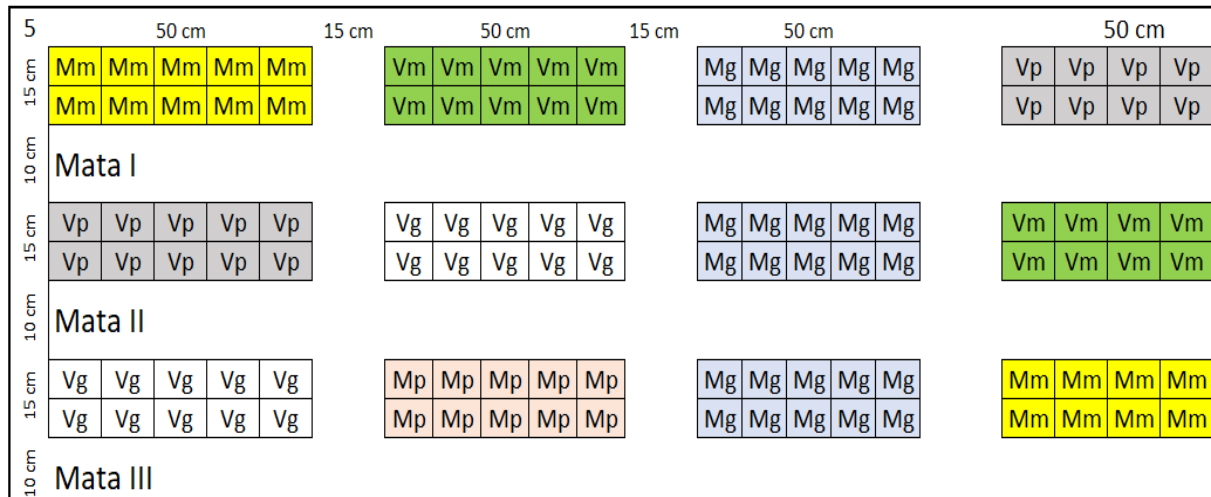


Figura 3. Distribución de esquejes en la combinación caña madura con tamaño mediano (Mm) y caña verde con tamaño mediano (Vm) de la mata I.

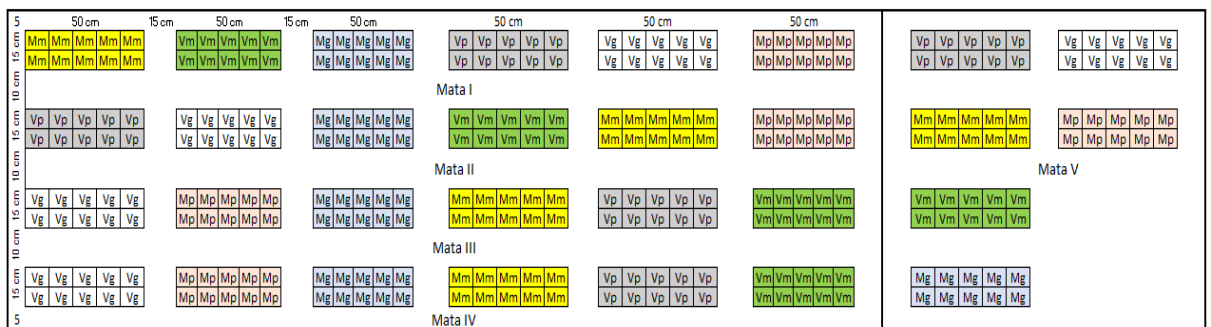


Figura 4. Distribución de las seis combinaciones en la parcela experimental.

3.3.6. Variables en estudio

Se consideró como variables independientes a dos características del material a propagar, siendo estos:

- Tamaño de esqueje
- Estado de madurez

En el caso de las variables dependientes se tiene a dos particularidades en fase de vivero, siendo estos:

- Enraizamiento
- Calidad

Tabla 4. Operacionalización de variables.

Variables independiente	Indicadores	Valor final / unidad de medida	Tipo de variable
Tamaño de esqueje	X ₁ = Tamaño pequeño, mediano y grande	Centímetro (cm)	Númérica
Estado de madurez	X ₂ = Caña verde y caña madura	Adimensional	Nominal
Variables dependientes	Indicadores	Valor final / unidad de medida	Tipo de variable
Enraizamiento	Y ₁ = Esqueje enraizado	Unidad (u)	Númérica
	Y ₂ = Tiempo de brotación	Día	Númérica
Calidad	Y ₃ = Brotes	Unidad (u)	Númérica
	Y ₄ = Altura total	Centímetro (cm)	Númérica
	Y ₅ = Masa aérea y radical	Gramo (g)	Númérica
	Y ₆ = Proporción Pa/ Rz	Adimensional	Númérica
	Y ₇ = Sanidad	Presencia/ausencia	Ordinal

3.4. Metodología

3.4.1. Cuantificación del efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de *Dendrocalamus asper*, sobre el enraizamiento durante la fase de vivero en Tingo María

3.4.1.1. Limpieza del área experimental

Una vez ubicada el área específica dentro del vivero Forestal donde se realizó la investigación, se procedió a la limpieza eliminando las malezas, luego se las llenaba a una carretilla para finalmente trasladarlas a un botadero fuera del vivero, seguidamente se realizó la nivelación del área para instalar el invernadero empleando azadón y un rastrillo.

3.4.1.2. Armado del invernadero

El invernadero presentó dimensiones de 5,34 m de largo por 1,12 m de ancho y 1,42 m de alto; para la base del invernadero se usó 6 tablas de madera con dimensiones de 1" x 12" x 10' de espesor, ancho y largo respectivamente, que fue asegurado con clavos de 2½", 6 piezas de madera con dimensiones de 1½" x 1½" x 2' que se utilizaron como soporte de las tablas dentro del invernadero, en esta área fue extendido el aserrín descompuesto de manera muy uniforme.

Para el arqueado del invernadero se empleó 8 tubos PVC para agua de $\frac{3}{4}$ " con una longitud de 3,2 m, mientras para el soporte de estos tubos se usó 16 varas de fierro con 50 cm de longitud; las estacas y las varas de fierro fueron sujetadas con alambre; para la seguridad del arqueado del invernadero se utilizó 10 tubos PVC para agua de $\frac{3}{4}$ " formando 5 filas horizontalmente en lo largo del invernadero, sujetándolo con rafia; finalmente se cubrió la parte superficial del invernadero con plástico transparente de 5 μ m de espesor por 4 m de ancho y 8 m de largo.

Una vez construido el invernadero, la parte base del invernadero fue dividida en 30 partes iguales (unidades experimentales) utilizando rafia, donde en cada unidad experimental estuvo distribuido las combinaciones del estado de madurez y las clases diamétrica de los esquejes proveniente de las cañas; además para la separación entre matas fue 10 cm y la separación entre tamaño de esqueje fue 15 cm. En cada división se plantó 10 esquejes de *D. asper*.

3.4.1.3. Llenado y desinfección del aserrín descompuesto

Se empleó aserrín descompuesto para el acondicionamiento de los esquejes de *D. asper* en el invernadero; como primera capa se añadió como base una capa de cantera tamizada con aproximadamente 2 cm de espesor obteniendo un volumen de 0,12 m³; como segunda capa se añadió el aserrín descompuesto 20 cm de espesor haciendo un volumen de 1,2 m³ que estuvo representado por nueve sacos de polietileno con capacidad de 80 kg. En seguida se procedió a la desinfección del sustrato utilizando 50 ml de FUJI-ONE 40 (fungicida) que fue diluida en 20 L de agua, esta solución fue esparcida de manera uniformemente en toda el área que abarcaba la cama de propagación, la herramienta utilizada fue una regadera.

3.4.1.4. Extracción de los esquejes

Los esquejes de *D. asper* fueron extraídos en horas de la mañana para las cinco matas distintas ubicadas en el Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS). Las coordenadas UTM de las matas fueron:

- Mata 1: 390608 E, 8970993 N
- Mata 2: 390621 E, 8971008 N
- Mata 3: 390636 E, 8971023 N
- Mata 4: 390640 E, 8971034 N
- Mata 5: 390645 E, 8971044 N

Para la elección de las matas de bambúes se consideró características como las que contenían la cantidad necesaria de esquejes tanto en cañas verdes

y maduras; ya que se extrajo de ellas 30 esquejes de cañas verdes (edad de culmo menor a 2 años aproximadamente) y 30 esquejes de cañas maduras correspondiente a la edad de culmo mayor a 3 años pero menor a 4 años aproximadamente (Valdez et al., 2011); así mismo se observó las características de las matas como la ausencia de problemas fitosanitario.

Una vez seleccionado las cañas de bambúes de acuerdo a su estado de madurez, se procedió a talar los culmos utilizando una motosierra y en el caso de que no cayera directamente, se tenía que amarrar la base del culmo para que se la jalara facilitando su caída; una vez sobre el suelo, se realizó la selección de las ramas sanas ya que los esquejes fueron extraídos del tercio superior del culmo, utilizando un machete en el caso de que el corte sea fácil y un arco de sierra para realizar cortes más dificultosos, de esta manera se evitó a los esquejes que presentaban falsas raíces en la parte base (Figura 5), la dimensión fue considerado aproximadamente 40 cm de longitud y también se consideró como mínimo la presencia de dos nudos; seguidamente, los esquejes fueron almacenados en un recipiente que contenía agua por el periodo que perduró la extracción con la finalidad de evitar la deshidratación.



Figura 5. Extracción de esquejes.

Culminado la extracción de los esquejes, se procedió a trasladarlos hacia el vivero Forestal en donde se realizó la selección de esquejes, para esto se consideró las categorías siguientes para el diámetro: esquejes pequeño cuyas dimensiones del

diámetro fluctuaron entre los 1,51 cm hasta los 2,00 cm, esquejes medianos cuyos valores diametrales oscilaron desde los 2,01 cm hasta los 2,50 cm y en el caso de los quejes grandes presentaban dimensiones desde los 2,51 cm hasta los 3,00 cm, categorías consideradas también para las cañas categorizadas como verdes y maduras. En el galpón del vivero se procedió a medir el diámetro del primer entrenudo basal (Figura 6) empleando un vernier mecánico y se fue acomodando a alguno de los tres grupos correspondientes; asimismo, se codificaron cada esqueje utilizando un plumón indeleble con la finalidad de que no se entreviera al momento de trasladarlos hacia el invernadero.

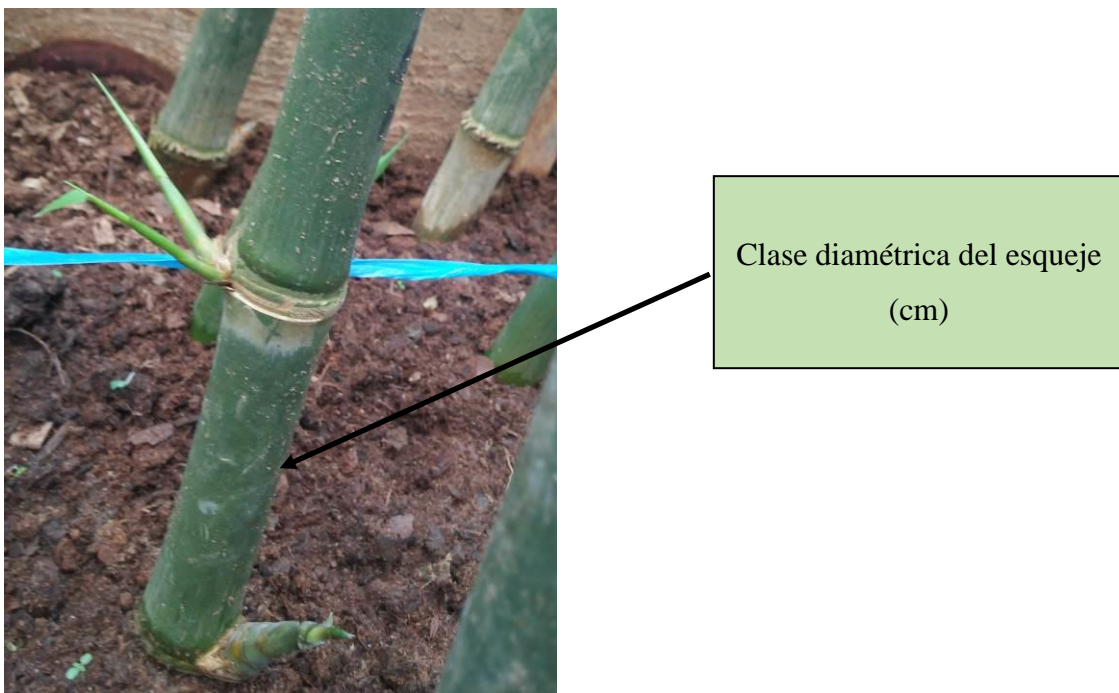


Figura 6. Punto de medición de los diámetros de esqueje (cm).

3.4.1.5. Remojo y acondicionamiento de esquejes en el invernadero

Con la finalidad de que se induzca a la emisión de brotes de manera uniforme, los esquejes fueron sometidos al regulador de crecimiento Root-Hor® (5 ml/L de agua), para esto, se ha utilizado una bandeja de plástico en donde se colocó agua y se dosificó con el enraizante en una proporción de 120 ml por cada 24 L de agua se diluyó con la mano y fueron colocados los esquejes en posición vertical en donde la parte basal se sumergió en la solución elaborada, se dejó remojado por un periodo de cinco minutos. Los esquejes fueron sembrados en el sustrato que se encontraba en el invernadero con un distanciamiento de 10 cm entre esquejes (Figuras 7 y 8), con una ligera inclinación en un mismo sentido, con una profundidad de 15 cm.



Figura 7. Aplicación de enraizantes.



Figura 8. Invernadero para el acondicionamiento de esqueje.

Dentro del invernadero, la unidad experimental fue compuesta por un grupo de 10 esquejes que presentaba un determinado tamaño y una clase diamétrica, puestos en sustrato para su enraizamiento. Los tratamientos considerados en la investigación

correspondieron en emplear tres tamaños de esqueje en base a su clase diamétrica y dos estados de madurez de la caña. En caso de la clase diamétrica se consideró los diámetros de: A: 1,51 a 2,00 cm, B: 2,01 a 2,50 cm, C: 2,51 a 3,00 cm (Tabla 5 y Figura 9).

Tabla 5. Tratamientos considerados para el estudio.

Código	Esqueje	Dimensión (cm)	Madurez	Unidad experimental	Esquejes
T ₁	Pequeño	1,51 – 2,00	Verde	5	50
T ₂	Pequeño	1,51 – 2,00	Maduro	5	50
T ₃	Mediano	2,01 – 2,50	Verde	5	50
T ₄	Mediano	2,01 – 2,50	Maduro	5	50
T ₅	Grande	2,51 – 3,00	Verde	5	50
T ₆	Grande	2,51 – 3,00	Maduro	5	50



Figura 9. Esquejes sembrados en invernadero.

Se realizaron recolecciones de datos de algunos parámetros ambientales, razón por la cual durante un periodo de 40 días se registró los datos de temperatura y humedad relativa (%) dentro del invernadero, en el ambiente del vivero debajo de la malla rashell y también en la intemperie fuera del vivero; estos registros adicionales se llevaron a cabo en diferentes horarios del día: 7:00 am, 1:00 pm y 6:00 pm, mediante la ayuda de un termohigrómetro.

3.4.1.6. Producción de plántones de *Dendrocalamus asper* en el vivero

Preparación del sustrato para el embolsado. El sustrato fue preparado en una proporción de 3:2:1 (tierra agrícola: aserrín descompuesto: suelo de bambusal), antes de mezclar se procedió a tamizar los tres insumos para lo cual se utilizó una pala tipo cuchara, luego se procedió a medir las proporciones utilizando una carretilla el cual se llenaban los componentes del sustrato con la pala, finalmente se procedió a volear con la misma herramienta hasta dejar una mezcla homogénea del sustrato.

Embolsado y acondicionamiento de los plántones en el invernadero. Se utilizaron bolsas cuyas dimensiones fueron de 8” de diámetro, 12” de alto y 2 µm de espesor en donde se tuvo que embolsar el sustrato, el llenado del sustrato se realizó de forma manual, llenando hasta la mitad, luego se colocaba el esqueje con brote y se culminaba llenando con el sustrato en sus alrededores de la planta donde finalmente se presionaba los costados de la planta con fines de eliminar los espacios de aire para que el brote no se incline con el tiempo (Figura 10 y 11), se repicó 4 plántones de bambú por tratamiento, considerando el tratamiento con menor porcentaje de supervivencia (esquejes con presencia de brotes); los plántones se mantuvieron durante 30 días en el invernadero.



Figura 10. Llenado del sustrato a la bolsa y repique de plántones.

Aclimatación de los plántones fuera del invernadero. La aclimatación de los plántones se realizó después de los 30 días del repique dentro del mismo invernadero, luego se les trasladó a los plántones a una cama de cría fuera del invernadero

manteniendo la distribución del mismo diseño experimental con la cual se encontraban dentro del invernadero, esta acción fue del invernadero perduró por un periodo de 60 días adicionales.



Figura 11. Transporte de plántones hacia las camas de cría.



Figura 12. Riego y control de malezas.

Labores culturales. Se realizó actividades de riego durante la propagación del esqueje en el invernadero, se aplicó de 2 a 3 veces por semana de acuerdo a la temperatura y la humedad relativa registrada por el termohigrómetro y palpando el sustrato (Figura 12). Para evitar los posibles brotes de hongos debido al exceso de humedad, se abría el invernadero durante 15 minutos después de cada riego. Mientras que, para los plántones que se encontraban fuera del invernadero el riego se realizaba de acuerdo al requerimiento de la planta. Otra actividad ejecutada fue el control de maleza, se realizó cada 15 días después de la instalación de los esquejes dentro y fuera del invernadero.

3.4.1.7. Evaluaciones de las variables

Porcentaje de enraizamiento: esta se registró a los 40 días desde el acondicionamiento de los esquejes en el aserrín descompuesto, esta evaluación se realizó mediante el conteo directo, observando en la parte basal de los esquejes la presencia o ausencia de las raíces.

Tiempo de brotación: esta variable se registró diariamente las fechas de emisión de los brotes; la fecha de emisión menos la fecha del acondicionamiento de los esquejes resultó el tiempo de brotación. Se consideraba brote aquel que emergía de las yemas de los nudos que presentaban los esquejes o subunidades experimentales con aproximadamente 3 cm de longitud.

3.4.1.8. Análisis de los datos

El análisis de los datos se realizó iniciando por una adecuada tabulación de los datos, la determinación de los estadísticos descriptivos y el análisis de la varianza (ANVA). Para el estudio sobre la clase diamétrica del esqueje y el estado de madurez, el modelo matemático fue constituido por:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta u observación.

μ = Efecto de la media.

α_i = Efecto del factor A.

β_j = Efecto del factor B.

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción.

ϵ_{ijk} = Error experimental (factores no considerados en la evaluación).

3.4.2. Determinación del estado de madurez y el efecto la clase diamétrica del esqueje de *Dendrocalamus asper*, sobre la calidad de plántones producidos en fase de vivero en Tingo María

Se consideró las mismas actividades realizadas para el objetivo anterior, mientras que los indicadores de la calidad de los plántones fueron contadas y/o medidas de la siguiente manera:

- **Número de brotes:** actividad realizada a los 90 días posteriores del día de la aclimatación de los plántones, ejecutada mediante el conteo de los brotes por cada esqueje.
- **Altura total:** se midió la altura total de los brotes al cumplir el periodo de la fase de vivero (tres meses en bolsa con sustrato). Se consideró la altura máxima alcanzada por los brotes (ya fuera de crecimiento primario o secundario) desde la base del brote hasta la yema terminal de la misma y se utilizó la wincha para obtener la medida en base a centímetros.
- **Masa aérea y radical:** para esta variable se seleccionó 30 plántones al azar (un plánton por repetición) en el vivero. Para obtener la parte radical se cortó la bolsa cuidadosamente y se extrajo la raíz del pan de tierra que emergieron desde la base del esqueje sembrado, se realizó varios lavados con abundante agua evitando en romper las raíces y se realizaba la respectiva codificación con un plumón indeleble para identificar las muestras; para hallar la parte aérea se cortó el plánton al nivel del cuello donde inició el brote, considerando todas las hojas para su respectiva codificación. Una vez trasladado las muestras en el laboratorio, se procedió a secarlas con papel toalla, posteriormente fueron pesados en la balanza de precisión a milésimas, para envolverlos se usó 20 pliegos de papel kraft con su respectiva codificación (Figura 13); fueron colocados a la estufa a una temperatura de $73\pm 2^{\circ}\text{C}$, y luego se registró el peso seco constante de la parte aérea y radicular; para su respectivo enfriamiento de las muestras una vez retirado de la estufa se colocó en el disecador durante una hora al 99% UV; finalmente se obtuvo el peso seco de la masa aérea y radical empleando la balanza de precisión.
- **Proporción entre masa aérea y radical (Pa/Rz).**- La proporción se obtuvo a partir del cociente existente entre la masa seca aérea y la masa seca del sistema radicular de los plántones de bambú (Smurfit Kappa, 2008).

- **Sanidad:** esta variable se obtuvo mediante la observación directa del estado de la planta, con los conocimientos del personal del laboratorio de Fitopatología de la UNAS (Ing. Oscar cabezas Huaylas y Tco. Michel Avendaño) se procedió a la evaluación en base a la clasificación utilizada por Reátegui (2011) en palmeras, la cual fue adaptada para esta especie, que los divide en las categorías: Ausente (platonos sanos), bajo (con un rango entre 0% a 25% de ataque), medio (con un rango entre 25% – 50% de ataque) y alto (con un porcentaje mayor al 50% de ataque).



Figura 13. Rotulado de las muestras de brotes para determinar la biomasa.

3.4.2.1. Análisis de datos

Los datos obtenidos en el campo experimental fueron sometidos al análisis cuantitativo de las variables en estudio, y a las medidas estadísticas que determinaron la distribución y dispersión en base a las pruebas estadísticas.

Análisis de varianza

Con la finalidad de contrastar la hipótesis planteada, se utilizó el estadístico denominado análisis de varianza (Tabla 4) para un diseño completo al azar con arreglo factorial, dicho contraste se realizó sobre las variables evaluadas, y en las fuentes de variación se consideró a los dos factores en estudio con su respectiva interacción de las mismas, estableciéndose el siguiente esquema:

Tabla 6. Esquema de análisis de varianza de la investigación.

Fuente de Variación	GL
Clase diamétrica (A)	(A - 1)
Estado de madurez (B)	(B - 1)
Interacción clase diamétrica x estado de madurez (AxB)	(A - 1)(B - 1)
Error experimental	t (r - 1)
Total	(tr) - 1

t: Número de tratamientos o combinaciones (6); r: Número de matas (5)

Prueba de significancia

Para determinar la comparación entre las variables de la calidad morfológicas y las diferentes edades de los plantones se realizaron la prueba de comparación de medias de Tukey a un nivel de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de *Dendrocalamus asper* sobre el enraizamiento

4.1.1. Enraizamiento de los esquejes

El enraizamiento en los esquejes correspondientes a la clase diamétrica grande y verde, grande y maduro registraron promedios de 40%, siendo muy homogéneos dichos resultados, pero no superó a las demás combinaciones (Tabla 7 y Figura 14).

Tabla 7. Enraizamiento del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (%)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	34,0	13,42	5	39,46
	Maduro	36,0	8,94	5	24,85
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	34,0	8,94	5	26,31
	Maduro	34,0	8,94	5	26,31
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	40,0	0,00	5	0,00
	Maduro	40,0	0,00	5	0,00

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación

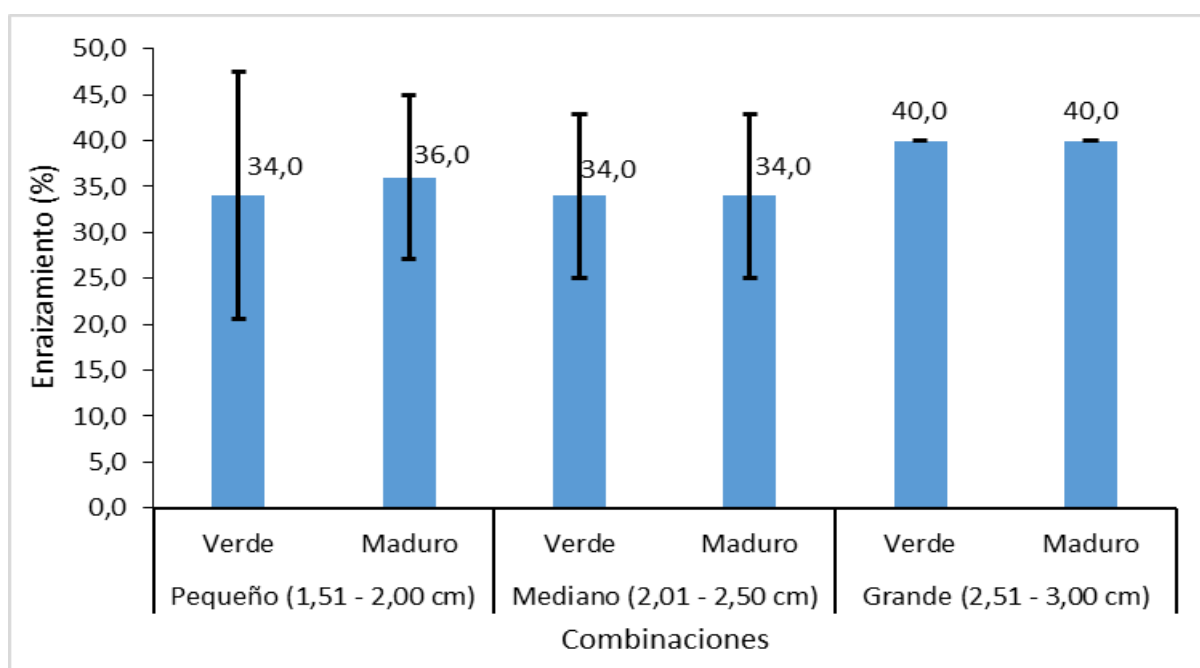


Figura 14. Enraizamiento del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Del análisis de la varianza se determina que el uso de los diferentes tamaños de esquejes de *Dendrocalamus asper* no repercutió de manera significativa sobre el porcentaje de esquejes enraizados; en caso del estado de madurez de las cañas utilizadas tampoco se observa diferencias estadísticas significativas respecto a la variable en mención. En caso de la interacción entre los niveles de cada factor considerados en el estudio, no se demostró diferencias estadísticas significativas, con el cual se determina que cada factor en estudio se puede utilizar de manera independiente (Tabla 8).

La variabilidad de los datos fue elevado debido a factores que no se pudieron controlar por el investigador (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	206,667	103,333	1,476	0,249 ^{ns}
Estado de madurez	1	3,333	3,333	0,048	0,829 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	6,667	3,333	0,048	0,954 ^{ns}
Error experimental	24	1680,000	70,000		
Total	29	1896,667			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV: 23,03%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

El tamaño de los esquejes correspondientes a su clase diamétrica que fueron utilizados en la propagación de *Dendrocalamus asper* no presentaron efectos estadísticos significativos para el enraizamiento de los mismos, siendo numéricamente superior el enraizamiento en esquejes con diámetros grandes (40,0%), seguido por los esquejes de tamaño mediano con 35,0% y finalmente el de esqueje pequeño (Tabla 9 y Figura 15).

Tabla 9. Efecto la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento.

Tamaño de esqueje	N	Enraizamiento (%)	Subconjunto
Mediano	10	34,00	a
Pequeño	10	35,00	a
Grande	10	40,00	a

N: repeticiones. Letras distintas demuestran significancia estadística.

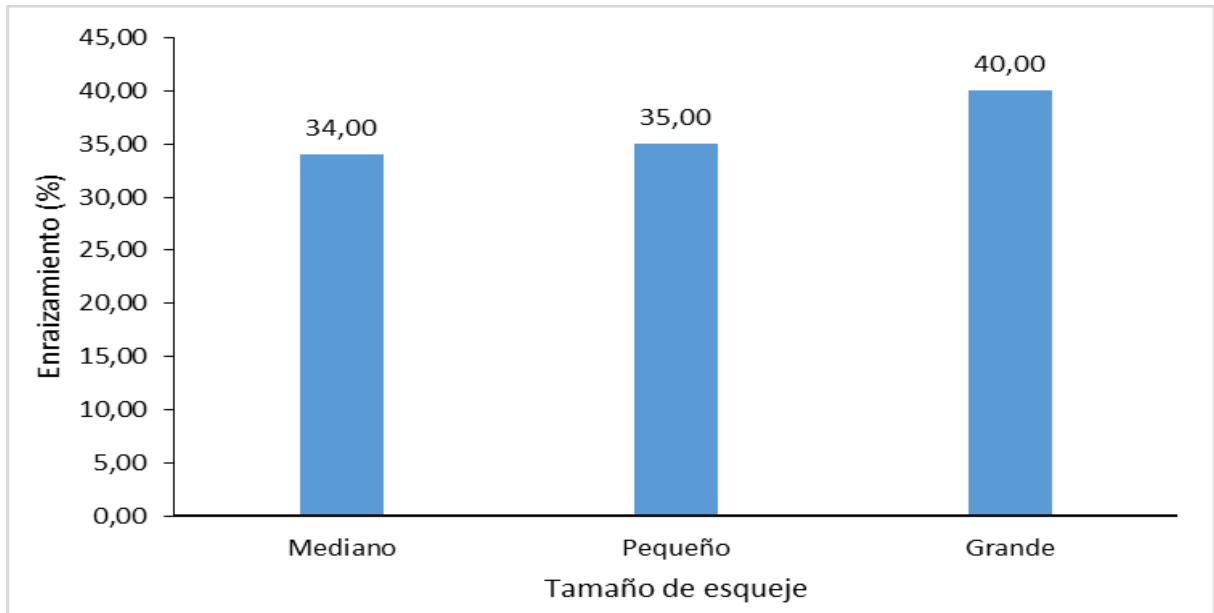


Figura 15. Efecto la clase diamétrica del esqueje sobre el enraizamiento.

4.1.2. Esquejes con brotes, pero sin raíz

La brotación posterior a la siembra y que no presentaban enraizamiento fue superior en la combinación de la clase diamétrica mediano y caña madura con un valor de 56,0%, de manera contraria se registra que en caso de la combinación entre la clase diamétrica pequeño y estado verde se obtuvo el menor promedio. En caso de la variabilidad de los datos, se tiene mayor variabilidad de la cantidad de esquejes que presentaron brotes nuevos y sin enraizamiento se encontraban en la combinación generada por la clase diamétrica grande y el estado de madurez verde de las cañas, mientras que los datos más homogéneos entre las cinco repeticiones se obtuvieron en la combinación de clase diamétrica mediana y el estado de madurez maduro por presentar menor tamaño de las barras de error (Tabla 10 y Figura 16).

Tabla 10. Esquejes con brotes y sin raíz sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (%)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	40,0	14,14	5	35,36
	Maduro	52,0	8,37	5	16,09
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	50,0	17,32	5	34,64
	Maduro	56,0	5,48	5	9,78
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	48,0	16,43	5	34,23
	Maduro	54,0	8,94	5	16,56

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación

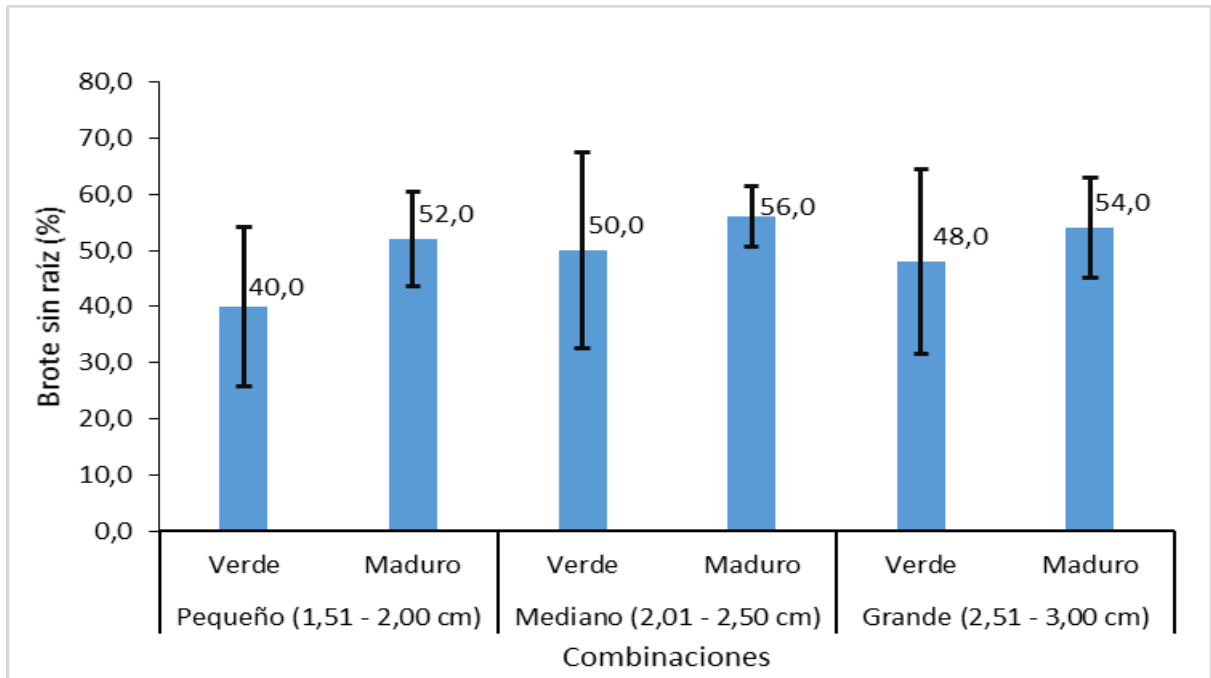


Figura 16. Esquejes con brotes y sin raíz sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Una característica en propagar bambú por medio de esquejes es la presencia de brotes pero con ausencia de enraizamiento que es característico a los primeros días después de la siembra, de ello se presenta que el uso de las clases diamétricas y el estado de madurez de manera independiente no registraron efectos significativos, además, no se reporta interacción entre los niveles de cada factor en estudio. Los datos respecto a la variable en mención fueron muy heterogéneos (Tabla 11).

Tabla 11. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la aparición de brotes sin enraizamiento.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	260,000	130,000	0,821	0,452 ^{ns}
Estado de madurez	1	480,000	480,000	3,032	0,094 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	60,000	30,000	0,189	0,829 ^{ns}
Error experimental	24	3800,000	158,333		
Total	29	4600,000			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 25,17%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En el análisis considerando los valores del promedio se observa que los esquejes donde la clase diamétrica fue mediana alcanzó el mayor valor (53,0% de esquejes con brotes pero sin raíz), siendo seguido con tan solo 51,0% para los esquejes de tamaño grande y el menor promedio se registró al utilizar esquejes de diámetro pequeño por alcanzar un valor de 4,0% de brotes sin raíz (Tabla 12 y Figura 17).

Tabla 12. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la aparición de brotes sin enraizamiento.

Tamaño de esqueje	N	Brote sin raíz (%)	Subconjunto
Mediano	10	53,00	a
Grande	10	51,00	a
Pequeño	10	46,00	a

N: repeticiones. Letras distintas demuestran significancia estadística.

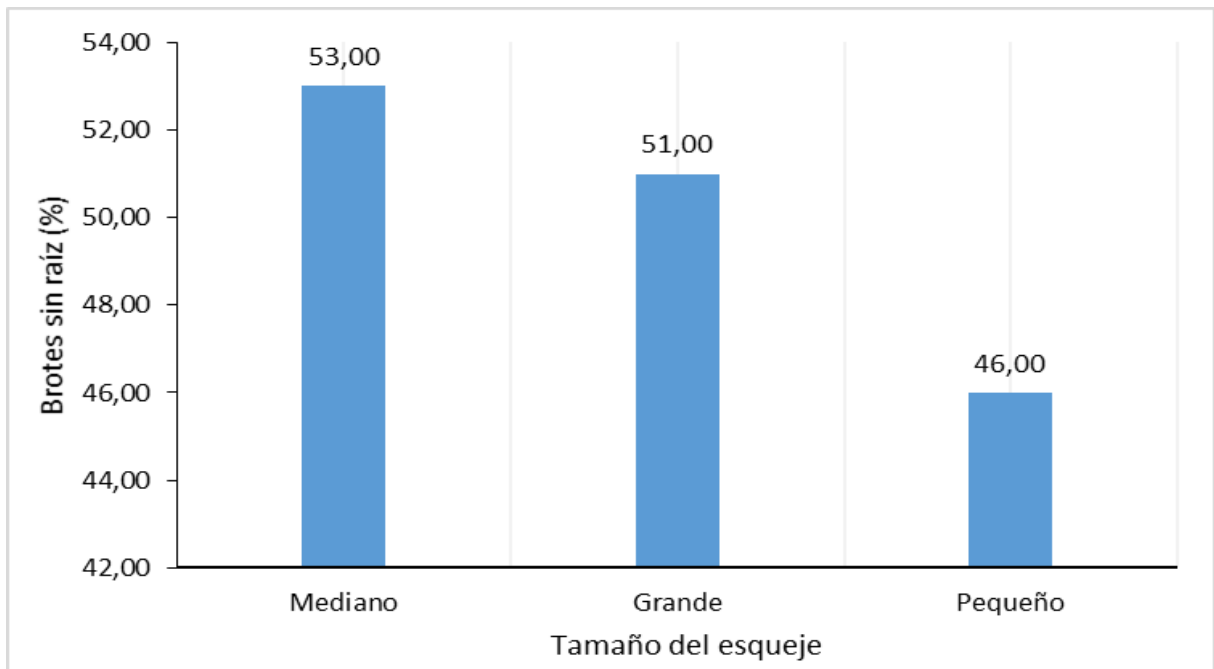


Figura 17. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la aparición de brotes sin enraizamiento.

4.1.3. Relación de los esquejes con brotes y los enraizados

Considerando el criterio descriptivo de las proporciones de los esquejes con brotes y los esquejes con raíces, se observa que más de la mitad de esquejes que presentaron brotes no lograron enraizar, debido a que el mayor promedio fue de 47,11% en la

combinación de utilizar esquejes de clase diamétrica grande y con el estado de madurez verde, mientras que el menor promedio se registró para la combinación entre la clase diamétrica mediana y el estado de madurez maduro con un valor de 37,44% de esquejes con brotes y raíz al mismo tiempo. La mayor variabilidad de los resultados correspondiente a la proporción entre los esquejes con brotes y los que lograron enraizar se registró para los brotes de tamaño pequeño y de estado verde, mientras que en caso de la mayor homogeneidad de resultados se determinó en esquejes de tamaño grande y estado maduro (Tabla 13 y Figura 18).

Tabla 13. Proporción de brotes y enraizamiento sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (%)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	45,33	17,09	5	37,71
	Maduro	40,60	7,88	5	19,41
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	41,56	6,17	5	14,84
	Maduro	37,44	8,31	5	22,20
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	47,11	11,16	5	23,68
	Maduro	42,89	4,42	5	10,30

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación

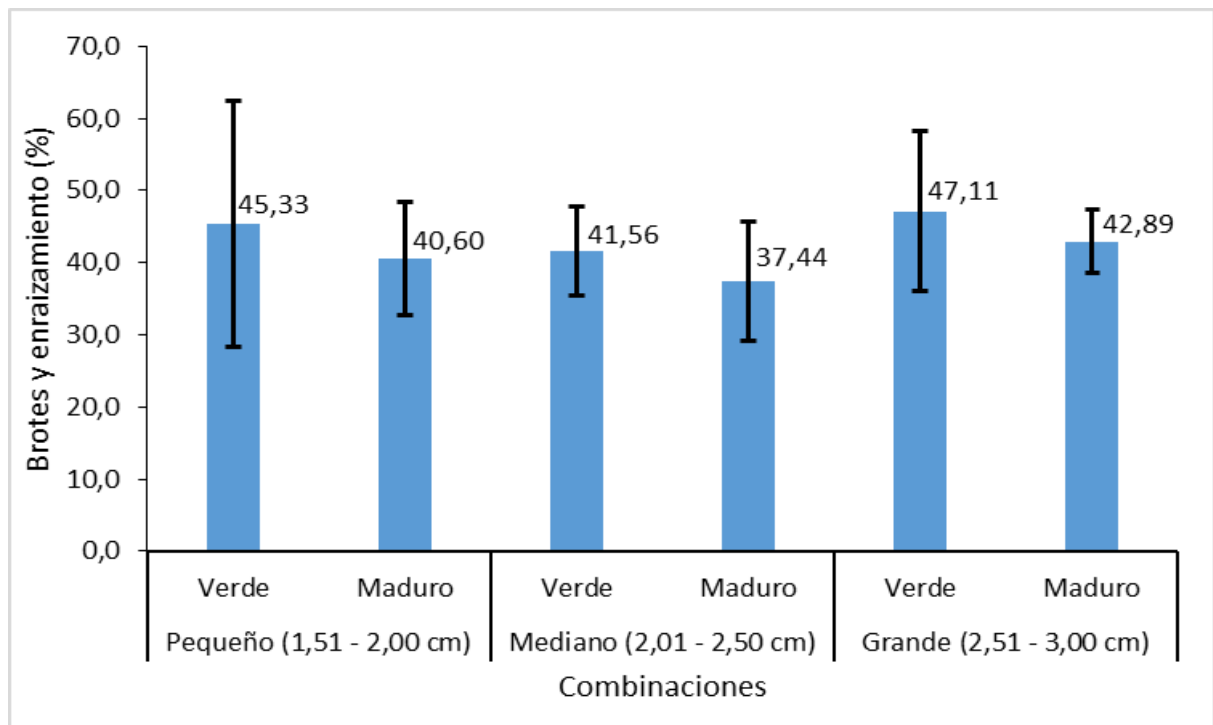


Figura 18. Proporción de brotes y enraizamiento sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Del análisis de la varianza se obtuvo que la proporción entre los esquejes con brotes y los esquejes enraizados no fueron estadísticamente afectados por el uso de esquejes con diferentes clases diamétricas, de la misma manera en caso de utilizar los dos estados de madurez no hubo efectos significativos sobre la proporción mencionada (Tabla 14).

En caso del uso de las combinaciones entre las clases diamétricas con los estados de madurez que presentaban los esquejes no repercutió de manera significativa sobre la proporción alcanzada entre la brotación y el enraizamiento, con el cual se ratifica que los dos factores en estudio se pueden utilizar de manera independiente en la propagación de *Dendrocalamus asper* (Tabla 14).

Tabla 14. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la proporción de brotes y enraizamiento.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	154,689	77,345	0,767	0,476 ^{ns}
Estado de madurez	1	142,212	142,212	1,409	0,247 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	0,545	0,272	0,003	0,997 ^{ns}
Error experimental	24	2421,633	100,901		
Total	29	2719,079			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 23,64%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Debido a la ausencia de diferencias estadísticas, se realizó el análisis numérico en base a los promedios en donde se registra que el uso de esquejes con clase diamétrica grande obtuvieron una mayor proporción de que casi la mitad de los esquejes con brotes presentaban raíz (45,0%) y en caso del tamaño mediano se alcanzó el menor promedio (Tabla 15 y Figura 19).

Tabla 15. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la proporción de brotes y enraizamiento.

Tamaño de esqueje	N	Brotes y enraizamiento (%)	Subconjunto
Pequeño	10	42,97	a
Mediano	10	39,50	a
Grande	10	45,00	a

N: repeticiones. Letras distintas demuestran significancia estadística.

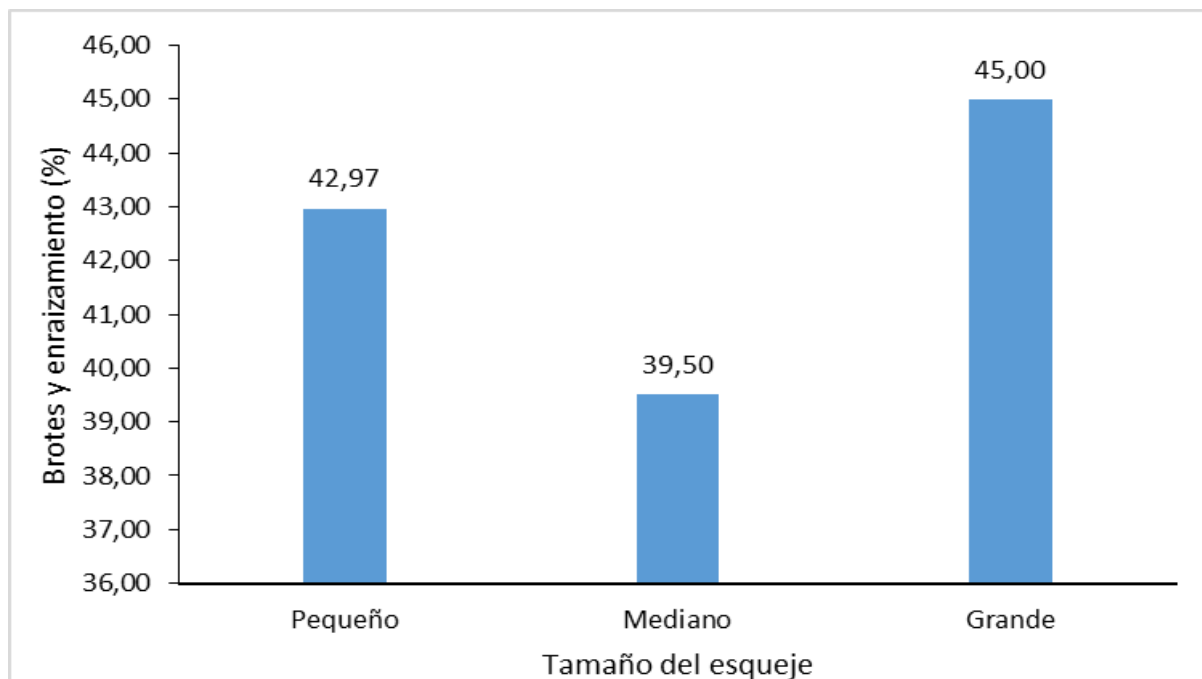


Figura 19. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la proporción de brotes y enraizamiento.

La ventaja de utilizar el invernadero generó que la cantidad de brotes de *Dendrocalamus asper* que presentaron enraizamiento fue estadísticamente similar entre las combinaciones en estudio, esto debido a que la humedad del medio fue elevado, estas características son concordantes por lo expresado por Trillo (2006), al señalar que, el éxito de propagar por medio de rizoma y parte del tallo depende en parte de la vitalidad del rizoma utilizado y de la época del año en que se siembre, si los rizomas se toman de plantas jóvenes y saludables y se siembran simultáneamente con la iniciación de las lluvias.

Se llegó a un enraizamiento de los esquejes del 40% considerando el uso de esquejes gruesos sean estos verdes o maduros, para autores como Trillo (2006), utilizar segmentos de ramas comúnmente se aplica en la siembra de *Dendrocalamus asper*, especie que se caracteriza por sus raíces aéreas en la base de las ramas laterales. Las ramas más gruesas tienen mayor capacidad para enraizar que las más delgadas. La eficiencia del enraizamiento varía en cada especie y depende del tamaño del culmo y del grosor de la pared.

A pesar de la carencia de significancia estadística, numéricamente se observa ligera superioridad del promedio presentaron los esquejes verdes respecto a las maduras (Figura 9), esto comparte en cierta medida lo detallado por Majada et al. (2011) que a pesar de publicar reportes para especies forestales, recalca que en el caso de realizar la propagación vía asexual empleando estacas, se tiene que tener presente que, las estacas más jóvenes son las más adecuadas en comparación a las estacas más antiguas ya que en estas

últimas se registró menor cantidad de raíces adventicias emergidas; este comportamiento es atribuido de acuerdo a Hartmann et al. (2011) por cada la parte del tallo que es más joven poseen mayor cantidad de compuestos fenólicos que poseen la función de ser cofactor para que una estaca inicie a formar nuevas raíces.

4.2. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de *Dendrocalamus asper* sobre la calidad de plantones

4.2.1. Tiempo de aparición de brotes en los esquejes

El menor tiempo promedio transcurrido desde la siembra hasta la aparición de los brotes fue de 11,98 días en los esquejes que presentaban las dimensiones diamétricas más grandes y el estado de madurez fue catalogado como verde, de manera contraria, se ha requerido mayor tiempo para la aparición de brotes en los esquejes que representaban a la clase diamétrica pequeño y el estado de madurez considerado como verde por obtener un valor de 15,29 días posteriores a la siembra (Tabla 16 y Figura 20).

En caso de la variabilidad de los resultados considerando las cinco repeticiones o matas de *Dendrocalamus asper*, se observa que los valores más heterogéneos (coeficiente de variación del 32,46% y mayor dimensión de las barras de error) se encontró en los esquejes de clase diamétrica pequeño y estado de madurez considerado como verde, mientras que contrariamente se registraron datos más homogéneos en esquejes de clase diamétrica grande y el estado de madurez categorizado como maduro con valores de 18,83% en caso de los esquejes pequeños, 15,48% al utilizar en esquejes medianos y 13,77% cuando se emplean esquejes con diámetros mayores que se traducen en diagramas con menores dimensiones de las barras de error (Tabla 16 y Figura 20).

Tabla 16. Tiempo de aparición de brotes considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (día)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	15,29	4,96	5	32,46
	Maduro	14,61	2,75	5	18,83
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	14,45	3,09	5	21,41
	Maduro	13,55	2,10	5	15,48
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	11,98	1,91	5	15,95
	Maduro	12,35	1,70	5	13,77

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación

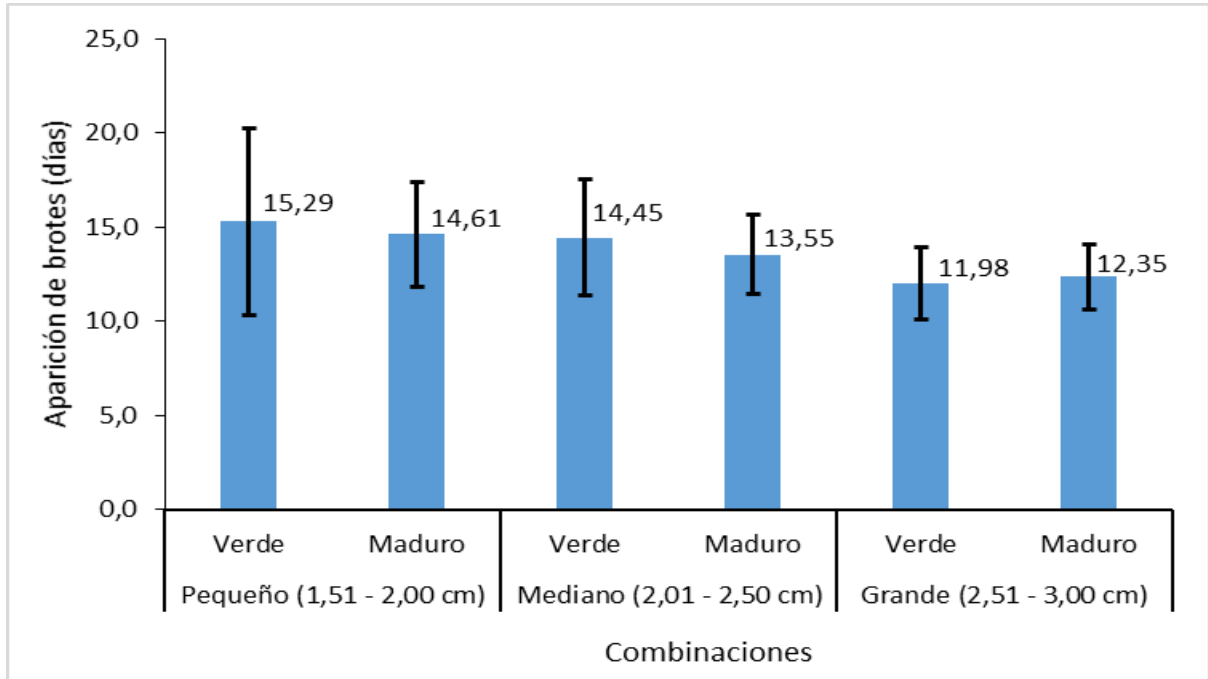


Figura 20. Tiempo de aparición de brotes considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

El uso de manera independiente de esquejes con diferentes clases diamétricas no repercutió de manera significativa en el inicio de la aparición de brotes, con el cual se obtuvo que el inicio de la aparición de brotes es igual al utilizar diferentes dimensiones de esquejes, de manera similar no se encontró efectos significativos al utilizar esquejes con diferentes estados de madurez. Para el caso de la interacción entre los niveles de cada factor en estudio, no se logró demostrar interacción estadística significativa para la variable en mención debido a que el p-valor fue superior al 0,05 que requiere el nivel de significancia con el cual se determina que cada factor funciona de manera independiente en la producción de plántulas de *Dendrocalamus asper* (Tabla 17).

Tabla 17. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el inicio de brotación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	40,058	20,029	2,281	0,124 ^{ns}
Estado de madurez	1	1,229	1,229	0,140	0,712 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	2,310	1,155	0,132	0,877 ^{ns}
Error experimental	24	210,778	8,782		
Total	29	254,374			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 21,63%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

En caso del análisis numérico entre las clases diamétricas, se muestra que cuando se utilizan esquejes con diámetro grandes se observaron brotes que aparecieron a los 12,6 días después de sembrado, mientras que en caso de utilizar esquejes grandes la aparición ocurre a los 14,95 días después de la siembra (Tabla 18 y Figura 21).

Tabla 18. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el inicio de brotación.

Tamaño de esqueje	N	Aparición de brotes (días)	Subconjunto
Pequeño	10	14,95	a
Mediano	10	14,00	a
Grande	10	12,16	a

N: repeticiones. Letras distintas demuestran significancia estadística.

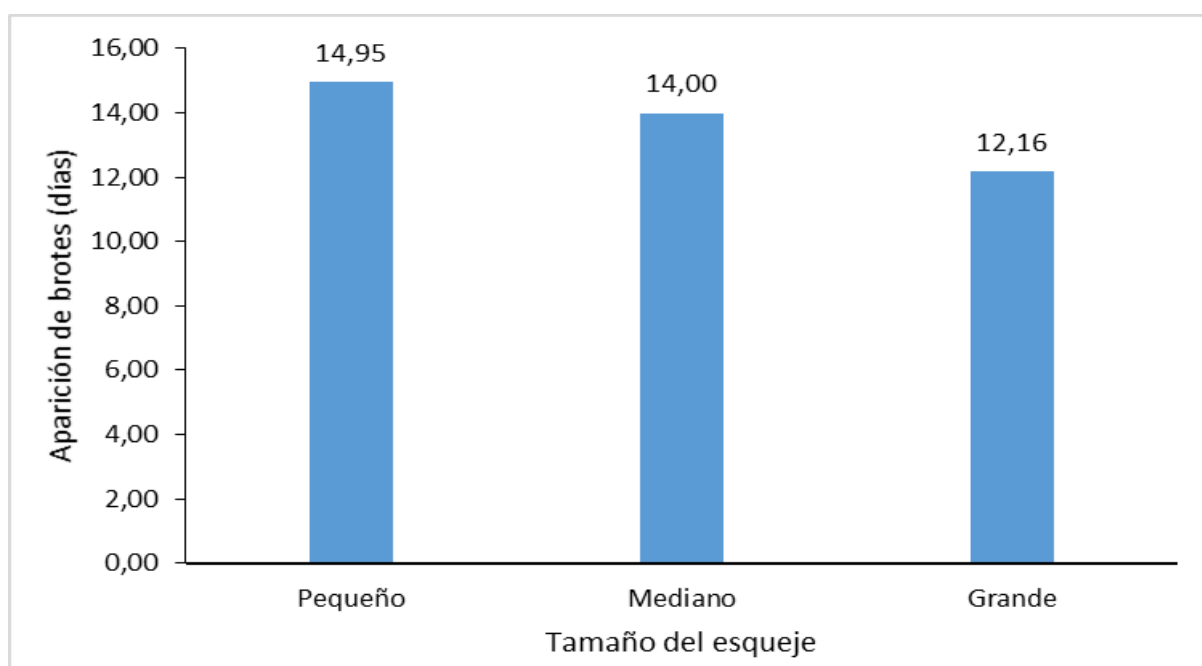


Figura 21. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el inicio de brotación.

4.2.2. Esquejes con brotes iniciales

El uso de las combinaciones correspondientes a la clase diamétrica grande y al estado de madurez maduro reportó el mayor promedio respecto a la cantidad de esquejes con brotes con un valor de 94,0%, mientras que en caso del menor valor se registró en los esquejes que provenían de las categorías de la clase diamétrica pequeño y el estado de madurez considerado como verde (74,0%). En caso de la variabilidad entre las repeticiones por cada combinación, se reporta que los esquejes que se obtuvieron con la categoría mediana de la clase diamétrica y con estado de madurez “verde” fueron los que presentaron resultados

muy heterogéneos; en caso de la combinación generada por las categorías mediano de la clase diamétrica y cuando son maduras en la clase de madurez, obtuvieron datos más homogéneos respecto a los esquejes con brotes iniciales (Tabla 19 y Figura 22).

Tabla 19. Brotación de esquejes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (%)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	74,0	19,49	5	26,34
	Maduro	88,0	13,04	5	14,82
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	84,0	25,10	5	29,88
	Maduro	90,0	7,07	5	7,86
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	88,0	16,43	5	18,67
	Maduro	94,0	8,94	5	9,52

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

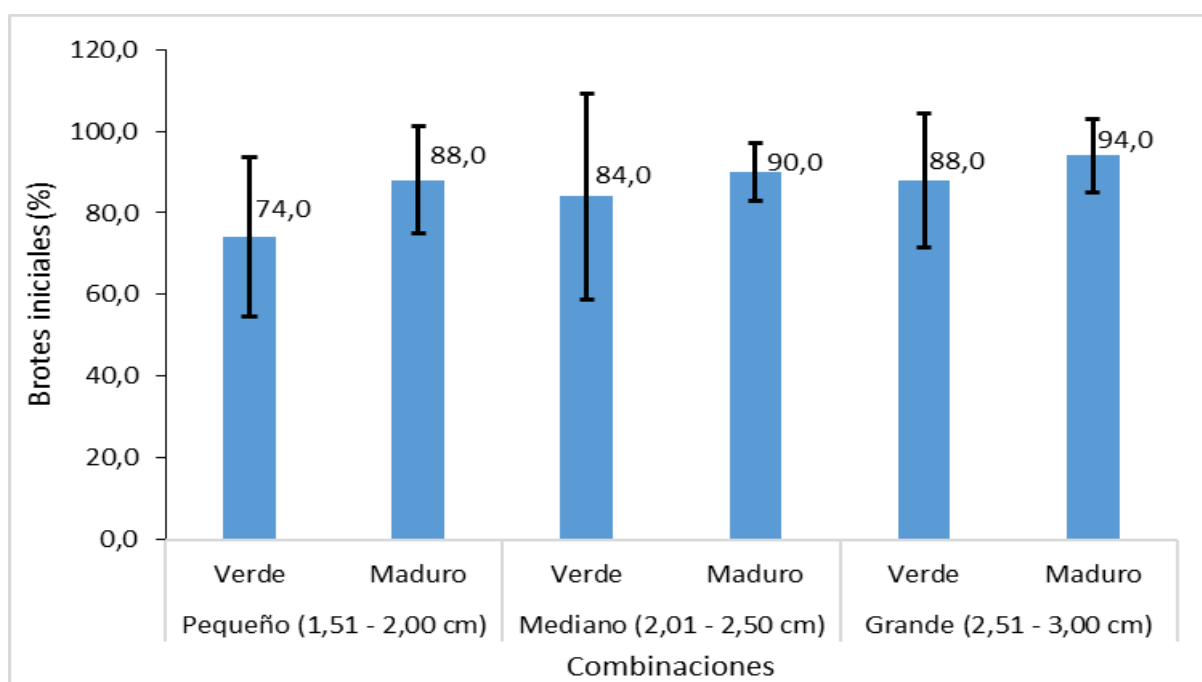


Figura 22. Brotación de esquejes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

El uso de las diferentes categorías de la clase diamétrica de los esquejes de *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer no repercutió de manera significativa sobre el porcentaje de esquejes con brotes iniciales, de manera similar se tiene que al considerar el uso de brotes con diferentes estados de madurez no repercutió de manera significativa sobre la

cantidad de esquejes que sobresalieron con brotes nuevos. En caso de considerar los niveles de cada factor en estudio sobre la producción de plantones de *Dendrocalamus asper*, no se reporta alguna interacción estadística significativa sobre la cantidad de esquejes con brotes iniciales (Tabla 20).

Tabla 20. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre el porcentaje de esquejes con brotes iniciales.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	506,667	253,333	0,962	0,396 ^{ns}
Estado de madurez	1	563,333	563,333	2,139	0,157 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	106,667	53,333	0,203	0,818 ^{ns}
Error experimental	24	6320,000	263,333		
Total	29	7496,667			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 18,80%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Numéricamente, los brotes iniciales fueron favorecidos por el uso de esquejes de *Dendrocalamus asper* con diámetro grande, mientras que el menor promedio se observó en los esquejes con diámetro pequeño; siendo atribuida a la ausencia de los efectos la elevada variabilidad de los resultados obtenidos en las 10 repeticiones establecidas en el experimento (Tabla 21 y Figura 23). Este reporte en cierta medida contradice lo publicado por Ho et al. (1989) debido a que, supuestamente los esquejes más grandes deberían presentar mejores comportamientos, tal es el caso de la fitomasa como lo considera Aloni (1987) al recalcar que los esquejes grandes se caracterizan por acumular más solutos y esto garantizaría mejores comportamientos durante la propagación asexual de las diversas especies vegetales.

Tabla 21. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el porcentaje de esquejes con brotes iniciales.

Tamaño de esqueje	N	Brotes iniciales (%)	Subconjunto
Pequeño	10	81,00	a
Mediano	10	87,00	a
Grande	10	91,00	a

N: repeticiones. Letras distintas demuestran significancia estadística.

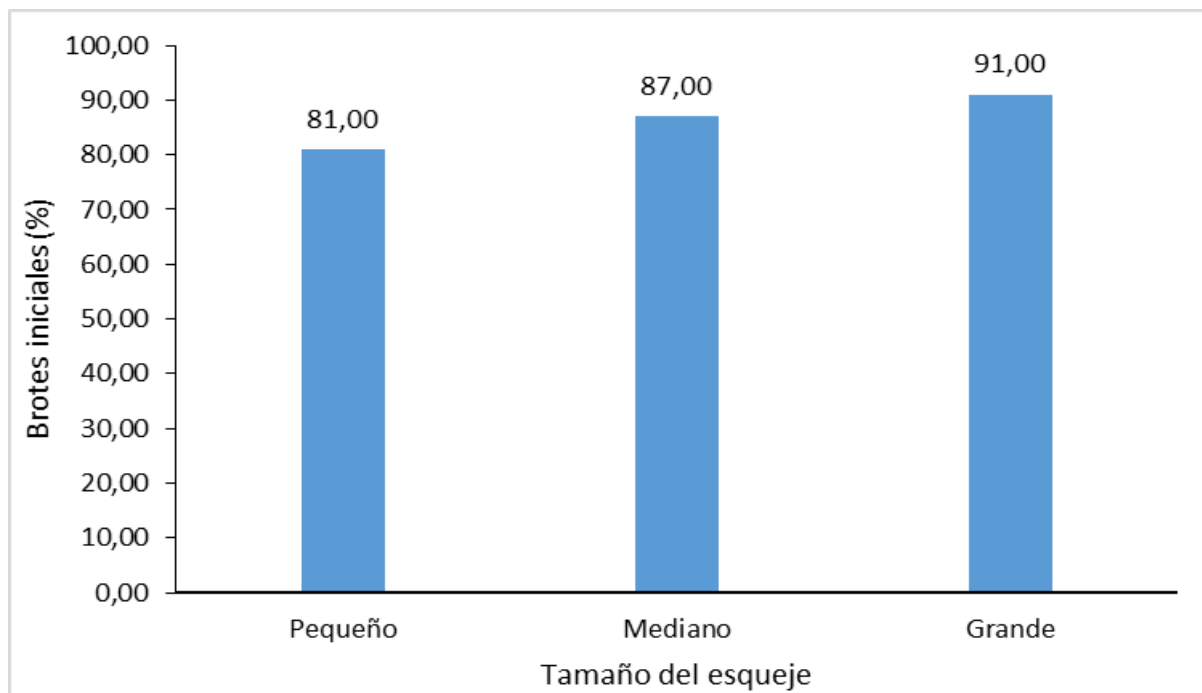


Figura 23. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre el porcentaje de esquejes con brotes iniciales.

Hubo ausencia de efectos por el tamaño del esqueje en estudio, esto contradice a los reportes de Muñoz et al. (2011) en donde observaron que es ventajoso el uso de estacas grandes en comparación a las estacas pequeñas, además, Latsague et al. (2010) recomiendan que solamente las dimensiones de las estacas no es un factor que garantiza la propagación de una especie vegetal por método asexual, a ello se le suman factores como la época del año y el nivel de hormonas que contiene dicha parte de la planta.

4.2.3. Cantidad de brotes por esqueje

La cantidad de brotes que se encontraba en cada esqueje sometidas a los diferentes combinaciones, se observa que la mayor cantidad media de brotes se reporta para los esquejes que provenían de la categoría correspondiente a la clase diamétrica grande y al estado de madurez denominada maduro con un valor de 5.25 brotes por esqueje, de manera contraria, la combinación generada por los esquejes de clase diamétrica pequeña y el estado de madurez verde registraron un valor de 3,50 brotes por cada esqueje sembrado (Tabla 22 y Figura 24).

La variabilidad de los datos considerando los esquejes que procedieron de las cinco matas, se obtuvo que fueron más heterogéneos los resultados correspondiente a los esquejes de tamaño pequeño y del estado de madures considerado como maduro; de manera contraria se obtuvieron los resultados en los esquejes verdes (Tabla 22 y Figura 24).

Tabla 22. Cantidad de brotes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (brote)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	3,50	0,95	5	27,20
	Maduro	3,65	2,33	5	63,81
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	4,45	1,44	5	32,37
	Maduro	4,50	1,93	5	42,85
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	5,00	1,43	5	28,50
	Maduro	5,25	1,70	5	32,30

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación.

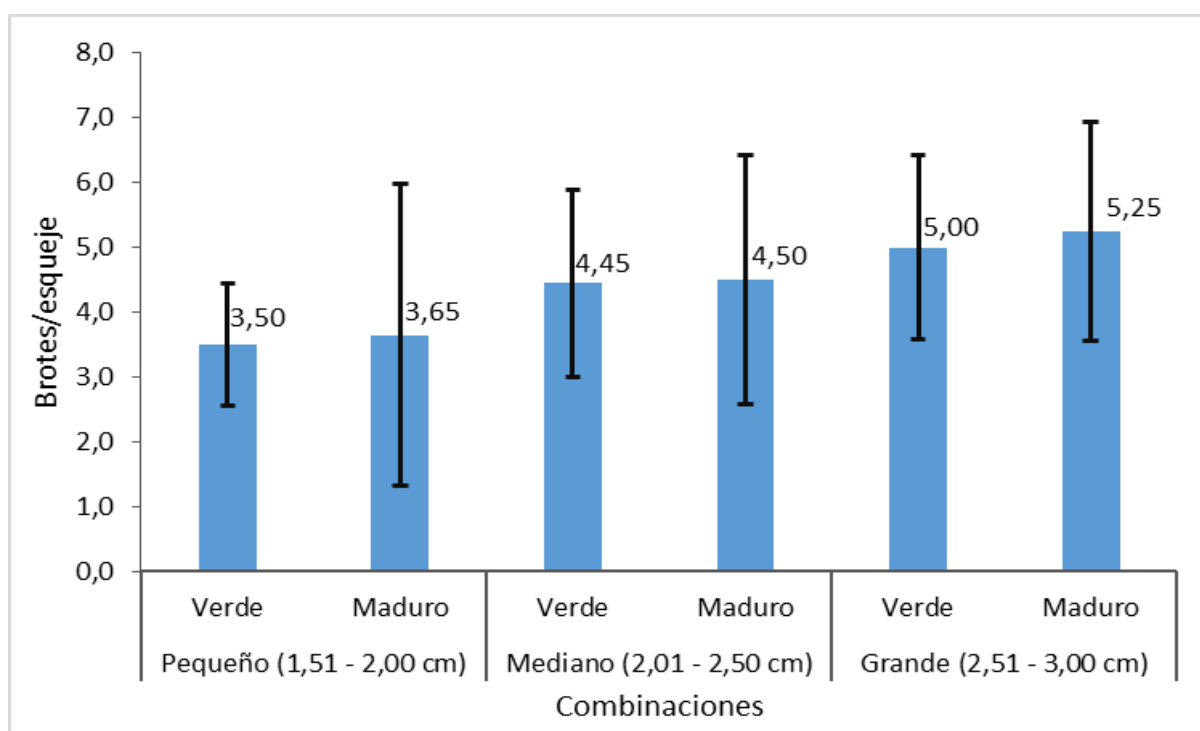


Figura 24. Cantidad de brotes del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

La aparición de brotes registró promedios desde los 12,35 días después de haberlos sembrado y en algunos casos se observó el 100% de esquejes con brotes nuevos, esto es muy similar al método de propagación por rizoma y parte del tallo en donde Mercedes (2006) manifiesta que, es la forma más segura y efectiva; su eficiencia en términos de supervivencia casi siempre es del 100%, los rizomas se obtienen de 1 a 2 años de edad luego de la siembra; los brotes a partir de cortes de rizomas aparecen a los 30 y 35 días de haberlos sembrado, lo cual es superior al tiempo encontrado en la tesis.

En el experimento se determinó que no hubo presencia de diferencias estadísticas significativas sobre la cantidad de brotes al utilizar esquejes con varias clases diamétricas; para el caso de utilizar dos estados de madurez de las cañas, éstos no repercutieron de manera significativa sobre la cantidad de brotes presentes en los esquejes (Tabla 23).

La combinación entre los niveles de la clase diamétrica y los niveles del estado de madurez de las cañas de *Dendrocalamus asper* no registró interacción estadística significativa debido a que el p-valor obtenido fue 0,991, superando al nivel de significancia concerniente a 0,05 con el cual se entiende que los dos factores en estudio pueden funcionar de manera independiente en la propagación de esta especie (Tabla 23).

Tabla 23. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de brotes.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	12,117	6,058	2,134	0,140 ^{ns}
Estado de madurez	1	0,169	0,169	0,059	0,809 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	0,050	0,025	0,009	0,991 ^{ns}
Error experimental	24	68,125	2,839		
Total	29	80,460			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 38,36%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

Numéricamente, en la propagación de *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) Backer utilizando diferentes tamaños diametrales de los esquejes se muestra que mayor cantidad de brotes por esqueje se observa en el tamaño grande, siendo seguido por los esquejes de tamaño mediano y finalmente el de tamaño pequeño (Tabla 24 y Figura 25).

Tabla 24. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de brotes.

Tamaño de esqueje	N	Brotes/esqueje	Subconjunto
Pequeño	10	3,58	a
Mediano	10	4,48	a
Grande	10	5,13	a

N: repeticiones. Letras distintas demuestran significancia estadística.

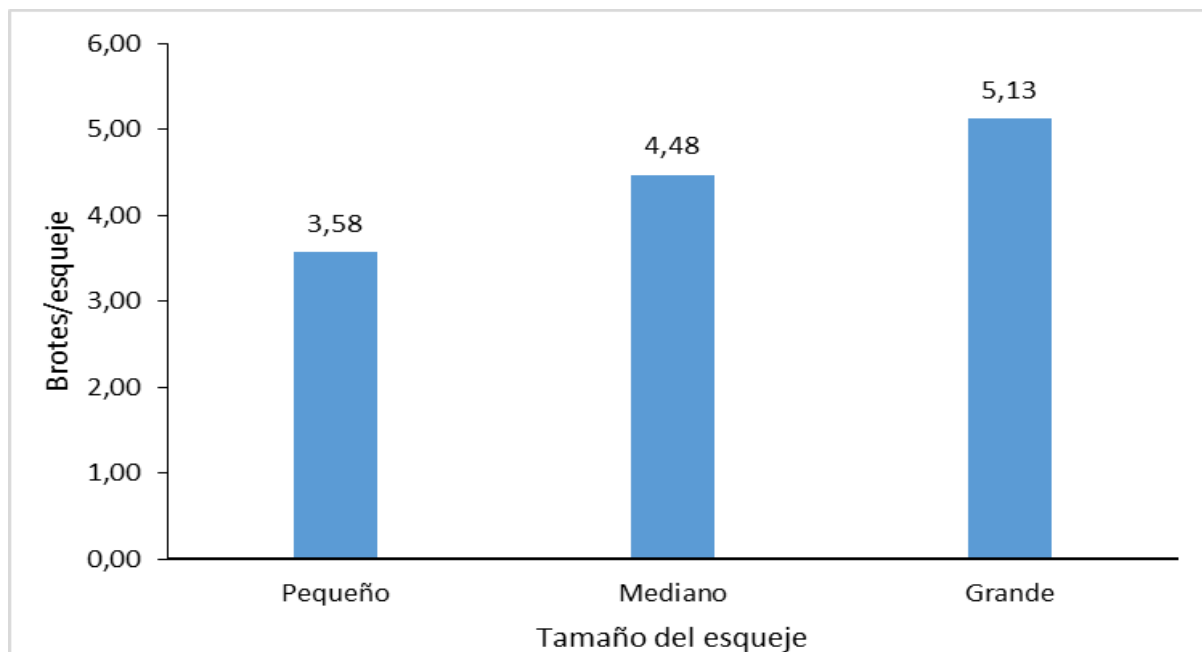


Figura 25. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de brotes.

4.2.4. Altura total de los brotes

Las alturas máximas alcanzadas por los brotes nuevos de cada esqueje registraron promedios de 97,75 cm representando el mayor valor en la combinación entre la categoría grande de las clases diamétricas y la categoría verde del estado de madurez, de manera contraria, se obtuvo un promedio de 63,05 cm en los plantones que pertenecieron a la categoría pequeño de las clases diamétricas y presentaban un estado de madurez maduro para las cañas cosechadas. Con respecto a la variabilidad, de los datos obtuvieron resultados heterogéneos al utilizar esquejes que provenían de una clase diamétrica pequeña y con estado de madurez considerada como madura, mientras que resultados homogéneos se mostró en la combinación de categoría pequeña y estado verde (Tabla 25 y Figura 26).

Tabla 25. Altura total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (cm)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	65,78	14,54	5	22,10
	Maduro	63,05	28,99	5	45,97
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	77,55	17,83	5	22,99
	Maduro	73,52	15,00	5	20,40
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	97,75	19,72	5	20,18
	Maduro	79,00	14,53	5	18,39

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación

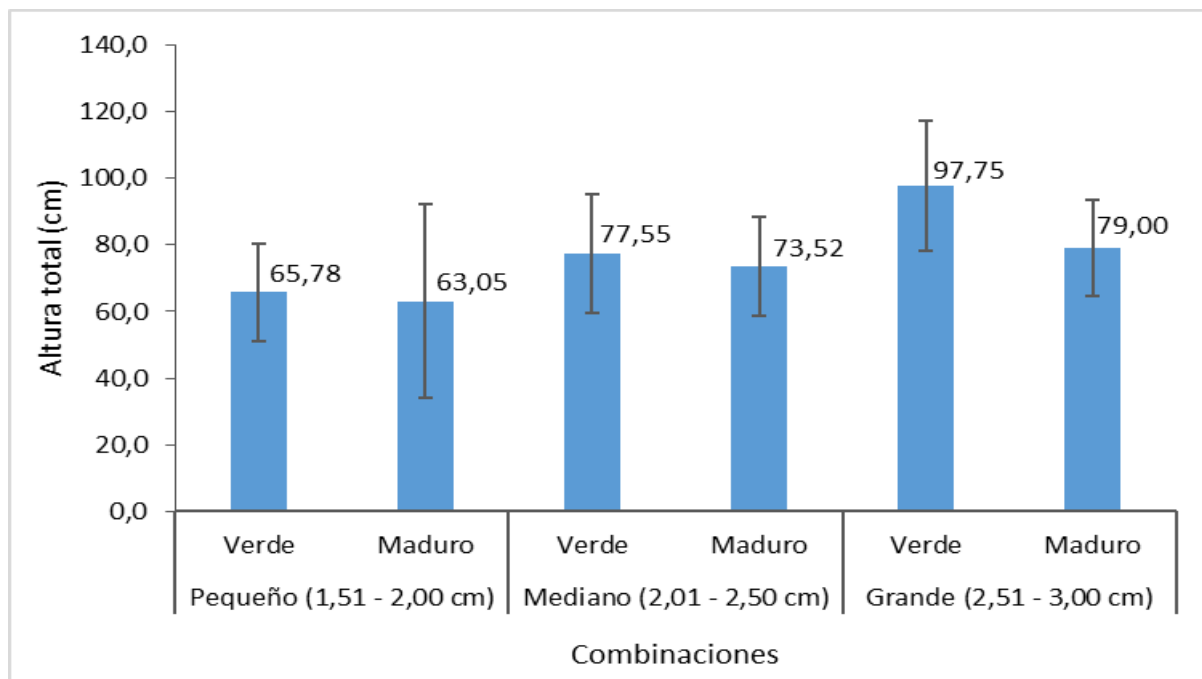


Figura 26. Altura total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Se reporta que en caso de la altura total de los brotes nuevos fue superior al proceder de los esquejes de tamaño grande en comparación a los esquejes de tamaño pequeño, esto puede atribuirse a que los de tamaño grande acumularon mayor cantidad de savia, ya que Londoño (2002) señala que en caso de la humedad que contiene las cañas de bambú considerando el sentido de distribución vertical la cantidad de fibra incrementa desde la base hacia la punta mientras que la cantidad de tejido de parenquima decrece, ya que los esquejes de mayor tamaño siempre se encontraban por debajo de los esquejes pequeños. Además, dicho autor, señala que los vasos son pequeños en la periferia de la pared del culmo e incrementan de tamaño hacia la parte central e interna, siendo entre el 5% al 10% la proporción del tejido conductivo.

En el análisis de la varianza (ANVA) se observa que realizar la producción de plántones utilizando diferentes categorías de clases diamétricas en los esquejes del bambú *Dendrocalamus asper* se obtienen efectos significativos sobre la variable altura total de los brotes, mientras que al emplear los dos niveles correspondientes a los estados de madurez de las cañas no se reportaron diferencias estadísticas significativas sobre la variable mencionada. En los diferentes niveles de cada factor en estudio no se encontró interacción estadística significativa sobre la altura total de los brotes del bambú *Dendrocalamus asper* (Tabla 26).

Tabla 26. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la altura total de los brotes.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	2874,968	1437,484	3,930	0,033*
Estado de madurez	1	542,584	542,584	1,484	0,235 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	395,670	197,835	0,541	0,589 ^{ns}
Error experimental	24	8777,433	365,726		
Total	29	12590,655			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 25,13%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas. *: Existe significancia estadística.

La altura total de los plantones de *Dendrocalamus asper* fue superior al utilizar esquejes con clases diamétricas catalogadas como grandes y el menor valor se observó en la categoría de la clase pequeña con una media de 64,42 cm (Tabla 27 y Figura 27).

Tabla 27. Prueba Tukey para el efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la altura total de los brotes.

Mérito	Clase diamétrica	N	Altura total (cm)	Subconjunto
1	Grande	10	88,38	a
2	Mediano	10	75,53	ab
3	Pequeño	10	64,42	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0,05$).

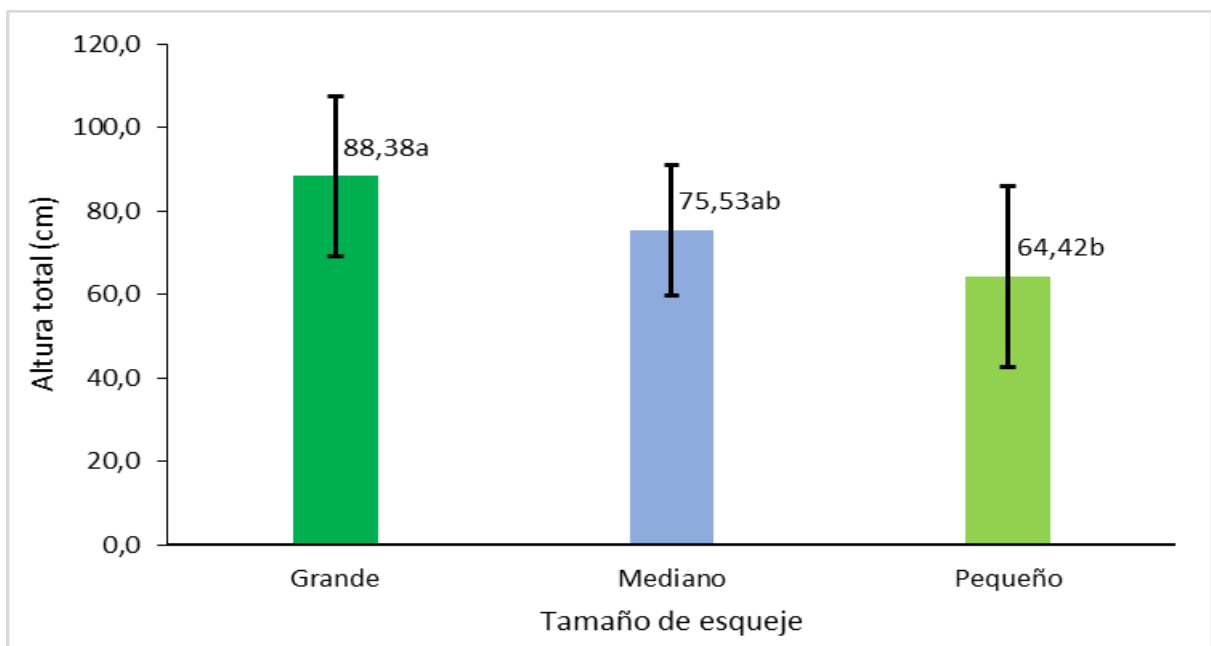


Figura 27. Efecto principal de la clase diamétrica del esqueje sobre la altura total del brote.

Las alturas totales de los nuevos brotes fueron superiores respecto a los individuos procedentes de esquejes de menores dimensiones, este resultado es concordante al reporte de Álvarez-Herrera (2007) y Álvarez (2003) en donde resaltan que, al ser los esquejes grandes se garantiza que contenga mayor cantidad de hormonas como las auxinas las cuales son muy favorables para garantizar la propagación, debido a que esta hormona se caracteriza por jugar un rol cardinal en la coordinación de varios procesos relacionados al crecimiento y también al comportamiento durante los ciclos de vida de los vegetales, además, se caracterizan por ser muy esencial para que se desarrolle el cuerpo del vegetal. Para Bandurski et al. (1993), en esquejes más grandes se va apreciar mayor división de sus células en comparación a los esquejes pequeños.

4.2.5. Biomasa de los brotes

En el comportamiento de los promedios se muestra un incremento directamente proporcional mientras se incrementa la categoría de las clases diamétricas, siendo inferior la biomasa total encontrada en los brotes que correspondían a la categoría pequeña de la clase diamétrica combinada con el estado de madurez considerada como verde por alcanzar una media de 10,80 g, mientras que los brotes que presentaron los esquejes de tamaño grande y categorizada como maduro registró mayor promedio de la biomasa con un valor de 26,40 g (Tabla 28 y Figura 28).

Considerando el comportamiento de la dispersión de los datos, se reporta que mayor variabilidad entre repeticiones se registró en los brotes provenientes de tamaño pequeño y el estado de madurez considerada como maduro, de manera contraria se registró valores muy homogéneos en brotes de esquejes pequeños y maduros (Tabla 28 y Figura 28).

Tabla 28. Biomasa total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media (g)	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	10,80	4,82	5	44,60
	Maduro	14,20	6,53	5	46,02
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	16,60	5,59	5	33,70
	Maduro	16,40	4,04	5	24,62
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	21,00	3,87	5	18,44
	Maduro	26,40	3,65	5	13,81

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación

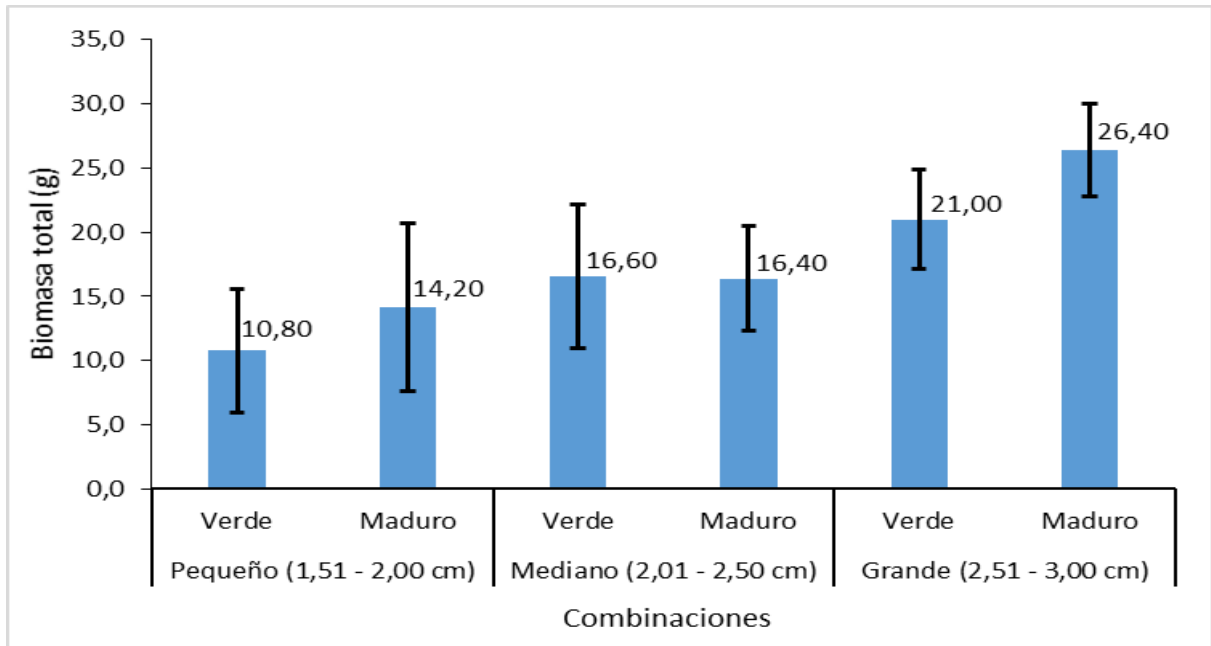


Figura 28. Biomasa total del bambú sembrado considerando el estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje.

En el análisis de la varianza respecto a la biomasa de los brotes de *Dendrocalamus asper*, se tiene que el uso de esquejes con diferentes categorías de clases diamétricas presentó efectos significativos; en caso de utilizar de manera independiente el estado de madurez de las cañas donde se extrajo los esquejes, no se encontró diferencias estadísticas significativas. En el análisis de los niveles de cada factor en estudio, no se reportó interacción estadística sobre la biomasa de los brotes nuevos de *Dendrocalamus asper* producidos en cámara de subirrigación, con el cual se indica que cada uno de los factores estudiados puede utilizarse de manera independiente en la producción de plantones de la especie en mención (Tabla 29).

Tabla 29. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la biomasa de los brotes.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	644,267	322,133	13,630	<0,001*
Estado de madurez	1	61,633	61,633	2,608	0,119 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	40,267	20,133	0,852	0,439 ^{ns}
Error experimental	24	567,200	23,633		
Total	29	1313,367			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 27,67%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas. *: Existe significancia estadística.

Al considerar el factor clase diamétrica de los esquejes de *Dendrocalamus asper*, se reporta que mejores efectos estadísticos se presenta al utilizar esquejes de tamaño grande por alcanzar una media de 23,70 g y el menor valor se reportó al utilizar los esquejes de tamaño pequeño donde la media obtenida fue 12,50 g (Tabla 30 y Figura 29).

Tabla 30. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la cantidad de biomasa de los brotes.

Mérito	Clase diamétrica	N	Biomasa (g)	Subconjunto
1	Grande	10	23,70	a
2	Mediano	10	16,50	b
3	Pequeño	10	12,50	b

Letra diferentes demuestran significancia estadística ($p < 0,05$).

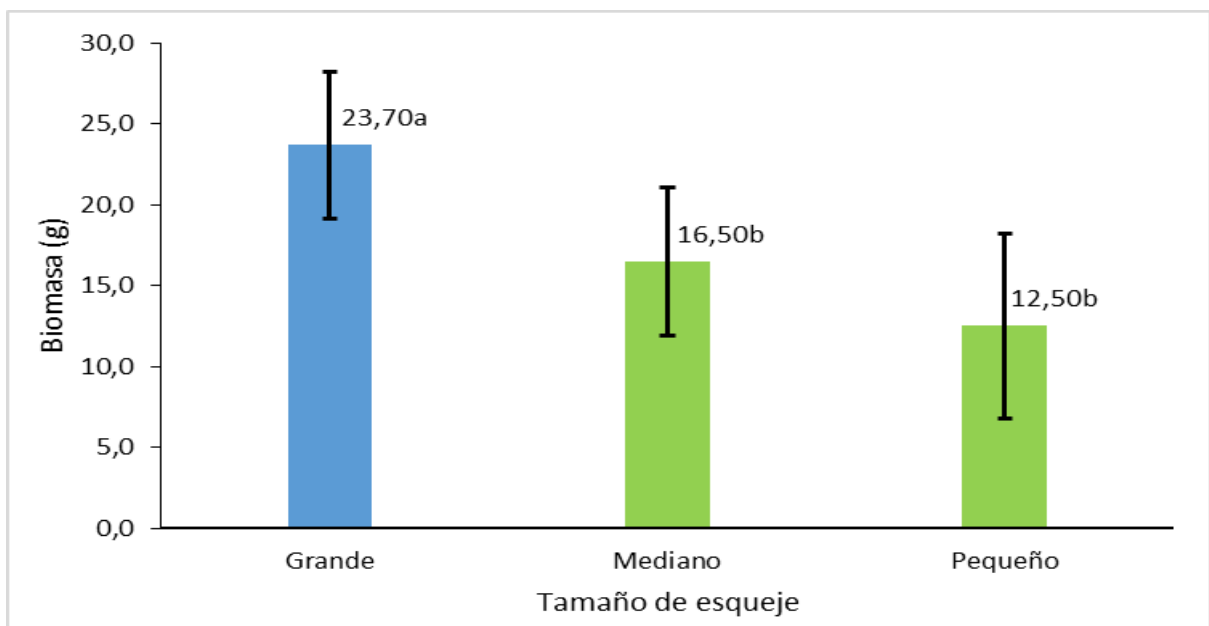


Figura 29. Efecto principal de la clase diamétrica del esqueje sobre la biomasa de los brotes.

4.2.6. Relación biomasa aérea-biomasa radicular (Pa/Rz)

El mayor valor numérico de la relación correspondiente a la parte aérea con la parte contenida en el sistema radicular se observa en la combinación generada por las clase diamétrica denominada grande y el estado de madurez catalogada como maduro; el menor valor promedio se muestra en los brotes que procedían de esquejes categorizadas como pequeñas y el estado de madurez considerada como maduro, en donde la media alcanzada fue de 1,29. La variabilidad de los resultados fue elevada en la combinación constituida por

esquejes de categoría grade y una edad madura, mientras que contrariamente se obtuvo datos muy homogéneos entre repeticiones en la combinación de la categoría mediana y el estado de maduro por presentar barras de error muy pequeñas (Tabla 31 y Figura 30).

Tabla 31. Relación de la biomasa aérea - radicular del bambú sembrado considerando estado de madurez y clase diamétrica del esqueje.

Tamaño de esqueje	Estado de la caña	Media	DE	N	CV (%)
Pequeño (1,51 - 2,00 cm)	Verde	2,13	0,52	5	24,61
	Maduro	1,29	0,44	5	34,16
Mediano (2,01 - 2,50 cm)	Verde	3,42	2,02	5	58,99
	Maduro	1,85	0,32	5	17,56
Grande (2,51 - 3,00 cm)	Verde	2,91	0,53	5	18,23
	Maduro	5,27	5,48	5	103,83

DE: Desviación estándar; N: repeticiones; CV: Coeficiente de variación

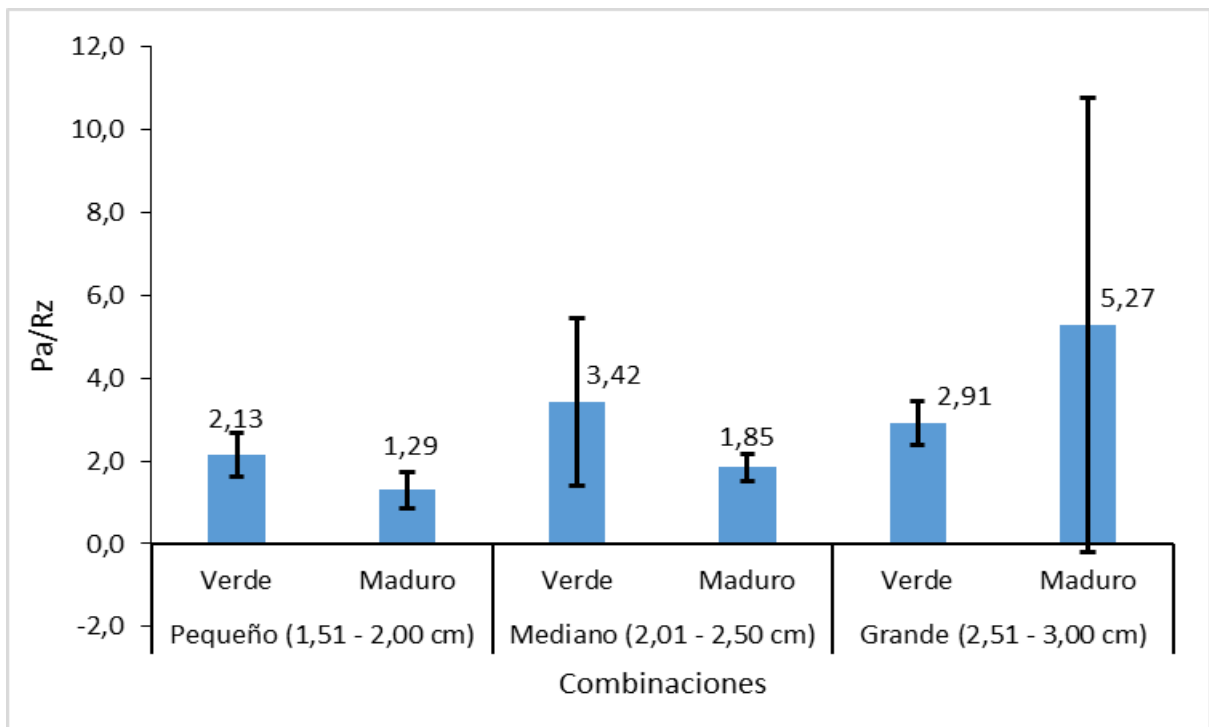


Figura 30. Relación de la biomasa aérea - radicular del bambú sembrado considerando estado de madurez y clase diamétrica del esqueje.

La relación correspondiente entre la cantidad de biomasa registrado para la parte aérea y radicular en los brotes de *Dendrocalamus asper* indica que no hubo efectos estadísticos significativos por el uso de las clases diamétricas de los esquejes; en caso de

utilizar diferentes estados de madurez, no se reporta diferencias significativas sobre la relación en mención. Al considerar los diferentes niveles de cada factor en estudio, el ANVA muestra que no existe interacción estadística para la relación de la proporción obtenida considerando las biomásas de la parte aérea y la parte radicular (Tabla 32).

Tabla 32. Efecto del estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje sobre la relación biomasa aérea-biomasa radicular de los brotes.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Clase diamétrica	2	28,821	14,410	2,477	0,105 ^{ns}
Estado de madurez	1	0,002	0,002	0,0003	0,986 ^{ns}
Clase diamétrica * Madurez	2	21,829	10,915	1,876	0,175 ^{ns}
Error experimental	24	139,620	5,818		
Total	29	190,272			

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; Cuadrado medio; CV = 85,74%. ns: no existe diferencias estadísticas significativas.

El uso de esquejes con diferentes clases diamétricas en la propagación de *Dendrocalamus asper* repercutió en mayor medida al emplearse esquejes grandes donde las plantas presentaban cuatro veces más la biomasa aérea que la radicular (Tabla 33 y Figura 31).

Tabla 33. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la relación biomasa aérea-biomasa radicular de los brotes.

Tamaño de esqueje	N	Pa/Rz	Subconjunto
Pequeño	10	1,71	a
Mediano	10	2,63	a
Grande	10	4,09	a

N: repeticiones. Letras distintas demuestran significancia estadística.

A diferencia de las combinaciones utilizadas en el estudio, no se determinó significancia estadística en los indicadores de calidad en los plántones debido a otros factores como el sustrato utilizado que contenía abundante materia orgánica y estos fueron aplicados a todas las combinaciones del experimento, ya que autores como, Quispe (2009) empleando la misma especie determinó el efecto favorable del humus de lombriz en la

producción de plántones de bambú, siendo el testigo inferior a los tratamientos beneficiados en las variables altura, hojas, brotes y prendimiento.

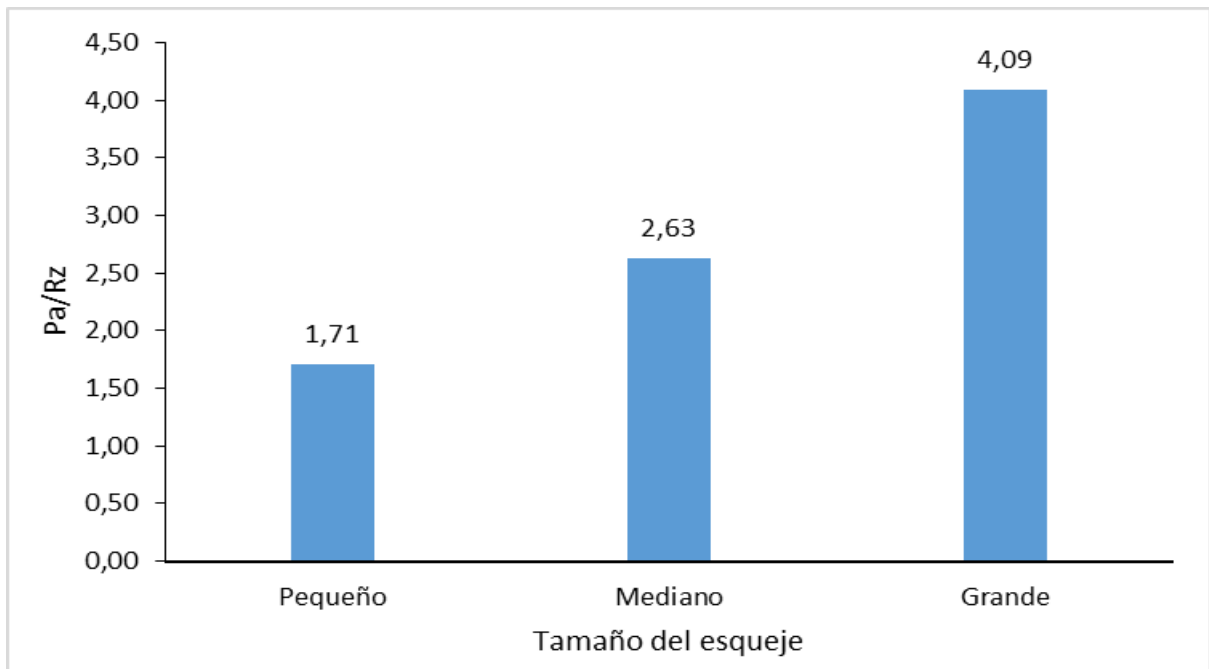


Figura 31. Efecto de la clase diamétrica del esqueje sobre la relación biomasa aérea-biomasa radicular de los brotes.

4.2.7. Sanidad

Todos los brotes no presentaron ataque de plaga alguna hasta que se culminó el experimento; este resultado es acorde a las publicaciones llevadas a cabo por Lárraga et al. (2011), Trillo (2014), Quispe (2009) y Malpartida (2018) que llevaron a cabo acciones con bambúes en la fase de vivero y no indican problemas sanitarios durante la fase de vivero, pero si hacen labores preventivas como la desinfección del sustrato y los esquejes antes de sembrarlos, siendo posiblemente una de las razones por las cuales no encontraron problemas sanitarios.

V. CONCLUSIONES

1. El estado de madurez y la clase diamétrica del esqueje de *Dendrocalamus* no generó efectos estadísticos significativos sobre el enraizamiento, a pesar de ello, los esquejes grandes con edades de verde y maduro enraizaron en un 40,0%, observándose también esquejes que brotaron sin raíces, de los cuales la proporción de enraizamiento no llegó al 50,0%.
2. Menor tiempo promedio transcurrido desde la siembra hasta la aparición de los brotes fue 11,98 días con esquejes grandes y edad verde, mientras que la relación biomasa aérea/biomasa radicular fue mayor en esquejes maduros, pero carecieron de significancia estadística. Los esquejes grandes y maduros presentaron mayor brotación inicial (94,0%) y también fueron superiores en la cantidad de brotes por esqueje (5,25 brotes/esqueje); en caso de la altura y biomasa se reportan diferencias estadísticas al utilizar esquejes grandes.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. En la propagación de *D. asper* se debe utilizar esquejes grandes sin importar la edad de las cañas.
2. Considerar estudios utilizando otras especies de bambúes con la finalidad de generar información técnica y científica sobre la propagación de dichas gramíneas.
3. Para otros estudios de propagación incluir factores que pudieran afectar el enraizamiento como el sustrato y humedad debido a que favorecen en cierta medida la propagación pero carecen de cuantificación de los efectos.
4. Considerar para extraer los esquejes la temporada del año, ya que generalmente en el periodo de estiaje la limitada humedad que se presenta en los suelos por la baja precipitación pudiera perjudicar a la capacidad de generar brotes y enraizamientos en los esquejes.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aloni, R. (1987). Differentiation of vascular tissues. *Annu. Plant Physiol.*, 38, 179-204.
- Álvarez, M. (2003). *Ajuste y validación tecnológica en cultivo de plantas medicinales en Antioquia*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, Colombia.
- Álvarez-Herrera, J. G., Lusardo, S., y Chacón, E. (2007). Efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). *Agronomía Colombiana*, 25(2), 224-230.
- Bandurski, R., Schulze, A., Jensen, P., Desrosiers, M., Epel, B., y Kowalczyk, S. (1993). The mechanism by which an asymmetric distribution of plant growth hormone is attained. *Adv. Space Res.*, 12(1), 203-210.
- Burdett, A. N. (1979). New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. *Canadian Journal of Forest Research*, 9, 63-67.
- Calzada, J. (1983). *Métodos estadísticos para la investigación* (3 ed). Ed. Jurídica S.A.
- Castellanos, J. Z. (2009). *Manual de producción de tomate en invernaderos*. Ed. Intagri.
- Daquita, M., Gregori, A., Cid, M., Lezcano, Y., y Sagarra, F. (2007). Formación de callos e inducción de brotes a partir de tejido intercalar de ramas de plantas adultas de *Guadua angustifolia* Kunth. *Biotecnología Vegetal*, 7(2), 119-122.
- Das, D. K., y Chaturvedi, O. P. (2006). *Bambusa bamboos* (L.) Voss plantation in eastern India: I. Culm recruitment, dry matter dynamics and carbon flux. *J. Bamboo Rattan.*, 5, 47-49.
- Das, M., y Pal, A. (2005). In vitro regeneration of *Bambusa balcooa* Roxb.: Factors affecting changes of morphogenetic competence in the axillary buds. *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, 81, 109-112.
- De León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. Costa Rica: IICA, 1987, c1968. XXX (Colección de libros y Materiales educativos/IICA; N° 84: 445 p.
- Díaz, F. E. (2008). *Pequeño manual de la guadua. Trabajo de investigación*. <https://es.scribd.com/doc/6133069/Pequeno-Manual-de-La-Guadua>
- Embaye, K., Weih, M., Ledin, S., y Christersson, L. (2005). Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for management. *For. Ecol. Manag.*, 204, 159-169.
- Folk, R. S., y Grossnickle, S. C. (1997). Determining field performance potential with the use of limiting environmental conditions. *New Forests*, 13, 121-138.

- Franquis, F., e Infante, A. (2003). Perspectivas del bambú en América Latina y en Venezuela. *For. Lat.*, 33, 1-10.
- 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*, 2(1), 17-22.
- Galloway, G. (1997). *El fomento de plantaciones forestales en América Central*. III Congreso Forestal Centroamericano.
- García, R. Y., Freire, S. M., Fajardo, L., Tejeda, M., y Reyes, M. (2007b). Establecimiento in vitro de yemas axilares de *Bambusa vulgaris* var *Vittata*. *Biotecnología Vegetal*, 7(3), 155-159.
- García, R. Y., Freire, S. M., Tejeda, M., y Reyes, M. (2007a). Germinación in vitro de semillas de *Dendrocalamus strictus* (Rosb.) Nees. *Biotecnología Vegetal*, 7(1), 41-44.
- Godbole, S., Sood, A., Thakur, R., Sharma, M., y Ahuja, P. S. (2002). Somatic embryogenesis and its conversion into plantlets in a multiplurpose bamboo. *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro. *Current science*, 83(7), 885-889.
- Gonzales, W. J. R. (2011). *Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (Inga edulis C. Martius) y pino chuncho (Schizolobium parahyba (Velloso) Blake var. Amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby) asociados con especies del género heliconia* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional agraria de la Selva].
- González, P. G. (2007). *Características y usos del bambú*. Acción Agraria.
- Gutiérrez, J. A. (2000). *Structural adequacy of traditional bamboo housing in Latin America*. Technical Report N° 19. International Network for Bamboo and Rattan, Beijing.
- Guzman, J. F. (2021). *Variabilidad de las propiedades físicas de Dendrocalamus asper (Schultes f.) Backer en tres estadios de madurez, en Tingo María* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2090>
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., y Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: Principles and Practice* (8 ed). Prentice Hall.
- Ho, L., Grange, R., y Shaw, A. (1989). Source sink regulation. En: Baker, D. y J. Milburn. (eds.). *Transport of photoassimilates*. Longman Scientific and Technical, Harlow, Essex.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (1995). *Mapa ecológico del Perú*. Guía explicativa. Ministerio de Agricultura.
- Instituto Técnico de Capacitación y Productividad [INTECAP]. (1984). *Bambú*. INTECAP.

- Jaquit, N. (2000). *Care of Bamboo*. American Bamboo Society. [www.Kauait.net/bamboowet / whybamboo.html](http://www.Kauait.net/bamboowet/whybamboo.html)
- Kibwage, J. K., Odondo, A. J., y Momanyi, G. M. (2008). Structure and performance of formal retailmarket for bamboo products in Kenya. *Scientific Research and Essay*, 3(6), 229-239.
- Kirunda, K. (2005). *Bamboo Solution to Lake Pollution, a report on the bamboo Project handled by World Agroforestry Centre in Lake Victoria basin, Kenya*.
- Kumar, A., y Sastry, C. B. (1999). INBAR Red internacional del Bambú y el Ratán. Los productos forestales no madereros y la generación de ingresos. *Unasyuva*, 50, 48-53.
- Kumar, B. M., Rajesh, G., y Sudheesh, K. G. (2005). Aboveground biomass production and nutrient uptake of thorny bamboo (*Bambusa bambos* (L.) Voss) in the homegardens of Thrissur, Kerala. *J. Trop. Agric.*, 43(1- 2), 51-56.
- Lárraga, N., Gutiérrez, N., López, H., Pedraza, M. E., Vargas, J., Santos, G., y Santos, U. I. (2011). Propagación vegetativa de tres especies de bambú. Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui. *Ra Ximhai*, 7(2), 205-218.
- Latsague, M., Sáez, P., Hauenstein, E., y Peña-Cortés, F. (2010). Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la región de La Araucanía, Chile. *Bosque*, 31(3), 247-251.
- Liese, W. (1999). Bamboo: Past-Present Future. *American Bamboo Society Newsletter*, 20(1), 1-7.
- Londoño, P. (2002). *Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo* [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Colombia]. <http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>
- Majada, J., Martínez-Alonso, C., Feito, A., Kidelman, I., Aranda, I., y Alia, R. (2011). Mini-cuttings: an effective technique for the propagation of *Pinus pinaster* Ait. *New Forests*, 41, 399-412.
- Maldonado, M. (2019). *Propagación de Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. F.) Backer ex K. Heyne f. (Bambú) a través de esquejes en tres tipos de abonos orgánicos* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1577>
- Malpartida, C. F. (2018). *Efecto 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].

- Marschner, H. (2002). *Mineral nutrition of higher plants* (2 ed). Editorial Academic Press.
- Mercedes, J. R. (2006). *Cultivo del bambú*. Guía técnica. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana.
- Muñoz, H. J., Orozco, G., García, J., Coria, V. M., Salgado, R., y Santiago, M. R. (2011). Épocas de colecta y tratamientos para enraizamiento de estacas de cirimo *Tilia mexicana* Schlecht. (Tiliaceae). *Cien. For.*, 2(3), 13-24.
- Muñoz, M., y Molina, R. (2016). Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y edad de las estacas en el enraizamiento de *Myrceugenia exsucca*. *Bosque*, 37(3), 637-641.
- Nath, J. N., Das, A. K. (2008). Bamboo resources in the homegardens of Assam: A case study from Barak Valley. *J. Trop. Agric.*, 46, 58-61.
- Oliet, J. A., Planelles, R., López, M., y Artero, F. (1999). Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halepensis*. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. pp. 69-79.
- Porras, E. (1985). *La madera de los pobres*. Agricultura de las Américas. E.U.A.
- Puértolas, J., Gil, L., y Pardos, J. A. (2003). Effects of nutritional status and seedling size on field performance of *Pinus halepensis* planted on former arable land in the Mediterranean basin. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 76(2), 159-168, <https://doi.org/10.1093/forestry/76.2.159>
- Quispe, D. P. (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].
- Ramanayake, D. (2006). Flowering in bamboo: an enigma. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)*, 35(2), 95-105.
- Ramón, J. (2006). *Guía técnica cultivo del bambú*. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana.
- Reátegui, J. (2011). *Caracterización morfológica del aguaje (Muritia flexuosa L.f.) a diferentes dosis de abonos orgánicos en suelos inundados temporalmente del CIPTALD* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Ritchie, G. A. (1985). Root growth potential: principles, procedures and predictive ability. En: M.L. Duryea editor. *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests*. Oregon State University, Corvallis. p. 93-104.
- Sánchez Del Castillo, F. (2007). *V Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos*. San Nicolás de las Garzas, Nuevo León, México.

- Sánchez-Zabala, J., Ortega-Lasuen, U., Majad-Guijo, J., Txarterina-Urkiri, K., y Duñabeitia-Aurrekoetxea, M. (2008). Optimización de la propagación vegetativa por estaquillado de genotipos de interés comercial de *Pinus radiata*. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 28, 201-205.
- Smith, N., y Marsh, J. (2005). *Pro-Poor, Bamboo Opportunities in the Mekong*. A joint Initiative of Oxfam Hong Kong (OHK) and International Finance Corporation (IFC) Mekong Private Sector Development Facility (MPDF), Viet Nam.
- Smurfit Kappa. (2008). *La calidad de la planta forestal. Un concepto en Cartón de Colombia*. III Seminario de Reforestación. Bogotá, Colombia.
- Sood, A., Ahuja, P. S., Sharma, M., Sharma, O. P., y Godbole, S. (2002). In vitro protocols and field performance of elites of an important bamboo *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 71, 55-63.
- Trillo, Y. A. (2014). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, Bambusa vulgaris Schrad. ex H. Wendl. var. vittata. Riviere & C. Riviere, Guadua angustifolia Kunth y Guadua aff. angustifolia Kunth en el fundo Bio Selva – Satipo* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Valdez, D., Calel, L., Guerra, R., y Carlos, J. (2011). *Evaluación del crecimiento y desarrollo del Bambú Dendrocalamus asper en cuatro centros de investigación del ICTA*.
- Villar-Salvador, P. (2003). *Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación*. Universidad de Alcalá. Asociación Española de Ecología Terrestre. Alcalá de Henares.

ANEXO

Tabla 34. Datos registrados para la biomasa radicular.

Tamaño	Edad	Brote I (%)	Brote raíz	Raíz (%)	D. brote-raíz (%)	Brote-raíz (%)
1	1	60	4	40	20	66,67
1	1	80	4	40	40	50,00
1	1	80	4	40	40	50,00
1	1	100	4	40	60	40,00
1	1	50	1	10	40	20,00
1	2	90	4	40	50	44,44
1	2	100	4	40	60	40,00
1	2	80	4	40	40	50,00
1	2	70	2	20	50	28,57
1	2	100	4	40	60	40,00
2	1	100	4	40	60	40,00
2	1	90	4	40	50	44,44
2	1	100	4	40	60	40,00
2	1	90	3	30	60	33,33
2	1	40	2	20	20	50,00
2	2	90	4	40	50	44,44
2	2	100	4	40	60	40,00
2	2	90	4	40	50	44,44
2	2	80	2	20	60	25,00
2	2	90	3	30	60	33,33
3	1	90	4	40	50	44,44
3	1	100	4	40	60	40,00
3	1	90	4	40	50	44,44
3	1	100	4	40	60	40,00
3	1	60	4	40	20	66,67
3	2	100	4	40	60	40,00
3	2	100	4	40	60	40,00
3	2	100	4	40	60	40,00
3	2	80	4	40	40	50,00
3	2	90	4	40	50	44,44

Tamaño de trat.: 1- Pequeño, 2-mediano, 3-grande

Tabla 35. Datos registrados para la calidad de los brotes.

Tamaño	Edad	Brote inic.	Altura (cm)	# brotes	Biomasa (g)	Pa/Rz	Tiem. (día)
1	1	6	67,33	3,75	8	1,67	18,333
1	1	8	63,25	4,00	12	2,00	9,625
1	1	8	70,00	4,50	16	2,20	13,375
1	1	10	84,33	3,25	14	1,80	12,900
1	1	5	44,00	2,00	4	3,00	22,200
1	2	9	61,00	2,00	17	1,13	16,444
1	2	10	112,25	7,75	17	1,43	9,800
1	2	8	52,00	3,00	21	0,91	15,500
1	2	7	36,00	2,50	4	1,00	16,286
1	2	10	54,00	3,00	12	2,00	15,000
2	1	10	88,25	4,50	22	1,75	15,500
2	1	9	86,00	6,75	15	4,00	9,444
2	1	10	73,25	4,50	23	6,67	13,800
2	1	9	48,25	3,00	12	2,00	16,000
2	1	4	92,00	3,50	11	2,67	17,500
2	2	9	65,67	2,75	15	2,00	15,222
2	2	10	94,50	5,75	19	2,17	15,200
2	2	9	83,25	4,50	22	1,75	11,667
2	2	8	57,50	2,50	14	1,33	14,750
2	2	9	66,67	7,00	12	2,00	10,889
3	1	9	114,75	5,75	24	3,00	9,222
3	1	10	117,25	6,00	17	2,40	11,000
3	1	9	100,50	5,50	26	3,33	12,333
3	1	10	85,50	2,50	18	3,50	14,000
3	1	6	70,75	5,25	20	2,33	13,333
3	2	10	61,75	7,25	25	1,78	11,100
3	2	10	79,25	3,75	32	15,00	14,700
3	2	10	91,25	6,25	26	3,33	11,200
3	2	8	95,25	3,25	27	2,86	13,625
3	2	9	67,50	5,75	22	3,40	11,111

Tamaño de trat.: 1- Pequeño, 2-mediano, 3-grande

Tabla 36. Datos climáticos registrados en la parcela experimental.

Fecha	Lugar	Clima	Tiempo	Hora	T° máxima	T° mínima	Humedad
24/04/2018	1	1	1	08:00	29,9	29,1	71
25/04/2018	1		1	08:00	25,9	24,4	79
26/04/2018	1	2	1	07:40	25,5	22,1	79
26/04/2018	2	2	1	07:40	25,6	21,8	80
27/04/2018	1	1	1	08:00	26,9	22,6	77
27/04/2018	2	1	1	08:00	26,4	24,1	75
27/04/2018	1	1	2	12:00	29,3	30,1	70
27/04/2018	2	1	2	12:00	29,6	28,6	67
27/04/2018	3	1	2	12:00	29,9	28	63
27/04/2018	1		3	16:00	28,8	25,8	73
30/04/2018	1	3	1	08:00	25,1	23,9	80
30/04/2018	2	3	1	08:00	25,9	23	74
30/04/2018	3	3	1	08:00	24,1	23,9	74
30/04/2018	1	1	2	12:00	31,8	33,9	58
30/04/2018	2	1	2	12:00	32,1	29,6	61
30/04/2018	3	1	2	12:00	28,9	29,9	68
01/05/2018	1	3	1	08:00	26,1	22,9	82
01/05/2018	2	3	1	08:00	25,9	22,1	80
01/05/2018	3	3	1	08:00	25,9	22,8	78
01/05/2018	1	1	2	12:00	30,3	29,3	75
01/05/2018	2	1	2	12:00	30,6	26,8	65
01/05/2018	3	1	2	12:00	30,6	26,5	65
01/05/2018	1	1	3	16:00	28,4	25,9	76
01/05/2018	2	1	3	16:00	27,9	27,4	75
01/05/2018	3	1	3	16:00	28,3	25	74
02/05/2018	1	3	1	08:00	25	24,6	76
02/05/2018	2	3	1	08:00	24,6	24	74
02/05/2018	3	3	1	08:00	25,3	23,8	73
02/05/2018	1	1	2	12:00	29,8	31,9	65
02/05/2018	2	1	2	12:00	27,8	27,4	74
02/05/2018	3	1	2	12:00	30,1	26,9	65

Fecha	Lugar	Clima	Tiempo	Hora	T° máxima	T° mínima	Humedad
02/05/2018	1	1	3	16:00	28,1	25,9	68
02/05/2018	2	1	3	16:00	28,9	25,9	67
02/05/2018	3	1	3	16:00	28,4	25,4	75
03/05/2018	1	1	1	08:00	25,1	25,4	77
03/05/2018	2	1	1	08:00	24,8	24,4	73
03/05/2018	3	1	1	08:00	25,6	23,4	76
03/05/2018	1	1	2	12:00	29,9	30,9	65
03/05/2018	2	1	2	12:00	28,6	28,8	69
03/05/2018	3	1	2	12:00	29,9	28,1	65
03/05/2018	1	1	3	16:00	29,4	26,4	68
03/05/2018	2	1	3	16:00	29,4	26,9	68
03/05/2018	3	1	3	16:00	29,5	25,9	68
04/05/2018	1	1	2	12:00	29,4	29,6	70
04/05/2018	2	1	2	12:00	28,9	27,6	71
04/05/2018	3	1	2	12:00	30,5	25,9	67
04/05/2018	1	1	3	16:00	28,9	25,9	68
04/05/2018	2	1	3	16:00	29,4	26,9	68
04/05/2018	3	1	3	16:00	28,3	24,1	70
05/05/2018	1	3	1	08:00	25,3	24,5	72
05/05/2018	2	3	1	08:00	24,9	23,9	74
05/05/2018	3	3	1	08:00	25,4	23,8	73
05/05/2018	1	3	2	12:00	28,1	27,9	71
05/05/2018	2	3	2	12:00	28	27,6	74
05/05/2018	3	3	2	12:00	28,3	25,9	69
07/05/2018	1	3	1	08:00	24,9	22,4	75
07/05/2018	2	3	1	08:00	25,1	22,6	73
07/05/2018	3	3	1	08:00	24,9	21,9	77
07/05/2018	1	2	2	12:00	28,92	26,12	85
07/05/2018	2	2	2	12:00	28,8	25,9	77
07/05/2018	3	2	2	12:00	28,5	24,2	89
07/05/2018	1	2	3	16:00	28,3	24,9	77
07/05/2018	2	2	3	16:00	28,1	24,9	86

Fecha	Lugar	Clima	Tiempo	Hora	T° máxima	T° mínima	Humedad
07/05/2018	3	2	3	16:00	28,1	24,3	75
08/05/2018	1	3	1	08:00	24,5	23,4	79
08/05/2018	2	3	1	08:00	24,4	22,6	80
08/05/2018	3	3	1	08:00	24,4	21,9	79
08/05/2018	1	1	2	12:00	29,9	30,5	70
08/05/2018	2	1	2	12:00	29	27,9	72
08/05/2018	3	1	2	12:00	29,9	27,9	63
08/05/2018	1	2	3	16:00	28,6	25,4	68
08/05/2018	2	2	3	16:00	29,3	24,9	70
08/05/2018	3	2	3	16:00	28,3	24	69
09/05/2018	1	3	1	08:00	24,7	24,1	74
09/05/2018	2	3	1	08:00	23,9	24	72
09/05/2018	3	3	1	08:00	23	24,4	70
09/05/2018	1	1	2	12:00	30,3	31,9	66
09/05/2018	2	1	2	12:00	30	29,9	69
09/05/2018	3	1	2	12:00	30,8	31,9	62
09/05/2018	1	1	3	16:00	29,1	25,9	68
09/05/2018	2	1	3	16:00	29,3	25,9	67
09/05/2018	3	1	3	16:00	28,6	24	67
10/05/2018	1	1	1	08:00	27,4	27,1	72
10/05/2018	2	1	1	08:00	26,9	26,4	72
10/05/2018	3	1	1	08:00	27,6	26,1	71
10/05/2018	1	1	2	12:00	30	31,1	65
10/05/2018	2	1	2	12:00	29,6	29,4	69
10/05/2018	3	1	2	12:00	30,6	26,6	65
10/05/2018	1	1	3	16:00	29,9	26,4	68
10/05/2018	2	1	3	16:00	30,4	26,6	61
10/05/2018	3	1	3	16:00	29	25,9	68
11/05/2018	1	2	1	08:00	28,92	26,12	85
11/05/2018	2	2	1	08:00	28,8	25,9	77
11/05/2018	3	2	1	08:00	28,5	24,2	89
11/05/2018	1	3	2	12:00	27,8	25,4	73

Fecha	Lugar	Clima	Tiempo	Hora	T° máxima	T° mínima	Humedad
11/05/2018	2	3	2	12:00	26,8	25,4	75
11/05/2018	3	3	2	12:00	27,5	24,6	71
11/05/2018	1	3	3	16:00	28,3	24,9	77
11/05/2018	2	3	3	16:00	28,1	24,9	86
11/05/2018	3	3	3	16:00	28,1	24,3	75
12/05/2018	1	1	1	08:00	27,6	24,9	73
12/05/2018	2	1	1	08:00	26,4	24,8	77
12/05/2018	3	1	1	08:00	27,9	25,9	71
14/05/2018	1	3	1	08:00	26,3	23,9	73
14/05/2018	2	3	1	08:00	26,1	24,6	70
14/05/2018	3	3	1	08:00	26,6	23,3	75
14/05/2018	1	3	2	12:00	29,3	29,1	67
14/05/2018	2	3	2	12:00	28,5	27,6	71
14/05/2018	3	3	2	12:00	27	26	70
14/05/2018	1	3	3	16:00	28,1	25,9	68
14/05/2018	2	3	3	16:00	28,9	25,9	67
14/05/2018	3	3	3	16:00	28,4	25,4	75
15/05/2018	1	3	1	08:00	25,4	23,9	75
15/05/2018	2	3	1	08:00	25,1	23,9	72
15/05/2018	3	3	1	08:00	25,4	23,4	75
15/05/2018	1	1	2	12:00	29,9	25,1	71
15/05/2018	2	1	2	12:00	30,4	29,4	63
15/05/2018	3	1	2	12:00	31,9	27,6	56
15/05/2018	1	1	3	16:00	28,1	25,9	68
15/05/2018	2	1	3	16:00	28,9	25,9	67
15/05/2018	3	1	3	16:00	28,4	25,4	75
16/05/2018	1	3	1	08:00	24,7	24,1	74
16/05/2018	2	3	1	08:00	23,9	24	72
16/05/2018	3	3	1	08:00	23	24,4	70
16/05/2018	1	1	2	12:00	30,1	31,1	66
16/05/2018	2	1	2	12:00	29,6	29,9	68
16/05/2018	3	1	2	12:00	30,4	31,4	60

Fecha	Lugar	Clima	Tiempo	Hora	T° máxima	T° mínima	Humedad
16/05/2018	1	1	3	16:00	28,6	25,4	68
16/05/2018	2	1	3	16:00	29,3	24,9	70
16/05/2018	3	1	3	16:00	28,3	24	69
17/05/2018	1	3	1	08:00	26,3	27,3	75
17/05/2018	2	3	1	08:00	25,9	27,3	74
17/05/2018	3	3	1	08:00	26,4	27,1	71
18/05/2018	1	3	1	08:00	24,5	23,4	77
18/05/2018	2	3	1	08:00	24,1	23,1	73
18/05/2018	3	3	1	08:00	25,1	22,4	78
18/05/2018	1	1	2	12:00	29,9	32,1	71
18/05/2018	2	1	2	12:00	28,9	28,5	77
18/05/2018	3	1	2	12:00	30,1	26,9	62
18/05/2018	1	1	3	16:00	29,1	25,9	68
18/05/2018	2	1	3	16:00	29,3	25,9	67
18/05/2018	3	1	3	16:00	28,6	24	67
19/05/2018	1	1	1	08:00	24,7	24,1	74
19/05/2018	2	1	1	08:00	23,9	24	72
19/05/2018	3	1	1	08:00	23	24,4	70
19/05/2018	1	1	2	12:00	30,1	31,1	66
19/05/2018	2	1	2	12:00	29,6	29,9	68
19/05/2018	3	1	2	12:00	30,4	31,4	60
19/05/2018	1	1	3	16:00	28,6	25,4	68
19/05/2018	2	1	3	16:00	29,3	24,9	70
19/05/2018	3	1	3	16:00	28,3	24	69
20/05/2018	1	1	1	08:00	24,9	22,4	75
20/05/2018	2	1	1	08:00	25,1	22,6	73
20/05/2018	3	1	1	08:00	24,9	21,9	77
20/05/2018	1	1	2	12:00	28,92	26,12	85
20/05/2018	2	1	2	12:00	28,8	25,9	77
20/05/2018	3	1	2	12:00	28,5	24,2	89
20/05/2018	1	1	3	16:00	28,3	24,9	77
20/05/2018	2	1	3	16:00	28,1	24,9	86

Fecha	Lugar	Clima	Tiempo	Hora	T° máxima	T° mínima	Humedad
20/05/2018	3	1	3	16:00	28,1	24,3	75
21/05/2018	1	1	1	08:00	24,4	24,1	75
21/05/2018	2	1	1	08:00	23,6	26,1	74
21/05/2018	3	1	1	08:00	24,6	21,6	71
21/05/2018	1	1	2	12:00	27,9	28,9	64
21/05/2018	2	1	2	12:00	27,3	27,5	67
21/05/2018	3	1	2	12:00	28,6	31	62
22/05/2018	1	3	1	08:00	24,4	24,1	70
22/05/2018	2	3	1	08:00	24	24,3	68
22/05/2018	3	3	1	08:00	24,6	24,5	69
22/05/2018	1	1	2	12:00	30,9	30,5	65
22/05/2018	2	1	2	12:00	29,3	28,9	65
22/05/2018	3	1	2	12:00	31,6	30,5	54
23/05/2018	1	3	1	08:00	25,1	24,9	71
23/05/2018	2	3	1	08:00	25	24,9	68
23/05/2018	3	3	1	08:00	25,1	24,9	70
23/05/2018	1	1	2	12:00	28,3	26,8	68
23/05/2018	2	1	2	12:00	26,9	26,8	69
23/05/2018	3	1	2	12:00	28,9	26,8	64
23/05/2018	1	1	3	16:00	28,9	28,9	68
23/05/2018	2	1	3	16:00	28,9	28,9	65
23/05/2018	3	1	3	16:00	28,9	28,9	70
24/05/2018	1	1	1	08:00	25,9	24,4	85
24/05/2018	2	1	1	08:00	24,8	26	77
24/05/2018	3	1	1	08:00	26,9	27,8	78

Lugar: 1 – Invernadero, 2 – Malla, 3 – Fuera de malla; Clima: 1 – Soleado, 2 – Llovizna, 3 – Nublado; Tiempo: 1 – Mañana, 2 – Mediodía, 3 – Tarde.