UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

TESIS:

Efecto del tipo de cobertizo y posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero - Pichari

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Denith Soledad VILLALOBOS OCHOA

ASESOR:

Mtro. Carlos Máximo MALPICA RAMOS

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Dios, por darme la virtud y la fuerza de continuar frente a los problemas, y seguir el camino correcto para mi superación.

A mis queridos padres, por su sacrificio, amor y apoyo incondicional, quienes han sido mi mayor fortaleza e inspiración a lo largo de este arduo camino académico para llegar a cumplir hoy un sueño más; por los valores, principios y enseñanzas que me han inculcado.

A mis queridos familiares y amigos, cuya amistad y ánimo me han impulsado a alcanzar mis metas, siempre llevo los buenos recuerdos en mi corazón y es ahí donde permanecerán siempre. Mil gracias y lluvia de bendiciones para cada una de ellas.

AGRADECIMIETO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por permitirme ser parte de ti, de esta gran casa de estudio, mi alma máter.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, con especial cariño a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, a los docentes que forman parte de esta gran familia, quienes que con su sabiduría y conocimiento impulsaron en mi formación profesional.

Al Mtro. Carlos Máximo Malpica Ramos, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por la orientación, asesoramiento y amistad durante el proceso de planteamiento y ejecución de la presente investigación.

Al Dr. Manuel Cáceres Palomino, coasesor y docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por contribuir con sus conocimientos para culminar el presente informe.

Al Proyecto Especial de Los Valles Apurímac, Ene y Mantaro – PROVRAEM, por haberme brindado la oportunidad y disposición de utilizar sus ambientes como parte fundamental para desarrollar mi proyecto de investigación.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIETO iii
INDICE GENERAL iv
INDICE DE TABLAS vi
INDICE DE FIGURAS vii
INDICE DE ANEXOS viii
RESUMEN ix
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
MARCO TEÓRICO 3
1.1. Antecedentes de la investigación 3
1.2. Bases teóricas 7
1.2.1. Bosque natural o plantación de bambú semillero 7
1.2.2. Tipos de cobertizo 7
1.2.3. Tipos de vivero 8
1.2.4. Componentes de un vivero forestal 9
1.2.5. Origen y distribución de bambú 11
1.2.6. Taxonomía 13
1.2.7. Descripción botánica de la Guadua angustifolia Kunth 13
1.2.8. Estados de madurez del tallo de bambú 16
1.2.9. Crecimiento del bambú 17
1.2.10. Prendimiento del bambú 18
1.2.11. Método de propagación del bambú 19
1.2.12. Condiciones ambientales para el cultivo del bambú 23
1.2.13. Importancia del bambú 25
CAPÍTULO II 29
METODOLOGÍA 29
2.1. Ubicación del ámbito de estudio 29
2.1.1. Ubicación política 29
2.1.2. Ubicación geográfica 29
2.1.3. Límites 29
2.2. Extensión territorial 30

2.3. Características climáticas del distrito de Pichari 30
2.4. Condiciones edáficas 31
2.5. Factores de estudio 32
2.6. Diseño experimental 33
2.7. Materiales y equipos 34
2.8. Procedimiento metodológico 34
2.8.1. Instalación y conducción del estudio 34
2.9. Evaluación de los parámetros 36
2.10. Procesamiento de datos 37
CAPÍTULO III 38
RESULTADO Y DISCUSIÓN 38
3.1. Evaluación del prendimiento y mortandad de los culmos 38
3.2. Número de brotes del bambú 40
3.3. Longitud de brote del bambú 42
3.4. Longitud de la raíz del bambú 44
CONCLUSIONES 47
RECOMENDACIONES 48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49
ANEXOS 52

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1 *Categorías de uso actual de la tierra*..... 31

Tabla 2.2 *Tratamientos del ensayo* 32

Tabla 3.1 *Número y porcentaje de prendimiento y mortandad de culmos estacados horizontal y verticalmente, en cobertizo con Malla Raschel y Cámara Térmica. Pichari 550 msnm* 38

Tabla 3.2 *Análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en el número de brotes, en Pichari*..... 40

Tabla 3.3 *Análisis de variancia de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de brotes, en Pichari* 42

Tabla 3.4 *Análisis de variancia de longitud de raíz de cobertizos y posición de estacado de culmos, Pichari* 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 *Distribución de la especie bambú a nivel mundial* 11

Figura 1.2 *Mapa de distribución de bambú a nivel nacional* 12

Figura 2.1 *Mapa de ubicación del proyecto de investigación* 30

Figura 2.2 *Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico. Estación Meteorológica del distrito de Pichari, La Convención, Cusco*. 31

Figura 2.3 *Características y distribución del campo experimental para cada cobertizo* 32

Figura 2.4 *Características de la unidad experimental en camas enraizadoras para cada cobertizo* 33

Figura 3.1 *Prueba de Tukey de los efectos principales de los cobertizos y posición de estacado de culmos en el número de brotes. Pichari* 41

Figura 3.2 *Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de brote en diferentes cobertizos de propagación y posición de estacado de los culmos Pichari* 43

Figura 3.3 *Prueba de Tukey de los efectos simples de los cobertizos de propagación en las posiciones de estacado, en la longitud de raíz de los culmos* 44

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. *Panel fotográfico* 53

Anexo 2. *Utilización del bambú por fase de crecimiento* 58

Anexo 3. *Aplicación de ANOVA modelo con interacción* 59

RESUMEN

La presente investigación, se realizó con el objeto de determinar el efecto del tipo de cobertizo y la posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero - Pichari. El diseño estadístico utilizado fue Completamente Randomizado (DCR) con dos tipos de cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica) y dos posiciones de estacado de culmos (horizontal y vertical) con cuatro repeticiones y 20 plantas por unidad experimental en condición de vivero. Los culmos de bambú para el proceso de evaluación se obtuvieron en el centro poblado de Pichari Baja. Los parámetros de evaluación fueron los siguientes: porcentaje de prendimiento y porcentaje de mortandad del culmo, número y longitud de brotes del culmo y finalmente la longitud de raíces (cm). Se realizó el test estadístico de análisis de varianza y prueba de contraste de Tukey obteniéndose los siguientes resultados: Con el tipo de cobertizo Malla Raschel se obtuvo los mejores resultados con un 87.50% de prendimiento en promedio; 1.49 en número de brotes; 12.81 cm de longitud de brote y 22.25 cm de longitud de raíz a diferencia de las propagados en la Cámara Térmica donde se obtuvo 76.00% de prendimiento, 1.14 en número de brotes; 11.06 cm de longitud de brote y 17.72 cm de longitud de raíz. La mejor posición de estacado de culmos de bambú fue en forma horizontal con la cual, se obtuvo en promedio 87.50% de prendimiento; 1.42 brotes; 12.58 cm de longitud de brote y 18.81 cm de longitud de raíz mientras que los estacados en forma vertical produjeron en promedio 76.00% de prendimiento; 1.21 brotes; 11.28 cm de longitud de brote y 15.89 cm de longitud de raíz.

Palabras clave: culmos, *Guadua angustifolia*, propagación vegetativa, vivero, VRAEM.

INTRODUCCIÓN

El bambú a nivel nacional enfrenta diversos retos para su producción y competitividad. Los sectores que están vinculados en su gestión, deberían ser valorado, empezando por los productores, quienes son los principales actores en manejar técnicamente sus plantaciones para una calidad requerida en el mercado. El bambú es una planta que representa a uno de recursos naturales más renovables ya que presenta una gran cantidad de variedades las cuales juegan un rol vital en la economía y en la biodiversidad (Valdez, 2023).

Guadua angustifolia Kunth es valorada en la industria de la construcción debido a sus características de flexibilidad y resistencia. En el Perú, la producción de esta especie vegetal se ha incrementado en los últimos tiempos debido a sus beneficios en la economía local, asimismo, esta planta presenta diversas funcionalidades tal como la conservación de la biodiversidad, generación de habitad para fauna y flora entre otros, siendo uno de los materiales más renovables del mundo y sobre todo sostenible y rentable (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, 2022).

Sin embargo, las limitaciones para la propagación del bambú adecuadamente, es el desconocimiento de los factores que influyen en la propagación vegetativa a nivel de vivero, la falta de información sobre una cobertura apropiada y sobre todo la posición del culmo al momento de enterrar en las camas enraizadoras, además, de la escasa información sobre qué porcentaje de prendimiento tiene cada posición dificulta la implementación de método para el adecuado manejo y producción de estas plantas.

Es necesario investigar sobre los factores que mejoren la propagación vegetativa de plantones de *Guadua angustifolia* Kunth para garantizar su cultivo de manera sostenible en beneficio de los agricultores del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro - VRAEM, en especial de Pichari, dedicados a la producción del bambú.

Por las razones expuestas, se plantea la presente investigación para tener mayor información sobre cobertizos y posición de estacado de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero en Pichari.

Los resultados de la presente investigación serán útiles como fuente primaria para otros estudios de propagación de bambú en el ámbito del VRAEM y para pobladores e instituciones que fomentan la masificación de bambús, considerando como una especie alternativa de lucha contra la deforestación.

Objetivo general

Determinar el efecto del tipo de cobertizo y la posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero - Pichari.

Objetivos específicos

1. Evaluar el tipo de cobertizo que permita una adecuada propagación vegetativa de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth.
2. Evaluar la posición óptima de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

Ticona y Mamani (2019) en su investigación Evaluación de la propagación de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia* bicolor) con diferentes segmentos vegetativos, en la estación experimental Sapecho, cuyo objetivo fue:

> Determinar el método de propagación que resulte con mejores índices de prendimiento y crecimiento en fase de vivero, utilizando el diseño experimental arreglo factorial distribuido en un diseño completamente al azar, resultando 64 plantas por tratamiento, en un área de 64 m² y la unidad experimental fue 1 m². Los resultados señalan que la *Guadua angustifolia* bicolor tiene 44.08% en prendimiento a los 30 días y 77.40% a los 60 días, por otro lado, *Guadua angustifolia* Kunth obtuvo un prendimiento de 6.17% a los 30 días, no llegando a registrarse resultados a los 60 días a causa de la pérdida de las unidades experimentales por la excesiva humedad que causó la marchitez bacteriana. Por tanto, se concluyó que la variedad *Guadua angustifolia* bicolor, con el método de propagación por culmo basal con dos nudos, presentó mejores resultados de reproducción vegetativa en la etapa de vivero, siendo recomendable para su propagación. (p. 16)

Castaño y Moreno (2004, como se citó en Arancibia, 2017) indican que:

> La especie *Guadua angustifolia* se propaga por secciones de tallo, esto se realiza a partir de culmos moderadamente maduros de 8 cm de diámetro, los cuales se cortan en secciones con dos o más nudos, estos culmos se siembran en forma horizontal o vertical, alcanzando de 50% a 80% de prendimiento" (pp. 13-14).

Vizcarra (2021) en su investigación determinación de los efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth mediante el método

de chusquines y cuyo objetivo fue:

> Determinar los efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth mediante el método de chusquines. Se emplearon cuatro tipos de sustratos para el experimento, los cuales consistieron en la combinación de tierra negra con arena de río, estiércol de ganado + arena de río, tamo de arroz + arena de río, y humus de lombriz + aserrín de madera. Se utilizaron 144 plantas para la investigación, con 12 plantas por unidad experimental y un total de 48 chusquines por tratamiento. Los resultados mostraron que el mejor tratamiento resultó ser la combinación de tierra negra (80%) + arena de río (20%), ya que presentó los mejores valores de diámetro (0,80 cm) y altura (67,8 cm) de la planta a los 30, 60 y 100 días después de la siembra. Además, los resultados indicaron que la *Guadua angustifolia* Kunth presentó un índice de mortalidad bajo, con un 44,44% de chusquines vivos. (p.2)

Lian y Plasencia (2017) en un trabajo, sobre evaluación de la eficiencia de 5 niveles de microorganismos de montaña en la producción de plantas de bambú *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero en Chanchamayo, cuyo objetivo fue:

> Evaluar la eficiencia de 5 niveles de microorganismos de montaña en la producción de plantas de bambú *Guadua angustifolia* Kunth con 250 estacas de bambú agrupadas en 5 tratamientos considerando en cada tratamiento 50 plantones, haciendo uso de 5 camas de almacigo, determinó que la mayor supervivencia de esquejes, mayor número y longitud de brotes, mayor número de hojas y diámetro de tallo corresponde al cuarto tratamiento (T4: 40% de microorganismos de montaña). (p. 2)

Cano (2020) en su investigación propagación vegetativa de *Guadua* aff. *angustifolia* a partir de chusquines en condiciones de vivero, realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, cuyo objetivo fue:

> Determinar el tiempo óptimo de producción de la especie *Guadua* aff. *angustifolia* por el método de propagación vegetativa de brotes basales del rizoma (chusquines). Los resultados obtenidos fueron que el mejor tiempo para propagar la especie en cuestión es mediante el tratamiento 303, que consiste en tres meses en banco de propagación, cero semanas en invernadero y tres meses en eras de crecimiento. (p. 2)

Salvador (2020) en su investigación evaluación del efecto de diferentes dosis del enraizante Root-Hor en la multiplicación rápida de semillas del plátano *Musa paradisiaca* L clon Hartón (bellaco) bajo condiciones de Cámara Térmica, cuyo objetivo fue:

> Evaluar el efecto de diferentes dosis del enraizante Root-Hor en la multiplicación rápida de semillas del plátano *Musa paradisiaca* L clon Hartón (bellaco) bajo condiciones de Cámara Térmica; el diseño experimental fue el completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos T1 (0ml/100L), T2 (50ml/100L), T3 (100ml/100L), T4 (150ml/100L) y T5 (200ml/100L), cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales, cada unidad experimental estuvo conformada por 10 cormos. Los resultados mostraron que el tratamiento T4 (150ml/100L de Root-Hor) presentó el mayor promedio germinativo y los mejores promedios en el desarrollo vegetativo, mostrando diferencias significativas entre los demás tratamientos. De este modo se concluye que la aplicación de 150 ml/100 ml de Root-Hor, generó los mejores promedios germinativos y desarrollo vegetativo de los plantones por cormo del plátano variedad Hartón en Cámara Térmica. (p. 2)

Ardiles (2019) en su investigación evaluación de diferentes sustratos en la propagación de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en Kepashiato – Echarati - La Convención – Cusco, con el objetivo de:

> Evaluar el mejor sustrato en la propagación vegetativa y determinar el mejor método de propagación vegetativa en el cultivo de bambú. El diseño experimental fue diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2 x 6 (6 tipos de sustrato y 2 tipos de esqueje), con 12 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales, cada unidad estuvo compuesta por 16 plántulas embolsadas (bolsas de polietileno), contenidas con diferentes tipos de sustrato y esquejes de tallo y rama de bambú, las variables que se evaluaron fueron: altura y diámetro del brote, cantidad de entrenudos, cantidad de plantas prendidas y el porcentaje de mortandad. Los resultados fueron que en los tratamientos T10 (esqueje de tallo en suelo agrícola + compost de aserrín) y T8 (esqueje de tallo en compost de aserrín) mostraron brotes con buenas características a los 90 días. Concluyéndose que el mejor método de propagación vegetativa del cultivo de bambú fue el tratamiento T10 (esqueje de tallo en suelo agrícola + compost de aserrín) logrando una mayor altura, diámetro, numero de entrenudos y plantas

prendidas con un porcentaje menor de mortandad, seguido está el tratamiento T8 (esqueje de tallo en compost de aserrín) y finalmente el tratamiento T1 (esqueje de rama en suelo agrícola) que obtuvo el mayor porcentaje de mortandad. (p. 2)

Ramírez (2019) en la investigación propagación clonal de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en Cámara de invernadero, Tingo María, cuyo objetivo fue:

> Evaluar el efecto del ácido indolbutírico (AIB) en brotes de esquejes de bambú en condiciones de invernadero. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar de 3A x 3B que representa el tipo de esqueje (base, medio y ápice) y la dosis de ácido indolbutírico (0.0 mg/l, 1.0 mg/l y 2.0 mg/l), lo que generó nueve tratamientos con cinco repeticiones durante un período de noventa días. Las ramas medio y basal presentaron los mejores resultados en cuanto a propagación vegetativa en condiciones de invernadero, especialmente, cuando se trataban con concentraciones de 1.0 mg/l y 2.0 mg/l de ácido indolbutírico. Esto sugiere que el AIB tiene un efecto positivo en el desarrollo de los brotes de esqueje de bambú en condiciones de invernadero. (p. XVI)

Trillo (2014) investigó la propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult 1. y Schult. f.) Backer ex K. Heyne, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. Wendl. Var vittata. Riviere y C. Riviere, *Guadua angustifolia* Kunth y Guadua *aff angustifolia* Kunth, llevada a cabo en el Fundo Bio Selva - Satipo", con el objetivo de:

> Evaluar el método de propagación por ramas primarias, secundarias, segmentos para la multiplicación de las especies: *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 condiciones de vivero. Se evaluó los métodos de propagación por ramas primarias, secundarias y segmentos para la multiplicación de cuatro especies de bambú en condiciones de vivero durante un período de 6 meses. Utilizó el diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4 (especies de bambú) por 3 métodos de propagación y 3 repeticiones. Se evaluó el porcentaje de prendimiento, la altura de planta, la cantidad de brotes, la cantidad de hijuelos, la cantidad y longitud de raíz promedio y máxima, resultando que, *Bambusa vulgaris* presentó el mayor porcentaje de prendimiento (86.11%), seguida de

Dendrocalamus asper con 34.26%, *Guadua angustifolia* con 21.30% y *Guadua aff. angustifolia* con 0.00%. Los métodos de propagación con ramas primarias y secundarias mostraron mejores resultados de prendimiento con 50% y 38.89%, respectivamente, mientras que el método de propagación por segmentos de rama mostró el menor resultado con solo 17.36%. (p. XIII)

Canchán (2017) realizó la identificación y propagación de *Guadua* sp. con fitorreguladores, Pichanaqui - Perú, con el objetivo de:

> Identificar botánicamente y evaluar el enraizamiento y crecimiento de estacas de bambú verde tratadas con fitoreguladores comerciales. Se evaluó el enraizamiento y crecimiento de estacas de bambú verde tratadas con en un diseño completamente aleatorio con 4 tratamientos y un testigo. Se utilizaron 4 fitorreguladores que contenían ácido indol-acético (AIA) y ácido indol-butírico (AIB) con una dosis de 100 ml en 20L de agua, y luego se aplicó la misma dosis a través de una aspersión foliar después de que aparecieran las hojas, durante 25 días. Después de 170 días, encontró que, las plántulas tratadas con fitorreguladores que contenían AIA auxina 11.00 mg/L, citoquinina 0.031 mg/L y otros componentes, mostraron un enraizamiento del 83.30%, una media de la raíz más larga de 28.26 cm, junto con cuatro rizomas, cuatro brotes de yema, una altura promedio de 98.06 cm, un área foliar de 126.78 cm, un peso fresco de raíz de 10.91 g y un peso seco de raíz de 4.45 g, lo cual se considera como un resultado significativo. (p. X)

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Bosque natural o plantación de bambú semillero

En relación al bosque natural, SERFOR (2022) define que es un:

> Conjunto o grupo de plantas de bambú en relación a características morfológicas similares en óptimo estado de desarrollo, crecimiento y fitosanitario, las cuales son potencialmente para obtener material vegetativo y posteriormente producir plantaciones en diversas etapas, esto con finalidades distintas y/o beneficios. (p. 25)

1.2.2. Tipos de cobertizo

a) Vivero forestal

Cano (2020) sostiene que:

Un vivero forestal es un espacio instalado específicamente a la producción de especies forestales, con fines de reforestación, forestación, repoblación forestal y otras actividades que impliquen la instalación de una especie forestal. Para la producción de plántulas es importante iniciar por la planificación del tipo de producción, obtención del material y sobre todo el manejo que se realizará en la producción. Asimismo, menciona algunas de las siguientes ventajas del vivero:

- Evita la dependencia de los demás.
- Bajos costos de producción.
- Menos daño a las plántulas al ser plantadas y que están cerca al lugar de producción.
- Se producen la cantidad y las especies deseadas
- Se controla la calidad del material de siembra
- Si se realiza una buena planificación, es un negocio muy rentable.
- Contribuir a mejorar el medio ambiente a través de programas de plantación de árboles. (p. 33)

b) Cámara térmica

Al respecto, Mendieta (2020) señala que:

La Cámara Térmica es el lugar donde se multiplican las plántulas, esta Cámara está cubierta por una manta solar (plástico), el cual evita la pérdida del calor considerado entre 45 y 60 °C de temperatura interna. (p. 10)

Mendieta (2020) sostiene que:

El proceso de Cámara Térmica es el método más rápido y a la vez presenta óptimas condiciones para la reproducción de material vegetal; este consiste en construir un área cerrada con plástico, con la finalidad de aumentar la temperatura en más de 45 °C, humedad relativa entre 80 y 100%, y un fotoperiodo hasta de 24 horas. (p. 12)

1.2.3. Tipos de vivero

a) Viveros permanentes

Cano (2020) respecto a los viveros permanentes menciona que:

Los viveros permanentes son construidos con materiales duraderos, infraestructura de cemento, acabada con madera para garantizan la durabilidad,

cuentan con algunas infraestructuras como oficinas, depósitos, tanques elevados, sistemas de riego, también cuenta con instalaciones para su uso en muchas campañas de producción de las plántulas, generalmente son construidos por institutos de investigación, programas de desarrollo a mediano y largo plazo y empresas que se especializan en la venta de plantones. (p. 34)

b) Viveros temporales

Cano (2020) indica que:

Los viveros permanentes son construidos con materiales duraderos, infraestructura de cemento, acabada con madera para garantizan la durabilidad, cuentan con algunas infraestructuras como oficinas, depósitos, tanques elevados, sistemas de riego, también cuenta con instalaciones para su uso en muchas campañas de producción de las plántulas, generalmente son construidos por institutos de investigación, programas de desarrollo a mediano y largo plazo y empresas que se especializan en la venta de plantones. (p. 34)

1.2.4. Componentes de un vivero forestal

a) Germinadores o bancos de propagación

Cano (2020) describe que:

Los germinadores o bancos de propagación son sitios y/o espacios preparados para la germinación y desarrollo temprano de las plantas, en su mayoría son rectangulares con un ancho de 100 - 110 cm de longitud, esto varía de acuerdo a la cantidad de producción. Se pueden construir con bloques, ladrillos, piedras, tablones, troncos, tallos de bambú, montículos de tierra y otros materiales que se encuentran en el área, la construcción dependerá del lugar si en caso la zona es seca puede construirse al nivel del suelo si la construcción se realiza en zonas secas sobre el suelo y en las zonas lluviosas deben estar sobre el nivel del suelo debe estar sobre el suelo para el drenaje y evitar el estancamiento. (p. 35)

b) Invernaderos o invernáculos

Cano (2020) define un invernadero como:

Estructura agrícola diseñada y construida para crear un microclima óptimo para el desarrollo y crecimiento de las plantas. El mejoramiento del microclima dentro de estas estructuras tiene como objetivos agrícolas la mejora de los rendimientos,

la calidad del producto final y el crecimiento sistemático fuera de temporada de cultivos hortícolas en áreas donde las condiciones climáticas locales impiden el establecimiento de estos estacionalmente al aire libre. (p. 34)

c) Eras de crecimiento

Cano (2020) expresa que las eras de crecimiento, como norma general, tienen:

Una medida de 1,00 o 1,20 m de ancho y 10-20 m de largo (el tamaño puede variar según la instalación del sistema de riego). Estos se agrupan en bloques o secciones, la mayoría de las veces divididos según la organización de la siembra o la distribución de las redes de riego. Por lo general, la distancia entre camas es de 50-60 cm para que se puedan desarrollar actividades como trasplante de plántulas, deshierbe y fertilización. (p. 36)

d) Área de mezcla de sustrato y trasplante

Cano (2020) considera que el área de mezcla de sustrato y trasplante:

Son espacios donde se preparan el sustrato para el llenado de bolsas y/o tubetes, éstos, deben de estar ubicados lo más cerca posible de la carretera para el acceso directo de los vehículos que transportan materiales, también señala que las instalaciones deben estar cubiertas con techo para poder controlar la humedad, facilitar el llenado de bolsas y la protección del personal de las condiciones climáticas. (p. 37)

c) Triangulo o sombreadero

Cano (2020) da a conocer que “los sombreaderos tienen diversos usos, especialmente relacionados con el trasplante y el mantenimiento de plantas sensibles y de la sombra, en épocas de escasez de agua estos espacios se emplean exclusivamente para la exposición y venta de plantas” (p. 37).

d) Malla Raschel

ORBES AGRICOLA (2019) menciona que:

La Malla Raschel es un tejido de densidad variada elaborado a partir de cinta de polietileno de alta densidad, especialmente, tratado contra los rayos ultravioleta (UV), con excelentes propiedades mecánicas y excelente estabilidad lumínica y Térmica hasta por 4 temporadas. Además, el mismo autor, señala que este material

es importante debido a que protege las plantas y plantaciones de los efectos nocivos del viento, evitando daños mecánicos y corte de hojas por el viento, protege de los rayos ultravioleta, previene daños fisiológicos evitando la transpiración excesiva y la erosión del suelo, evitando daños fisiológicos. (p. 7)

1.2.5. Origen y distribución de bambú

Ramón (2006) señala que:

La historia más conocida del bambú se remonta al comienzo de la civilización en el Asia, tanto es así, qué aún hoy en día en la China y la India, cada habitante utiliza bambú de diversas formas y para diferentes fines. Además, existen alrededor de 1.250 especies de bambú en el mundo, distribuidas principalmente en América y Asia. En América su área de distribución natural se extiende desde los 39° - 25° latitud norte, ahí donde existe la mayor cantidad de las especies. (p. 9)

Figura 1.1

Distribución de la especie bambú a nivel mundial

Nota: Se presenta la distribución del bambú a nivel mundial. Fuente: Paula (2023).

Añazco y Espinoza (2015) señalan que “dentro del Perú se encuentran 9 géneros con más de 40 especies originarias, además de numerosas especies introducidas existen aproximadamente de 50 a 56 especies de bambú” (p. 25).

Añazco y Espinoza (2015) señalan que:

En las tres regiones naturales del Perú (Costa, Sierra y Selva) se pueden observar especies de bambúes representativas de cada región el “guayaquil” (*Guadua angustifolia*) en la costa, algunas especies de Chusquea (suros) en la zona

altoandina y la “Paca” (*Guadua weberbaueri*) en la región amazónica. (p. 25)

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - (MIDAGRI, 2011) menciona que:

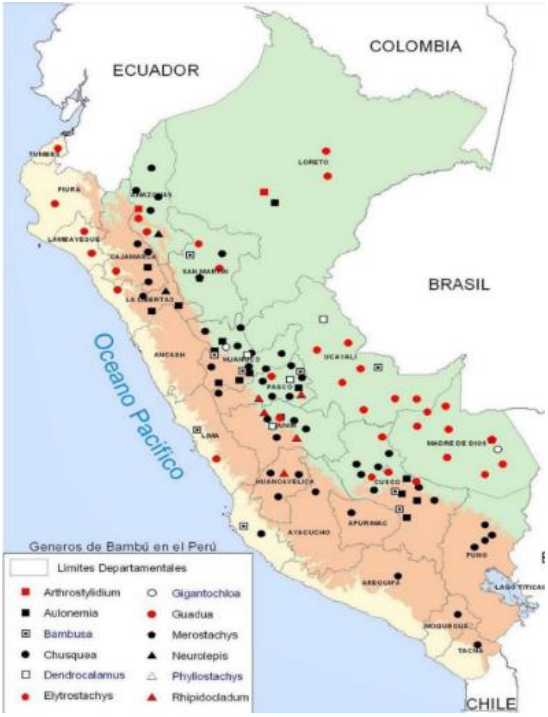
En todos los continentes, con excepción de Europa y las zonas polares existen bambúes nativos. Los bambúes tienen rango de distribución muy amplio, desde la latitud 46° N (*Sasa kurinlensis*) hasta 47°S (*Chusquea culeou*); pero la mayoría se encuentran en altitudes bajas y medias y son abundantes en regiones cálidas y tropicales; en la mayoría de los departamentos del Perú, la situación de las plantaciones de bambú es precaria, esto debido a que no se le brindó la atención debida, desde el punto de vista económico, técnico ni científico. (p. 16)

MIDAGRI (2011) nombra algunas de las especies de bambú recomendables en las diferentes regiones del Perú y estas son:

- Región andina: *Chusquea coleou*, *Phyllostachys edulis*
- Región Selva y ceja de selva: *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus* sp., *Guadua superba*.
- Región de la costa: *Bambusa vulgaris*, *Bambusa bulgaris* Var. Vittata, *Phyllostachys* spp. (pp. 18-20)

Figura 1.2

Mapa de distribución de bambú a nivel nacional



Nota: se representa la distribución de bambú por departamento. Fuente: Noelia (2019).

1.2.6. Taxonomía

Según el Manual Técnico de la Caña de Guayaquil (*Guadua angustifolia*) citado por MIDAGRI (2011): la taxonomía del cultivo del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) es la siguiente:

Taxonomía del bambú

Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Monocotidelonea
Orden	Glumiflorales
Familia	Poacea
Subfamilia	Bambusoideae
Tribu	Bambuseae
Subtribu	Guaduinae
Género	Guadua
Especie	***Guadua angustifolia* Kunth. (p. 29)**

Según (Valdez, 2016) el sistema de clasificación de bambú en sistema en APG IV es:

Taxonomía en APG IV

Clase	Equisetopsida C. Agarth.
Subclase	Magnolidea Novák Takht
Orden	Poales Small
Familia	Poaceae Barnhart
Genero	Guadua Kunth
Especie	*Guadua angustifolia* Kunth

1.2.7. Descripción botánica de la Guadua angustifolia Kunth

a) Caña, tallo o culmo

MIDAGRI (2021) indica que:

La caña, tallo o culmo viene a ser un eje aéreo segmentado que brota del rizoma, alcanza una altura promedio de 15 m, diámetro de 10 cm, está formado por el cuello, entrenudos y nudos, un espesor de pared de 1.5 a 2 cm en la base. La unión entre el rizoma y el tallo es el cuello; los nudos son los puntos de unión de los

entrenudos, es la parte más resistente del tallo; a su vez los entrenudos son la porción de tallo (hueca) ubicada entre dos nudos. Dentro de la cavidad interna de la caña es posible encontrar presencia de agua. Además, señala que la longitud del entrenudo es más corta en la base y más larga en el ápice. El tallo es la parte más útil, de color verde y en los nudos posee una doble banda pubescente de color blanco el cual caracteriza a la especie. (p. 24)

Según Prieto y Sánchez (2002) el tallo o culmo es:

El eje aéreo segmentado que emerge del rizoma y es la porción más útil del bambú, El término culmo se emplea principalmente cuando se hace referencia a los bambúes leñosos y consta de cuello, nudos y cañutos. Se denomina cuello a la parte de unión entre el rizoma y el culmo. Nudo son los puntos de unión de los cañutos y, cañuto a la porción del culmo comprendida entre dos nudos. Además, el tallo es un sistema nodular que consta de nudos y entrenudos dispuestos axialmente; el diámetro y el espesor de la pared del culmo, disminuyen con la altura, en caso contrario, la densidad y la longitud entre dos nudos aumenta con ésta. (p. 44)

b) Yema

Según, MIDAGRI (2021)

La yema es una pequeña estructura que está encerrada por la primera hoja modificada de una rama. Se encuentra ubicada encima de la línea nodal en direcciones opuestas y tiene la capacidad de desarrollar raíces y brotes durante la propagación. (p. 25)

SERFOR (2021) “las yemas tienen un papel muy importante en los estudios de los diferentes géneros taxonómicos las cuales permiten la identificación de las diversas especies y géneros que sirven para la propagación”. (p. 20)

c) Hola caulinar

MIDAGRI (202) afirma que:

La hoja caulinar nace en cada nudo del tallo, es de forma triangular y de color marrón. La función que cumple es proteger las yemas y el tallo durante las primeras etapas de desarrollo y crecimiento de la planta, cuando las yemas se

activan, estas se caen. Están protegidas por una especie de vellosidad (siso) que al tener un contacto puede ser urente. (p. 26)

d) Rizoma

De acuerdo al MIDAGRI (2021):

El rizoma es llamado también caimán, es la "raíz" de cada tallo, es de tamaño corto, grueso y curvo (paquimorfo). Tiene raíces secundarias que le permiten absorber los nutrientes del suelo y proporcionar un anclaje a la planta. Está formado por tres partes que son: el cuello del rizoma, el rizoma propiamente dicho y las raíces secundarias. (p. 26)

e) Ramas y hojas

El MIDAGRI (2021) define que:

Las ramas tienen un crecimiento opuesto por encima de la línea nodal desde las yemas, su desarrollo se da después de haber completado el crecimiento total del tallo. Son de gran importancia para el sostenimiento de las hojas, se puede encontrar tres tipos de ramas como: ramas primarias, secundarias y terciarias. (p. 27)

El MIDAGRI (2021) refiere que:

Las hojas son alternas, delgadas y largas, que forman la estructura básica en el proceso de la fotosíntesis, el cual están compuestos por una vaina y una lámina. La forma de las hojas permite nombrar a la especie *Guadua angustifolia*: *angustus* = estrecha y *folium* = hojas. (p. 27)

f) Inflorescencia

MIDAGRI (2021) sostiene que:

La inflorescencia se presenta en forma esporádica o poco frecuente, con intervalos de tiempo irregulares y de forma aislada. Está formada por espiguillas con una o más flores que están cubiertas por brácteas que protegen las semillas, asemejándose a los granos de arroz. Tienen baja viabilidad y baja germinación las semillas. (p. 28)

g) El fruto

Cano (2020) manifiesta que:

El fruto está formado por el pericarpio que rodea la semilla, que consiste en el endospermo y un embrión que contiene la raíz, la plántula y el escutelo. En este tipo de frutos, el endospermo está muy reducido y el embrión tiene el esculeto grande que contiene una gran cantidad de gránulos de almidón que actúan como reservas de alimentos. Las características del fruto, como la forma, tamaño del embrión y forma del filo, son de gran importancia y ayudan a distinguir grupos más grandes dentro de la gramínea. (p. 18)

1.2.8. Estados de madurez del tallo de bambú

MIDAGRI (2021) señala que:

Los estados de madurez del tallo del bambú son las diferentes etapas de desarrollo por las que pasa el tallo, desde que emerge del suelo hasta que se seca naturalmente, y sus diferencias son importantes durante el proceso de aprovechamiento. Constan de cuatro etapas los estados de madurez y son:

a) Brote

MIDAGRI (2021) señala que:

La etapa inicial de desarrollo del tallo, se caracteriza por adherirse al rizoma y estar cubierta con las hojas caulinares. Se considera brote desde que emerge del suelo hasta alcanzar su altura máxima. Pasado este tiempo, las hojas del tallo comienzan a desprender, a medida que el tallo sigue madurando, las yemas se activan para dar a las ramas (este proceso dura aproximadamente un año). La plantación debe contar con brotes cada año, lo que asegura su continuidad, crecimiento, desarrollo y éxito de dicha plantación. En la provincia de Bongará, los brotes ocurren estacionalmente debido a las lluvias solo de enero a abril. En la provincia de Bagua (Aramango e Imaza) y Condorcanqui (Nieva, Río Santiago y El Cenepa), los brotes son permanentes, debido a las lluvias continuas durante todo el año. (p. 28)

b) Verde

MIDAGRI (2021) señala que:

Los tallos se caracterizan por: Tener un color verde intenso con una clara línea de

color nodal blanca, con presencia de yemas, ramas, hojas y algunas hojas caulinares en la base. Esta fase dura entre dos a tres años; dependiendo la edad de la plantación, las características del lugar y de los tallos. (p. 29)

c) Maduro

Según MIDAGRI (2021) maduro es aquel tallo que:

Logra la madurez fisiológica y los mejores valores en las propiedades físicas y mecánicas. La mayoría están cubiertos por manchas blancas en forma de plaquetas, que son producidas por líquenes. Progresivamente se percibe una pérdida de la vellosidad de la línea nodal y un cambio gradual en el color del tallo de verde claro a verde oscuro. Este es el estado de madurez ideal para su aprovechamiento y diferentes usos como en la artesanía, mueblería, construcción, etcétera. A partir de los 3 a 5 años de haber emergido del suelo ya se le considera maduro, asimismo se observa el inicio del secado de las ramas. (p. 30)

d) Seco

MIDAGRI (2021) señala que:

En esta etapa, el tallo está completamente cubierto de líquenes y hongos; tornándose a un color amarillento, perdiendo las hojas y ramas como también su valor comercial para las construcciones ya que pierde sus propiedades físicas y mecánicas. Asimismo, estos tallos secos reducen el rendimiento en la producción. (p. 30)

1.2.9. Crecimiento del bambú

Ardiles (2019) manifiesta que:

El centro de actividad morfogenética está dado por brotes y yemas con meristemas apicales cónicos. Este tejido meristemático primario forma el primordio que luego se diferencia en varias estructuras vegetales. El alargamiento del tallo comienza cuando los brotes alcanzan una altura de 60-90 cm. de longitud, y se empiezan a distinguir los nudos y entrenudos. El culmo o tronco se vuelve más fuerte, crece y se desarrolla más rápido y tiene más ramas y hojas. porque soporta una mayor actividad fotosintética. (p. 13)

Flores (2019) menciona que:

> Algunas especies de bambú se caracterizan por un rápido crecimiento que alcanza los 8 - 120 cm al día, se sabe que el crecimiento del tallo de bambú es mayor que el de todas las plantas existentes. En Japón, Nagaoka, prefectura de Kyoto, la especie *Phyllostachys edulis* creció 119 cm durante 3 días consecutivo. (p. 12)

1.2.10. Prendimiento del bambú

Martínez (2020) suscribe que "el prendimiento o también llamado supervivencia es el número de yemas que brotan de un total de culmos sembrados, el cual esta expresado en porcentaje" (p. 41).

Respecto al prendimiento del bambú, Vela (2023) señala que:

> Las yemas son responsables del crecimiento de los tallos, ya sean leñosos o herbáceos, y su dureza está relacionada con la consistencia de los mismos. Además, las yemas también son responsables de la producción de hojas y ramificaciones en los tallos de la planta. (p.152)

Vela (2023) señala que:

> El hecho de que los culmos tienen yemas con brotes o yemas por brotar no significa realmente que no tengan yema, pues la yema se encuentra en la planta de bambú, diferenciándose solo el momento de desarrollo de la yema, otros están en menor desarrollo mientras que otros culmos evidencian su presencia en el tallo, de ahí que los coeficientes de variabilidad de los análisis de variancia tienen valores regulares de precisión debido a los diferentes estados fisiológicos del culmo que no se pueden detectar con precisión. (p. 153)

Vela (2023) sostiene que "la yema es un órgano clave en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que contiene células indiferenciadas capaces de generar nuevos órganos como hojas, flores y ramas".

Asimismo, precisa que "las yemas son estructuras que se originan sobre el tallo, en la axila foliar, y mediante reajustes en el crecimiento en algunos casos atípicos se desplazan sobre el tallo o sobre la misma hoja".

Además, señala que "las yemas son las estructuras encargadas del crecimiento del tallo y también producen hojas y ramificaciones; por lo tanto, las yemas están

relacionadas con el crecimiento de las hojas".

Finalmente, Vela (2023) indica que "las hojas se desarrollan a partir de los primordios foliares que envuelven el cono vegetativo de las yemas y mediante la posterior formación de primordios foliares producidos en sucesión acrópeta en el crecimiento del ápice del brote" (pp.154 – 155).

1.2.11. Método de propagación del bambú

a) Propagación sexual

El MIDAGRI (2021) afirma que "la *Guadua angustifolia* es una de las especies con problemas de propagación mediante semillas, ya que el período de floración puede ser mayor a los 100 años, además, las semillas, tienen baja germinación y baja viabilidad" (p. 31).

Martínez, (2020) da a conocer que:

La propagación sexual es el método convencional de reproducción de la gran mayoría de las especies vegetales y es aquel que se desprende de la germinación de su semilla. En el caso de la Guadua, la limitación está en el sentido de que es una especie con floración esporádica; es decir, solo unos pocos individuos en un mismo "manchal" (varios grupos de guaduas) florecen en épocas irregulares, generalmente, durante la época de lluvias. Además, la vida útil de la semilla es muy corta y las plantas producidas de esta manera crecen muy lento. Por lo tanto, este método de reproducción no es práctico para *Guadua angustifolia*" (p. 10).

b) Propagación asexual

Martínez (2020) informa que:

En la propagación asexual se hace uso de las partes de plantas para crear o regenerar nuevas plantas. El método más común que se usa hoy en día es "sembrar" rizomas o raíces, cortar los tallos y cultivar "chusquines" o pequeños brotes de rizomas" (p. 10).

Martínez (2020) expresa que:

El principal método de propagación es por "chusquines", que se encuentran en la base de las plantaciones originándose a partir de yemas adventicias en los rizomas. Estos, emergen tan pronto como se corta el culmo. Este método de propagación es muy recomendable debido al alto prendimiento y rápido desarrollo del género Guadua, con cada brote produce de 2 a 12 plántulas en 4 meses; sin embargo, esta

ruta tiene limitaciones como la baja disponibilidad de material vegetal. (p. 11)

- **Propagación por segmentos de tallo o riendas**

  Ardiles (2019) señala que:

  Para este caso, se utiliza un segmento de tallo con dos o más nudos de tallos jóvenes de unos 8 - 10 cm de diámetro, para poder enterrarlos de forma horizontal o vertical. Si en caso existe falta de humedad, se recomienda perforar los entrenudos y llenarlos con agua y cubrirlos con tierra, este tipo de propagación tiene un prendimiento entre 50 y 60 %. (p. 17)

- **Propagación por tallos enterradas en forma horizontal**

  MIDAGRI (2021) refiere que, mediante este método se obtiene buenos materiales de propagación (chusquines). Para dicho método se emplea tallos de 1.5 a 3 años. Los pasos para la propagación son:

- Primero, se realiza la selección de tallos de 1.5 a 3 años, con diámetro de unos 3 cm, aquellos con las mejores características físicas, sanas y vigorosas.
- Realizar el corte y la extracción de los tallos con machete, serrucho o un podón, las dimensiones de los tallos deben ser de acuerdo a la longitud de las camas.
- Luego cortar las ramas primarias por encima del segundo nudo, es recomendable realizar este trabajo a horas de la mañana, de esta forma evitar la deshidratación.
- Antes de instalar los tallos en las camas, aplicar una solución desinfectante de 10 g / 10 lt de agua para poder prevenir la presencia de diferentes patógenos como los hongos y un enraizador al 0.5 %, para activar las yemas y la formación de raíces.
- Colocar los tallos horizontalmente en las camas acondicionadas ya sea en invernadero o bajo tinglado, a una distancia de 3 a 5 cm entre tallos, luego cubrir los tallos con materia orgánica descompuesta a un espesor de 3 a 5 cm.
- El riego debe ser constante en horas de la mañana o antes del anochecer.
- Ya producidos los brotes (chusquines), se realiza el deshije en horas de la mañana, para ello hay que separarlos con una tijera de podar o una palana y estos serán colocados en bolsas de polietileno o serán trasladados a campo. Además, se seleccionará un grupo de plantones con las mejores características para continuar con el proceso de propagación. (pp. 38-39)

- **Propagación por esquejes o ramas basales**

  Ardiles (2019) sostiene que para este tipo de propagación es recomendable:

  Seleccionar las ramas o riendas de la parte central, inferior o basal del tallo, y cortarlas en segmentos de 5 a 15 cm de largo que posean yemas activas, colocándolos en bolsas de plásticas con sustrato o bandejas para la propagación con una inclinación de 45°; es importante el riego constante ya que, de ello, depende un prendimiento adecuado. (p. 19)

- **Propagación por ramas enterradas en forma horizontal**

El MIDAGRI (2021) considera que este método fue adoptado a causa de la falta de material vegetativo para la propagación como rizomas y chusquines. Siendo así uno de los métodos que dio buenos resultados en la obtención del material vegetativo y su posterior masificación. Los pasos para la propagación por ramas enterradas en forma horizontal son:

- Elegir ramas que tengan de 1.5 a 3 años, con diámetro de 1 a 2 cm, con las mejores características físicas, yemas sanas y vigorosas.
- Separe las ramas primarias de la base y la mitad del tallo, utilizando una tijera de podar o un machete.
- Luego cortar las ramas secundarias por encima del segundo nudo, este trabajo se sugiere realizar por las mañanas para evitar la deshidratación.
- Se realiza la desinfección mediante la aplicación de una solución de 10 g / 10 lt de H_2O, también el enraizador a un 0.5 % de esta manera prevenir la presencia de patógenos como los hongos, la activación de las yemas y formación de las raíces.
- Seguido a ello se ubican horizontalmente las ramas cortadas en las camas, a un distanciamiento de 2 a 3 cm y cubrirlas con el sustrato aproximadamente 2 a 5 cm de espesor.
- Para evitar la exposición directa del sol de las ramas es importante acondicionar las camas de propagación ya sea en invernaderos o bajo tinglado.
- Durante el primer mes el riego es constante, se recomienda realizar el riego en horas de la mañana o al atardecer, de esta forma se activen las yemas y genere las raíces.
- Después de los 90 a 120 días producidos los brotes (chusquines), comenzamos con el deshije en horas de la mañana, para ello hay que separarlos con una tijera de podar o una palana y estos serán colocados en bolsas de polietileno o serán

trasladados a campo. Además, se seleccionará un grupo de plantones con las mejores características para continuar con el proceso de propagación. (pp. 36-38)

- **Propagación por rizomas de tallos**

Ardiles (2019) establece que “el rizoma se extrae y se entierra completamente en un lugar definido, este método no es recomendable debido al daño que se le causa a la mancha de la planta “madre” y por el tiempo que requiere la extracción del rizoma” (p. 19).

- **Propagación por plántulas o chusquines**

Según, Ardiles (2019) manifiesta que:

La propagación de plántulas es una técnica que ha dado buenos resultados, ya que ha permitido la producción planificada de plántulas para atender la demanda que se presenta en la zona de trabajo. Esto asegura una plantación exitosa, ya que las plantas de muy alta calidad están disponibles rápidamente y a bajo costo, y son adecuadas para establecerse en el campo en un tiempo relativamente corto. (p. 19)

El MIDAGRI (2021) afirma que el método de propagación por chusquines se viene aplicando ya desde el año 2010, debido a la propagación y obtención del material vegetativo en corto tiempo, reducido costo de propagación y la facilidad de trabajo, dado que el chusquín cuenta con un pequeño rizoma en formación, raíces y yemas definidas, permitiendo la masificación del material vegetal a comparación de los demás métodos. Los pasos para la propagación mediante chusquines son los siguientes:

- Iniciamos con la selección de una plantación de bambú con las mejores características físicas, vigoroso y sano.
- Situar los chusquines provenientes de las yemas basales de los rizomas.
- Retirar los chusquines cuidadosamente sin afectar la planta madre y el chusquín ya sea con o sin el pan de tierra, pero que estos tengan mayor cantidad de raíces y raicillas, realizar esta actividad en horas de la mañana o al atardecer para evitar la deshidratación de los chusquines.
- En un recipiente o balde con agua poner los chusquines, de esta forma evitar la deshidratación.
- Seguido a ello llevar al vivero de propagación, y realizar el deshije, corte de raíces, tallos y hojas a una altura aproximada de cm con 4 a 5 nudos.
- Previo a la instalación en las camas de propagación, es recomendable sumergir en

una solución desinfectante de 10 g / 10 lt. de agua por un tiempo de 5 s previniendo la presencia de hongos. De igual forma sumergir en un enraizante al 0.5 % por un tiempo de 10 min a 1 hora.

- Las proporciones del sustrato recomendado es de 2:1:1 (suelo agrícola: arena de río: materia orgánica descompuesta) a temperatura y humedad relativa controlada para un buen crecimiento de los brotes ya sea en invernadero o bajo tinglado. Luego colocar a un distanciamiento de 20 x 20 cm entre plantas en las camas de propagación, en caso de las bolsas se sugiere el tamaño de 5 x 8 pulgadas.
- Durante el primer mes el regado es constante en horas de la mañana o antes del anochecer, para la activación de las yemas y generación de las raíces.
- Después de los 3 meses aproximadamente, cada chusquín habrá producido tres brotes y se procederá al deshije, que consiste en separar cada brote de forma manual o también con una tijera de podar o palana. Es importante conservar los chusquines bajo sombra e hidratados.
- Aquellos plantones con el mejor porte y brotes gruesos serán colocados en bolsas de polietileno o serán trasladados a campo. Además, es necesario seleccionar un grupo de plantones con las mejores características y continuar con el proceso de propagación. Es importante cambiar el material de propagación después de 3 o 4 usos. (pp. 34-35)

- **Propagación por acodo**

  SERFOR (2022) define que es una técnica y/o forma de propagación en el cual se basa en que una rama de bambú emita y desarrolle raíces, para posteriormente ser cortada y separarla de la planta madre, produciendo así a una planta idéntica y/o similar a la planta madre, misma técnica son empeladas para diversas especies de bambú las cuales tienen un porcentaje aceptable en propagación. (p. 22).

1.2.12. Condiciones ambientales para el cultivo del bambú

Mamani (2018) señala que:

Desde el punto de vista ecológico, la comunidad de guaduales está formada por la especie *Guadua angustifolia* asociada a una diversa vegetación proveniente de la heterogénea flora preandina con mismos géneros y familias iniciales, que define las características de los vegetales más desarrollados y evolucionados del mundo. Esta especie está distribuida tanto en la región tropical como en la subtropical, sin

embargo, encontramos en mayores áreas o extensiones en los bosques húmedos y muy húmedos concentrándose en las laderas de montaña y en las vegas de los ríos. (p. 31)

a) Temperatura

Respecto a la temperatura, Mamani (2018) manifiesta que, la capacidad de adaptación del bambú a la temperatura varía según la especie, pero durante el periodo de brote no tiene mucha influencia ya que las altas temperaturas favorecen el crecimiento de los retoños. Los rangos de temperatura están entre los 9°C a 36°C. (p. 32)

b) Altitud

Flores (2019) afirma que "las altitudes están entre los rangos de 650 msnm a más de 3300 msnm, dependiendo de la especie. En caso de la especie *Guadua angustifolia* Kunth se encuentra en el rango de 650 a 1900 msnm" (p. 11).

c) Precipitación

Flores (2019) plantea que:

La planta de bambú en la etapa de crecimiento, los retoños requieren de ciertas cantidades de lluvia y a la vez que estas sean constantes para el buen crecimiento de la planta. Los requerimientos de lluvia por año son de 1200 a 4050 mm. (p. 11)

d) Humedad relativa

Mamani (2018) señala que, "la humedad relativa es un factor muy importante para el buen desarrollo de la especie. La humedad más favorable para el crecimiento de los bosques de guadua se encuentra entre 75% y 85%" (p. 33).

e) Luminosidad

Mamani (2018) indica que "la intensidad de luz para el buen desarrollo de la guadua debe estar entre las 1800 y 2000 horas / luz / año, de 5 a 6 horas / luz / día aproximadamente" (p. 33).

f) Suelo

Flores (2019) sostiene que "el suelo más apto para el bambú es el arenoso con

suficiente humedad, buen drenaje y adecuada retención de agua, en los suelos o terrenos fangosos no es recomendable" (p. 12).

Según, Mamani (2018) refiere que "los bambús se adaptan fácilmente al entorno, son tolerantes a diversos tipos de suelos, desde los pobres en materia orgánica (MO) hasta los suelos ricos en minerales. El rango del pH optimo es de 3.5 a 6.5" (p. 33).

Según, Mamani (2018) describe que:

> Los suelos más favorables para el desarrollo de la guadua son los francos, francos - arenosos, franco – limosos y areno - limosos. Aquellos que presenten texturas gruesas y medías, ricos en materia orgánica (MO), con buen drenaje, húmedos sin inundaciones la guadua tendrá un buen crecimiento y desarrollo, pero en los suelos arcillosos la guadua no obtendrá un buen desarrollo de la planta. (p. 34)

g) Topografía

Tal como señala Flores (2019) que "para un mejor crecimiento del cultivo y un buen drenado del agua la inclinación de 15° es la más recomendable" (p. 12).

1.2.13. Importancia del bambú

a) Importancia ambiental

Ardiles (2019) reporta que:

> El bambú no solo ayuda a reducir la erosión del suelo a través de su sistema de rizomas y la materia orgánica que produce, sino que también actúa como regulador y protector de los recursos hídricos, en aquellos suelos que cuentan con cobertura vegetal y los suelos ricos en materia orgánica (MO) están menos expuestos a la incidencia de la luz solar y pueden captar con mayor facilidad el agua de lluvia, aumentando así su contenido de agua. El bambú tiene la capacidad de almacenar agua en su tallo para ser utilizadas de la planta durante la estación seca y también ayudando a mantener la humedad del suelo durante esta época del año. Durante la etapa del crecimiento y desarrollo las plantaciones de bambú aumentan la biodiversidad local, ya que atrae distintas especies de animales e insectos, utilizando las plantas como su hábitat y se establecen allí de manera temporal o permanente. Aparte de ello las plantaciones de bambú ayudan a mejorar el paisaje de aquellas zonas donde no existen cobertura vegetal. (p. 15)

Ardiles (2019) menciona que desde un punto de vista ambiental:

El bambú tiene excelentes capacidades de restauración y curación de aquellos daños ocasionados al ecosistema, como incendios forestales, deslizamientos de tierra y varios tipos de deforestación. Es una excelente alternativa para solucionar algunos problemas de erosión, principalmente por la forma estructural del sistema radicular del rizoma, evita la lixiviación y degradación del suelo y protege los canales de riego. Además, la sobreproducción de biomasa en la producción de hojas forma un colchón en la superficie del suelo, promoviendo una mayor infiltración del agua superficial. (p. 15)

b) Importancia social económica

Ardiles (2019) respecto a la importancia socioeconómica indica que:

Las especies nativas y exóticas del bambú presentes en nuestro país tienen una excelente adaptabilidad a los diferentes ecosistemas, una vez establecido, son capaces de resistir las inclemencias del lugar, desde lluvias prolongadas hasta períodos prolongados de sequía, de suelos ácidos a suelos ligeramente alcalinos. Por lo tanto, el bambú debe ser considerado como uno de los cultivos más importantes para el desarrollo económico de la sociedad. La efectividad del bambú, debido a su gran dinámica fotosintética, puede convertir fácilmente el secuestro de carbono atmosférico de 45 a 60 t/ha, brindando una alternativa económica para las comunidades rurales. (p. 16)

Martínez (2020) cuando se refiere al cultivo del bambú indica que:

La importancia del cultivo de bambú y acerca de la industria del bambú en el mercado extranjero, indicando que más de la mitad de la población lo viene usando todos los días, ya que representa una alternativa viable ante los materiales más caros. También señalaron que, a corto y mediano plazo, se espera un uso mayor como fuente de energía ya que es un recurso renovable y de rápido crecimiento, de este modo se reemplace los combustibles fósiles. Para el año 2015 el mercado mundial del bambú superó los 10 millones de dólares anuales, con un potencial crecimiento de 20 mil millones. El cultivo de bambú debe ser considerado importante para el desarrollo económico de la sociedad debido a las siguientes características:

- Alta productividad de los brotes en ciertas especies, permitiendo establecer paquetes tecnológicos para la industria alimentaria.
- Sistema radicular complejo que se adhiere al suelo siendo un excelente retenedor del suelo, evitando la erosión; aparte de ello es de rápido crecimiento por lo que es una gran oportunidad para la inversión en el sector forestal.
- Importante para la masificación del cultivo mediante la propagación asexual y la población pueda realizar programas de reforestación.
- Con más de 10 millones de hectáreas de hectáreas degradadas en el país, existe una gran oportunidad de cultivar bambú para la industria de pulpa para papel, tableros aglomerados. La integración al sector productivo será fuente de prosperidad y empleo en gran escala para la población rural. (pp. 13-14)

c) Importancia agroindustrial

Mamani (2018) sostiene que:

En torno a la guadua están surgiendo nuevas industrias como: los alimentos, elaboración de alcohol, fabricación de papel, laminados, aglomerados, palillos, muebles, pisos, artesanías, instrumentos musicales y productos comerciales. El bambú es uno de los materiales más antiguos utilizados por los humanos, y posiblemente pocas plantas pueden igualar la veleidad de esta importante especie. Pocos recursos naturales ofrecen las oportunidades que brinda la guadua. (p. 10)

d) Importancia como reguladora de agua o recarga hídrica

Según, Mamani (2018) el bambú es dentro de las plantas nativas:

La más importantes del occidente colombiano debido a sus propiedades reguladoras de agua y protectoras del suelo, también sus propiedades físico - mecánicas que la hacen apta para múltiples usos en la elaboración de artesanías, la fabricación de muebles y la construcción de viviendas. El bambú juega un papel importante en la conservación de las fuentes de agua por su capacidad reguladora, puesto que su sistema radicular extrae agua del suelo, retiene, almacena y finalmente la libera en la medida requerida para realizar su actividad fisiológica. Asimismo, indica que los tallos cumplen un papel importante, ya que almacenan agua en los entrenudos para luego devolverlas al suelo. La guadua se destaca porque tiene la función de regular los caudales de las quebradas y los ríos, conservan las cuencas hidrográficas, forman cubiertas protectoras reduciendo el

impacto de las gotas de lluvia, protegen de la erosión del suelo y la biomasa del follaje seco protege de las gotas de lluvia disminuyendo el agua de escorrentía superficial. Por otro lado, las hojas caídas disminuyen los procesos de evaporación y transpiración, reteniendo la humedad del suelo y mejorando el almacenamiento de agua. Bajo estas condiciones, los rizomas y las hojas en descomposición en el suelo impiden el flujo rápido y continuo de agua, regulando las tasas los caudales y protegiendo el suelo de la erosión. El agua de lluvia que se deposita en el guadual permanece allí durante mucho tiempo y tarda en caer al suelo, regulando así la cantidad de agua, creando reservas que son desplazados cuando el sistema lo necesite, especialmente en épocas de verano. Un dosel formado junto con el follaje en la orilla de la fuente de agua limita la evaporación y contribuye a la regulación antes mencionada. Por ello es importante sembrar guadua si queremos ahorrar agua. (pp. 10-11)

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del ámbito de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en el Vivero Forestal de alta tecnología del **Proyecto Especial de Desarrollo del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro – PROVRAEM,** ubicado en el distrito de Pichari, provincia La Convención, región Cusco, a una altitud de 550 msnm, cuyas coordenadas geográficas son 12°31'31" Latitud Sur y 73°49´48" Longitud Oeste. Pertenece a la región natural rupa rupa o selva alta.

2.1.1. Ubicación política

Distrito : Pichari
Provincia : La Convención
Región : Cusco
Sector : Carretera a Sankiroshi – frente al campo ferial.

2.1.2. Ubicación geográfica

El distrito de Pichari se encuentra ubicado en ceja de selva, margen derecha del río Apurímac entre los departamentos de Cusco y Ayacucho, al noroeste de la capital de la Provincia de La Convención, su ámbito territorial está comprendido entre las altitudes 250 msnm y 3500 msnm, cuya capital del distrito se ubica en una altitud de 550 msnm.

2.1.3. Límites

El distrito de Pichari limita:

Por el norte: con los distritos de Río Tambo y Pangoa, provincia de Satipo, departamento de Junín. Por el sur con el distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.

Por el este: con el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cusco y con el distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín.

Por el oeste: con los distritos de Sivia y Llochegua, provincia de Huanta, Ayacucho y distrito de Pangoa, provincia de Satipo, departamento de Junín.

Por el sur: Con el distrito de Pichari y con Río Apurímac.

Figura 2.1

Mapa de ubicación del proyecto de investigación

Nota. Se presenta el mapa de ubicación del vivero forestal de PROVRAEM.

2.2. Extensión territorial

Su ámbito territorial está comprendido entre 340 msnm en la confluencia del río Mantaro con el Apurímac y 4,200 msnm en las partes más altas; la capital distrital comprende 1 337.94 Km2 (133,794.33 ha).

2.3. Características climáticas del distrito de Pichari

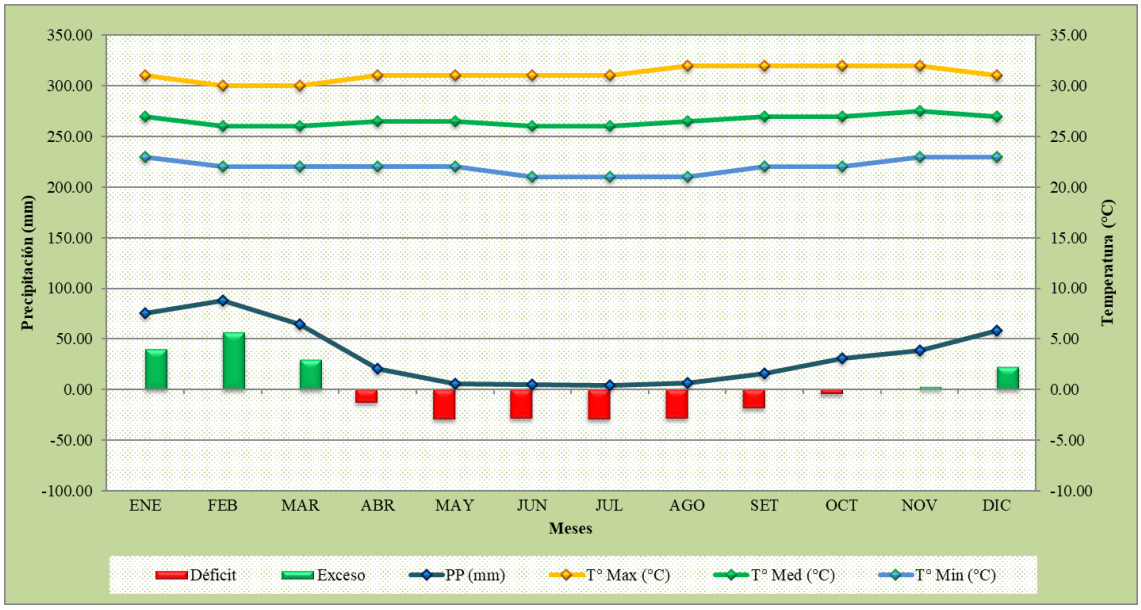
El clima en Pichari se caracteriza por la presentación de dos épocas; una frígida-seca (mayo- setiembre) y otra calurosa-lluviosa (noviembre - abril).

La temperatura máxima en promedio fue de 30.25 ºC, siendo los meses de setiembre y octubre como los más calurosos con 32°C. La temperatura mínima en promedio fue de 19.6°C, siendo junio, julio y agosto, los meses más fríos con 16.3°C.

La precipitación máxima de 310.6 mm se registró durante los meses de diciembre a marzo, mientras que la precipitación mínima de 15.2 mm ocurrió en el mes de julio.

Figura 2.2

Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico. Estación Meteorológica del distrito de Pichari, La Convención, Cusco



Nota. El balance hídrico de METEOBLUE basado en 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos por hora, están disponibles para todos los lugares de la tierra. Ofrecen buenas indicaciones de los patrones climáticos típicos y de las condiciones esperadas (temperatura, precipitación). Los datos simulados tienen una resolución espacial de aproximadamente 30 km.

2.4. Condiciones edáficas

Tabla 2.1

Categorías de uso actual de la tierra

Código	Nivel II	Área (ha)	Área %
1.1	Áreas urbanizadas	624.24	0.47
2.1	Cultivos transitorios	760.84	0.57
2.2	Cultivos permanentes	9037.5	6.75
2.3	Áreas agrícolas heterogéneas	4012.75	3.0
3.1	Bosques naturales	106378.9	79.51
3.2	Bosques plantados	33.1	0.02
3.3	Áreas con vegetación arbustiva / herbácea	10535.87	7.87
3.4	Áreas sin o con poca vegetación	1514.1	1,13
4.1	Aguas continentales	897.01	0.67
	TOTAL	**133 794.33**	**100%**

Nota. Las categorías de uso actual de la tierra están presentadas en números y porcentaje de áreas.

2.5. Factores de estudio

A) Tipos de cobertizos

- Malla Raschel
- Cámara Térmica

B) Posición de estacado de culmos

- Horizontal
- Vertical

Tratamientos: Según los factores en estudio, se tiene los siguientes tratamientos:

Tabla 2.2

Tratamientos del ensayo

N°	Tratamientos	Descripción
1	T1	Malla Raschel x Posición Horizontal del culmo
2	T2	Malla Raschel x Posición Vertical del culmo
3	T3	Cámara Térmica x Posición Horizontal del culmo
4	T4	Cámara Térmica x Posición Vertical del culmo

Figura 2.3

Características y distribución del campo experimental para cada cobertizo

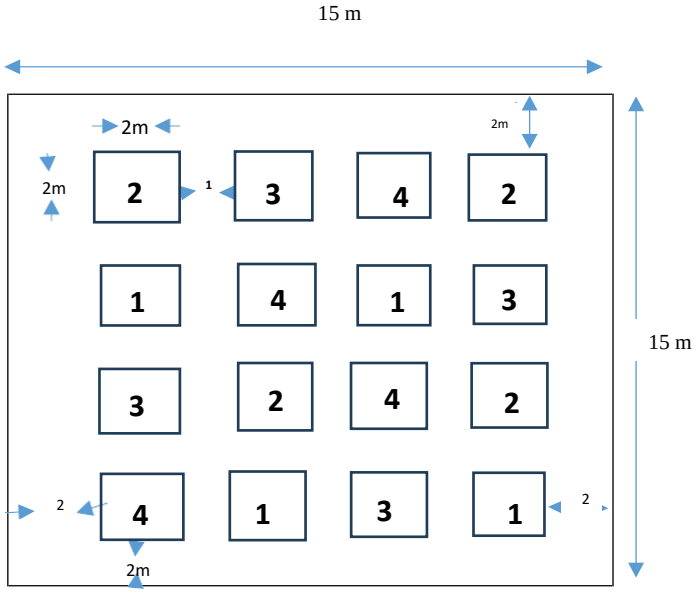
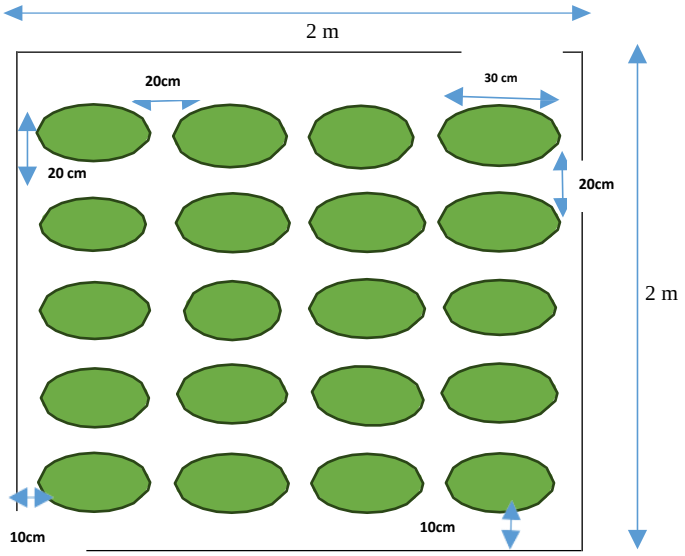


Figura 2.4

Características de la unidad experimental en camas enraizadoras para cada cobertizo



2.6. Diseño experimental

El trabajo de investigación, se instaló utilizando el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con arreglo de cuatro tratamientos, con dos tipos de cobertizo: Malla Raschel y Cámara Térmica (C) y dos posiciones de estacado: horizontal y vertical con 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por 20 culmos de *Guadua angustifolia* Kunth haciendo un total de 320 culmos (Figura 2.4)

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Yijk = \mu + \alpha i + \delta j + (\alpha\delta)ij + \varepsilon ijk$$

$i = 1, 2$ $\quad a = 3$

$j = 1, 2$ $\quad b = 3$

Donde:

μ : efecto de la media

αi : efecto del i-ésimo nivel de posición de siembra (horizontal y vertical)

δj : efecto del j-ésimo nivel de yemas brotadas y yemas por brotar en el culmo

$(\alpha\delta)$ij : efecto de interacción i-ésimo nivel de posición, j-ésimo nivel de yemas brotadas y yemas por brotar.

εijk : error experimental

2.7. Materiales y equipos

Equipos

- Cámara fotográfica
- Laptop
- Impresora

Herramientas

- Serrucho
- Tijera de podar
- Baldes
- Zaranda
- Carretilla
- Plástico negro
- Mochila fumigadora
- Regadera
- Cuaderno de registro
- Lapiceros
- Cinta métrica

Insumo

- Arena
- Tierra negra
- Esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth**)**
- Hormona Root-Hor
- Formol al 37% (desinfectante para sustrato)
- Fungicida (Phyton 27)

2.8. Procedimiento metodológico

2.8.1. Instalación y conducción del estudio

a) Acondicionamiento de los cobertizos Malla Raschel y Cámara Térmica

Se acondicionaron el área de las instalaciones del MIDAGRI, del Proyecto Especial de Desarrollo del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro – PROVRAEM, para ello, se limpiaron las malezas y se nivelaron el terreno.

b) Acondicionamiento de las camas enraizadoras

Ambos cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica) contaron con sus respectivas camas enraizadoras, donde se ubicaron las áreas para cada posición (horizontal y vertical) de los culmos.

c) Preparación del sustrato

Los componentes del sustrato (tierra negra y arena de río) fueron adquiridos, luego sometidos al zarandeo para separar los residuos como raíces, hojas, tallos secos entre otros. El sustrato que se utilizará estará conformado por 50% de tierra negra y 50% de arena de rio.

d) Desinfección del sustrato

Se realizó la solarización, que consiste en desinfectar el sustrato mediante la exposición del suelo bajo el sol durante 3 días con la ayuda de plásticos que actuaron como gradientes de temperatura. La exposición al sol eleva la temperatura del suelo a niveles letales para muchos patógenos, lo que permite la desinfección del sustrato. Esta técnica es útil para el control de patógenos del suelo y otras especies de malezas y microorganismos que pueden que pueden causar daño al material vegetativo en estudio.

e) Recolección del material vegetativo

Los culmos de bambú se obtuvieron del centro poblado de Pichari Baja, de las riberas del río, de aquellas plantas madres seleccionadas en base a las mejores características. La recolección de culmos se efectuaron con la ayuda de un serrucho y una tijera de podar debidamente desinfectados.

f) Hidratación del material vegetativo

Después de extraer los culmos del bambú se sumergieron en agua durante 24 horas en un balde de 20 litros, ubicados bajo sombra.

g) Aplicación de enraizante al material vegetativo

En un balde de 20 litros de agua se añadió 10 ml de enraizante comercial (Root-Hor) en el cual se sumergieron los culmos de bambú durante 10 minutos.

h) Estacado de las culmos de bambú en la cama enraizadora

Después de los 10 minutos de sumersión de los culmos en el enraizante se procedieron a la colocación manual en las camas enraizadoras de ambos cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica) tanto en la forma horizontal como vertical. Dicha labor se realizó por la mañana para evitar la deshidratación del material vegetativo.

i) Riego

Esta actividad se realizó dos veces al día para evitar el estrés hídrico que puede afectar el material vegetativo en estudio, mediante el riego manual, con el uso de regadera y manguera para ambos cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica).

La limpieza de maleza y remoción del suelo se realizaron de manera periódica para evitar la compactación del sustrato y la competencia por nutrientes y agua entre la maleza y los culmos de bambú. Ambas prácticas se realizarán de forma manual.

k) Control fitosanitario

Se aplicaron controles preventivos, de acuerdo a la presencia de plagas y enfermedades.

l) Recolección de datos

En la investigación se realizó la toma de datos a partir de 50 días después de haber colocado los culmos en las camas de enraizamiento, con la finalidad de evaluar los parámetros en estudio.

2.9. Evaluación de los parámetros

La evaluación de los parámetros se realizó a los 50 días de haber estacado los culmos en las camas enraizadoras.

Se evaluó el porcentaje de prendimiento, porcentaje de mortandad, número y longitud de brotes y longitud de raíces.

- **Porcentaje de prendimiento de culmos**

Para obtener dicha información, se evaluó los 320 culmos estacados anotando aquellos que presentaban brotes, hojas y raíces y de aquellos que perecieron. Con dichos

datos se procedió a determinar el porcentaje de prendimiento y de mortandad de los culmos en el ensayo utilizando la siguiente fórmula matemática.

$$\%\ de\ prendimiento = \frac{número\ total\ de\ culmos\ prendidos}{numero\ total\ de\ culmos\ estacados} \text{ X } 100$$

- **Porcentaje de mortandad**

El porcentaje de mortandad se determinó mediante la relación de culmos muertos y el número total de culmos colocados en la cama enraizadora, multiplicado por 100.

$$\%\ \text{de mortandad} = \frac{número\ total\ de\ culmos\ muertos}{numero\ total\ de\ culmos\ estacados} \text{ x } 100$$

- **Número de brotes**

La evaluación del número de brotes se realizó a los 50 días después de haber estacado los culmos en las camas enraizadoras, para ello, se contó 36 culmos por tratamiento y 9 culmos por repetición con brotes emergidos sobre la superficie del culmo, en ambos cobertizos y en ambas posiciones.

- **Longitud de brotes**

Con la ayuda de una regla métrica, se midió la longitud de los brotes de los culmos evaluados anteriormente (número de brotes) desde la base hasta el ápice del brote, en ambos cobertizos Malla Raschel y Cámara Térmica y en ambas posiciones, cuyos resultados son expresados en centímetros (cm).

- **Longitud de raíces**

Con la ayuda de una regla métrica se midió la longitud de las raíces desde el cuello de la planta hasta el ápice de las raíces, de los culmos evaluados anteriormente, en los dos tipos de cobertizos y en ambas posiciones, cuyos resultados son expresados en centímetros (cm).

2.10. Procesamiento de datos

Para el análisis de datos de la producción de bambú a través de culmos, se ingresaron manualmente los datos de cada variable en una hoja de cálculo de Excel. Con esta información se creó una base de datos que se exportó al programa estadístico SPSS V25, el cual permitió realizar pruebas de análisis de varianza y la prueba de contraste de Tukey.

CAPÍTULO III
RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del prendimiento y mortandad de los culmos

Tabla 3.1

Número y porcentaje de prendimiento y mortandad de culmos estacados horizontal y verticalmente, en cobertizo con Malla Raschel y Cámara Térmica. Pichari 550 msnm

Tratamientos	Prendimiento		Mortandad	
	N°	%	N°	%
Culmos estacados horizontalmente en Malla Raschel	72	90	8	10
Culmos estacados verticalmente en Malla Raschel	68	85	12	15
Culmos estacados horizontalmente en Cámara Térmica	68	85	12	15
Culmos estacados verticalmente en Cámara Térmica	54	67	26	33

En la Tabla 3.1 se muestra el número y porcentaje de prendimiento y mortandad de los culmos estacados tanto vertical como horizontalmente en ambos cobertizos donde se observa que después de 50 días de permanencia en las camas enraizadoras, de los 80 culmos estacados para cada uno de los tratamientos, se obtuvo un prendimiento de 72 culmos estacados horizontalmente en la Malla Raschel, lo que equivale un 90 % de prendimiento que se evidencia con la presencia de brotes, hojas y raíces mientras que el 10% (08 culmos) perecieron; mientras que, de los 80 culmos estacados verticalmente, en Malla Raschel y de los 80 culmos estacados horizontalmente en la Cámara Térmica alcanzaron un prendimiento de 68 culmos, equivalente al 85% lo cual, se evidencia con la presencia de brotes, hojas y raíces, en tanto, que el 15% (12 culmos) dejaron de existir. Finalmente, los culmos enterrados verticalmente en Cámara Térmica alcanzaron sólo un 67% de prendimiento, equivalente a 54 culmos, cuya evidencia es la presencia de brotes, hojas y raíces y, 26 culmos equivalente a un 33% perecieron.

En consecuencia, de acuerdo a los resultados podemos afirmar que los culmos estacados horizontalmente y en el cobertizo Malla de Raschel superaron a los culmos estacados verticalmente tanto en la Malla Raschel como en la Cámara Térmica, demostrando como la mejor opción de propagación, posiblemente por la mayor área en contacto con el sustrato lo que permite mayor tiempo de humedad disponible para el culmo.

Esto sugiere que, en general y la propagación asexual de *Guadua angustifolia* mediante la utilización de culmos de bambú puede tener desafíos en cuanto a la tasa de supervivencia y productividad. Sin embargo, el hecho de que algunos culmos produzcan ramas después de 50 días indica que la técnica de estacar culmos de bambú horizontalmente puede tener potencial para su utilización en la propagación de esta especie. Es importante destacar que, según Ticona y Mamani (2019), el método más efectivo para el prendimiento de bambú fue con culmo basal con dos nudos, alcanzando un 77.40% en dos meses, valor inferior al 90% alcanzado en el presente ensayo en sólo 50 días.

Al respecto, Ardiles (2019) señala que, utilizó segmentos de tallo con dos o más nudos de tallos jóvenes de unos 8 - 10 cm de diámetro, para poder enterrarlos de forma horizontal o vertical. Asimismo, recomendó en caso faltase humedad, perforar los entrenudos y llenarlos con agua y cubrirlos con tierra, este tipo de propagación tiene un prendimiento entre 50 y 60 %. Si comparamos con los resultados obtenidos en el presente trabajo es inferior a los 90% de prendimiento.

La “siembra” de secciones de tallo se puede realizar de forma horizontal o vertical, estas secciones siempre deben tener un nudo con yema activa para que pueda brotar una nueva planta, con este método puede tener el 70% de prendimiento (Botero, s.f., como se citó en Arancibia, 2017, p. 10).

Además, Trillo (2014), sostiene que existen métodos alternativos para propagar el bambú, como el uso de ramas primarias y secundarias y demostró prendimientos del 50% y 38.89%, respectivamente. Sin embargo, los segmentos de rama mostraron resultados inferiores en comparación con lo obtenido en el presente trabajo.

La especie *Guadua angustifolia* se propaga por secciones de tallo, esto se realiza a partir de culmos moderadamente maduros de 8 cm de diámetro, los cuales se cortan en secciones con dos o más nudos, estos culmos se siembran en forma horizontal o vertical, alcanzando de 50% a 80% de prendimiento (Castaño & Moreno, 2004, como se citó en Arancibia, 2017, pp. 13-14). Sin embargo, los valores alcanzados son inferiores a los del presente trabajo (90%).

3.2. Número de brotes del bambú

Tabla 3.2

Análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en el número de brotes, en Pichari

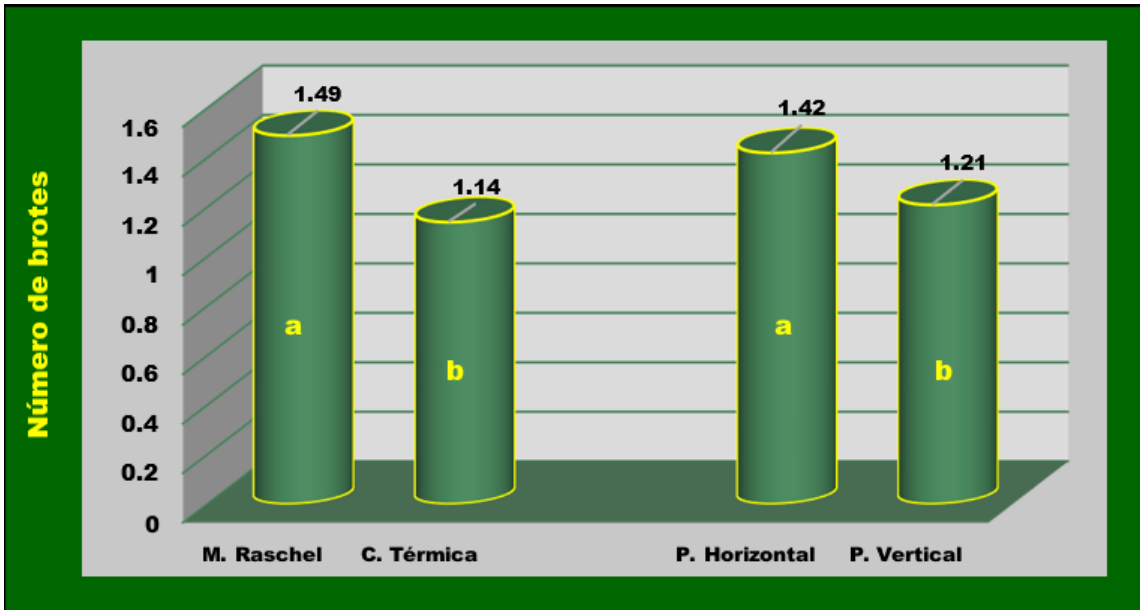
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Cobertizo (C)	1	4.39	4.34	24.61	<0.0001 **
Posición (P)	1	1.56	1.56	8.86	0.0034 *
Inter (C x P)	1	0.34	0.34	1.93	0.1671 ns
Error	140	24.69	0.18		
Total	143	30.94			

C.V. = 32.0 %

La Tabla 3.2 muestra el análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en el número de brotes donde se observa diferencia altamente significativa en los efectos principales de cobertizos mientras que para la variable posición de culmos se observa diferencia significativa en los efectos principales en el número de brote. Además, Se observa que el coeficiente de variación representa un alto porcentaje explicado por la fuerte variación que existe en la fisiología de los culmos. Sin embargo, se encuentra alta diferencia y diferencia estadística para las fuentes de variación, en el presente trabajo.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de los cobertizos y posición de estacado de culmos en el número de brotes. Pichari



Estos valores obtenidos indican que entre los tipos de cobertizos y posición de estacado de los culmos existe diferencias y para conocer tales diferencias se realizó la prueba de contraste de Tukey, razón por la cual, en la Figura 3.1. se puede observar que, en el promedio de cobertizos, la propagación en Malla Raschel alcanza mayor número de brote con un valor de 1.49 superando a la Cámara Térmica que tiene 1.14 brotes. En cuanto al modo de posición de estacado la forma horizontal muestra un mayor número de brotes, 1.42, mientras que la posición vertical de estacado de los culmos 1.21 brotes.

Al comparar resultados, Lian y Plasencia (2017) encontró que la mayor supervivencia de esquejes, mayor número y longitud de brotes, del cuarto tratamiento (T4: 40% de microorganismos de montaña), como también el mayor número de hojas y diámetro de tallo coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, no obstante, el sustrato del presente trabajo es una mezcla de 90% de arena + 10% de tierra agrícola, donde posiblemente encontraron las plantas, los nutrientes necesarios para dicho resultado.

Asimismo, Mendieta (2020) señala que la Cámara Térmica es el lugar donde se multiplican las plántulas, el cual evita la pérdida del calor considerado entre 45 y 60 °C de temperatura interna, Además, este método es más rápido y a la vez presenta óptimas

condiciones para la reproducción de material vegetal; este consiste en construir un área cerrada con plástico, con la finalidad de aumentar la temperatura en más de 45 °C, humedad relativa entre 80 y 100%, y un fotoperiodo hasta de 24 horas. Sin embargo, en el presente trabajo es todo lo contrario, pues, la Malla Raschel se comportó como el mejor cobertizo demostrando superioridad respecto a la Cámara Térmica.

3.3. Longitud de brote del bambú

Tabla 3.3

Análisis de variancia de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de brotes, en Pichari

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Cobertizo (C)	1	110.25	110.25	28.92	<0.0001 **
Posición (P)	1	61.36	61.36	16.10	0.0001 **
Inter (C x P)	1	9.00	9.00	2.36	0.1267 ns
Error	140	533.69	3.81		
Total	143	714.31			

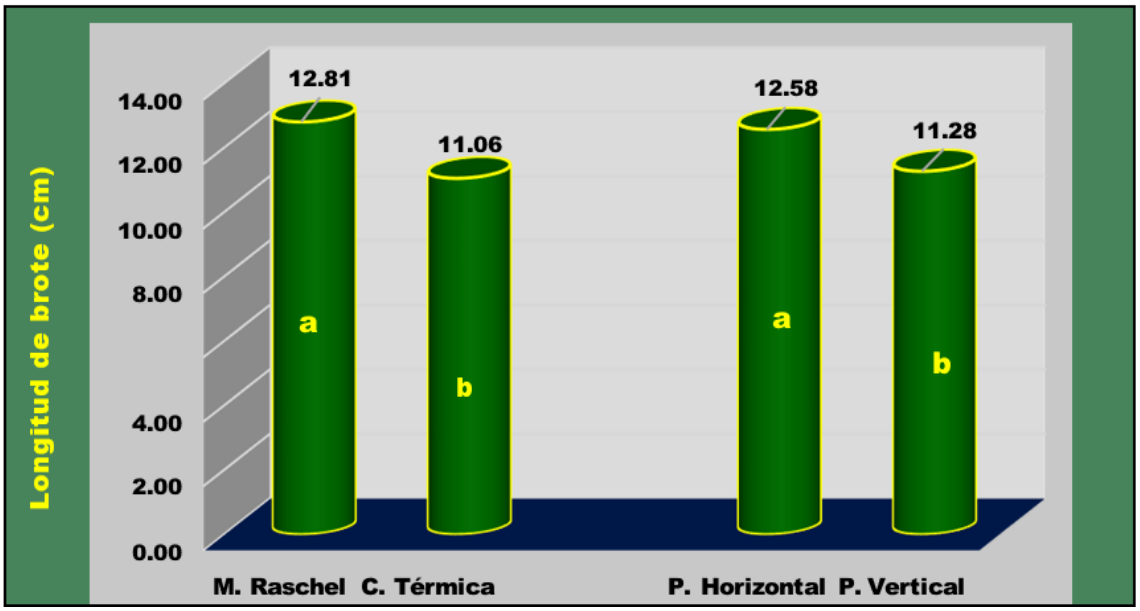
C.V. = 16.37 %

En la Tabla 3.3 se presenta el análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de brotes donde observa que existe una diferencia altamente significativa en los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de brote. Por otro lado, el coeficiente de variación muestra que es una medida de buena precisión.

Estos resultados significan que uno de los cobertizos es superior, del mismo modo una de las posiciones de estacado de los culmos, es donde uno es superior, por lo tanto, para determinar cuáles de ellos es superior se efectuó la prueba de contraste de Tukey, la misma que se muestra en la Figura 3.2.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de brote en diferentes cobertizos de propagación y posición de estacado de los culmos Pichari



En la Figura 3.2. se muestra la prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de brote en cobertizos de propagación y posición de estacado de los culmos, donde se observa que, en promedio, en la Malla Raschel alcanza mayor longitud de brote con un valor de 12.81 cm superando a la Cámara Térmica con 11.06 cm de brote. En cuanto al modo de posición de estacado la forma horizontal alcanza 12.58 cm respecto al estacado en forma vertical que alcanza solo 11.28 cm de longitud de brote.

Estos resultados sugieren que este método de propagación en Malla Raschell y posición horizontal puede ser una buena opción para la producción de *Guadua angustifolia*. Al respecto, Arancibia (2017) observó que las estacas con un solo nudo favorecen la brotación inferior y el número de brotes. Además, Gallardo et al. (2008, como se citó en Arancibia 2017), obtuvo mejores resultados en la brotación de yemas de *Guadua angustifolia* a partir de estacas con nudo colocadas en sustrato de 80% de humus y sumergidas en solución enraizadora. Estos resultados sugieren que el uso de diferentes técnicas de propagación puede influir significativamente en la aparición de brotes y su crecimiento.

3.4. Longitud de la raíz del bambú

Tabla 3.4

Análisis de variancia de longitud de raíz de cobertizos y posición de estacado de culmos, Pichari

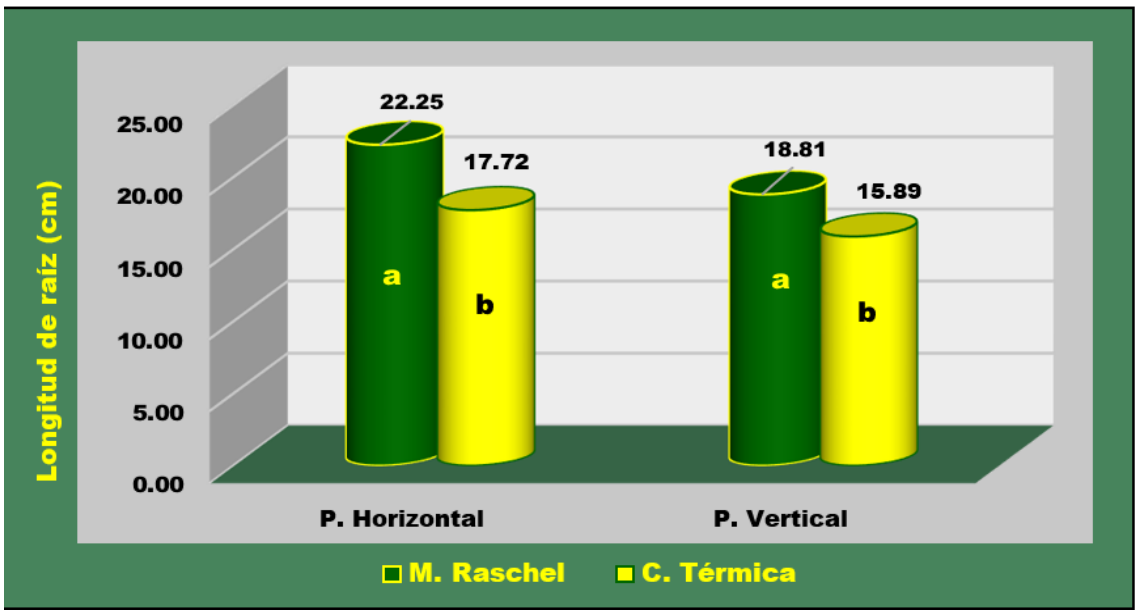
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Cobertizo (C)	1	498.78	498.78	149.47	<0.0001 **
Posición (P)	1	250.69	250.69	78.13	<0.0001 **
Inter (C x P)	1	23.36	23.36	7.00	0.0091 *
Error	140	467.17	3.34		
Total	143	1240.00			

C.V. = 9.79 %

La Tabla 3.4. muestra el análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de raíz donde se puede observar diferencia estadística altamente significativa demostrando que uno de los cobertizos y posición de estacado es superior al otro. También se observa que existe diferencia estadística significativa para la interacción cobertizo por posición de estacado, lo cual permite el estudio de efectos simples de cada factor en estudio, razón por el cual se realizó la prueba de contraste de Tukey que se muestra en la Figura 3.3. Asimismo, debemos indicar que el coeficiente de variación se muestra como una medida de buena precisión garantizando plena confianza en los resultados.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos simples de los cobertizos de propagación en las posiciones de estacado, en la longitud de raíz de los culmos



En la Figura 3.3 se muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de los cobertizos de propagación en cada posición de estacado para la longitud de raíz de los culmos, donde se observa que, los culmos propagados en la posición horizontal, tanto en la Malla Raschel (22.25 cm) como en la Cámara Térmica (17.72 cm) son superiores en longitud de raíz a los culmos propagados en forma vertical tanto en Malla Raschel (18.81cm) como en Cámara Térmica (15.89 cm). Por lo tanto, se puede concluir que la Malla Raschel y el estacado en forma horizontal son los mejores tratamientos para propagar el bambú (*Guadua angustifolia* Kunth).

Al respecto, Canchán (2017) logró obtener una longitud promedio de raíz de 28.26 cm en estacas de bambú (*Guadua glomerata*); valor superior a los obtenidos en el presente trabajo donde se alcanzó 22.25 cm de longitud promedio de raíz en culmos estacados en forma horizontal en la Malla Raschel.

Asimismo, Ticona y Mamani (2019), encontraron 34.30 cm de longitud de la raíz, valor superior al encontrado en el presente trabajo 22.25 cm de longitud de raíz con culmos estacados horizontalmente. Por lo tanto, se concluye que la variedad de bambú que presentó mejores resultados de propagación vegetativa en la fase de vivero fue *Guadua angustifolia* bicolor con el método de propagación por culmo basal con dos nudos, siendo recomendable para su propagación.

Además, Vela (2023) señala que “las yemas son responsables del crecimiento de los tallos, ya sean leñosos o herbáceos, y su dureza está relacionada con la consistencia de los mismos. las yemas también son responsables de la producción de hojas y ramificaciones en los tallos de la planta”.

Por lo tanto, el hecho de que los culmos tienen yemas con brotes o yemas por brotar no significa realmente que no tengan yema, pues la yema se encuentra en la planta de bambú, diferenciándose solo el momento de desarrollo de la yema, otros están en menor desarrollo mientras que otros culmos evidencian su presencia en el tallo, de ahí que los coeficientes de variabilidad de los análisis de variancia tienen valores más o menos altos de precisión debido a los diferentes estados fisiológicos del culmo que no se pueden detectar con precisión.

Referente a ello, Vela (2023) manifiesta que “la yema es un órgano clave en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que contiene células indiferenciadas capaces de generar nuevos órganos como hojas, flores y ramas”.

MIDAGRI (2021) considera que este método de propagación por ramas enterradas en forma horizontal fue adoptado a causa de la falta de material vegetativo para la propagación como rizomas y chusquines. Siendo así, uno de los métodos que dio buenos resultados en la obtención del material vegetativo y su posterior masificación.

Los segmentos de tallo del bambú es el método más efectivo para propagar Londoño (1992, como se citó en Arancibia, 2017) recomienda utilizar segmentos de culmos con uno o dos nudos por segmento, por otro lado, la posición horizontal es mejor que la siembra vertical de estos culmos, manifiesta que se deben enterrar por lo menos 20 cm y que los brotes se pueden observar entre la segunda y cuarta semana.

CONCLUSIONES

1. Con el tipo de cobertizo Malla Raschel se obtuvo los mejores resultados: 87.50% de prendimiento en promedio; 1.49 en número de brotes; 12.81 cm de longitud de brote y 22.25 cm de longitud de raíz que los propagados en la Cámara Térmica donde se obtuvo 76.00% de prendimiento, 1.14 en número de brotes; 11.06 cm de longitud de brote y 17.72 cm de longitud de raíz.

2. La mejor posición de estacado de culmos de bambú fue en forma horizontal obteniéndose 87.5% de prendimiento en promedio; 1.42 brotes; 12.58 cm de brote y 18.81 cm de longitud de raíz mientras que los estacados en forma vertical produjeron 76.0% de prendimiento en promedio, 1.21 brotes, 11.28 cm de brote y 15.89 cm de longitud de raíz.

RECOMENDACIONES

- Utilizar cobertizo Malla Raschel y la posición de estacado horizontal de culmos en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth.

- Realizar trabajos de investigación considerando otras formas de propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth dada la importancia de la especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Añazco, M. & Espinoza, A. (2015*). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú (Guadua angustifolia) en Perú*. Quito.

Arancibia, A. A. V. (2017). *Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la selva Nor Oriental.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3496/Arancibia- Alfaro-Andrea-Violeta.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ardiles, F. H. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la propagación de bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) en Kepashiato–Echarati-La Convención–Cusco.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Canchan, S. R. E. (2017). *Identificación y propagación de Guadua sp. con fitorreguladores, Pichanaqui – Perú.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3993/Canchan%20Salvado r.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cano R. B. G. (2020). *Propagación vegetativa de Guadua aff. angustifolia a partir de chusquines en condiciones de vivero. Lima.*

Flores, Y. M. (2019). *Efecto de la hormona Root-hor en el enraizamiento del bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) en condiciones de vivero. Tingo María.*

Lian, J. C., & Plasencia, S. R. (2017). *Efecto de niveles de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) a nivel de vivero en Chanchamayo. La Merced.*

Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. Biotecnología Vegetal, 11(3), Article 3. https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485.

Mamani, J. R. (2018). *Evaluación de la propagación de bambú (Guadua angustifolia* Kunth *y Guadua angustifolia bicolor), con diferentes segmentos vegetativos, en la estación experimental de Sapecho, provincia Sud Yungas, departamento de La Paz. La Paz.*

Martínez, J. M. (2020). *Propagación in vitro de Guadua angustifolia (bambú), a partir de microestacas de plantas desarrolladas en invernadero. Lima.*

Mendieta, J. E. (2020). *Respuesta de plantas multiplicadas en Cámaras Térmicas de diferentes tipos de cormo para el establecimiento del cultivo de plátano (Musa AAB). Los Ríos - Ecuador.*

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego-MIDAGRI (2011). *Biología, cultivo, manejo y usos del bambú en el Perú. Lima.*

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

ORBES AGRICOLA. (2019). Google. Obtenido de Google: https://orbesagricolasac.com/tienda/invernaderos/Malla-Raschel-65-verde/

Ramírez, R. R. (2019). *Propagación clonal de bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en Cámara de invernadero, Tingo María.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria de La Selva. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1438/RRR_2019.pdf?sequ ence=1&isAllowed=y

Ramón, J. (2006). *Guía Técnica del Cultivo de Bambú. Santo Domingo.*

Salvador, C. M. S. (2020). *Efecto de cuatro dosis de un enraizante en la multiplicación rápida de semillas vegetativas de plátano del clon Hartón (Musa paradisiaca l.) bajo condiciones de Cámara Térmica en la provincia de Padre Abad. Pucallpa.*

Servicio Nacional Forestal de Fauna y Flora Silvestre – SERFOR (2021). *Manual del manejo integrado del bambú - Experiencias en la Región de Amazonas. Amazonas: Idea Gráfica Impresiones.*

Servicio Nacional Forestal de Fauna y Flora Silvestre – SERFOR (2022). *Estrategia Nacional para el Desarrollo del bambú (PROBAMBÚ) 2022-2025. Lima: Biblioteca Nacional del Perú Nº 2022-12720.*

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR (2021). *Diversidad de Bambúes en los Departamentos de Junín, Pasco y San Martín. Lima: Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR).*

Ticona, J. & Mamani, J. R. (2019). Evaluación de la Propagación de Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia* bicolor) con diferentes segmentos vegetativos, en la Estación Experimental Sapecho. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 16-23.

Trillo, M. Y. A. (2014). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult 1. & 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, Fundo Bio Selva – Satipo.* [Tesis de pregrado] Universidad Nacional del Centro del Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1911/Trillo%20M

endoza. pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vela, D. T. (2023). *La yema. jardinclub.com/plantas/yema-en-las-plantas*

Vizcarra, G. C. R. (2021). *Efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunth mediante el método de chusquines.*

Valdez Cansinos, D. (2023). *Manual para el cultivo de bambú experiencias en Guatemala. Guatemala: Investigación para el desarrollo agrícola - ICTA.*

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico

Foto 1. Acondicionamiento de las camas enraizadoras de la Cámara Térmica y Malla Raschel

Foto 2. Preparación y tratamiento de sustrato

Foto 3. Obtención de estacas o culmos de bambú

Foto 4. Medición de diámetro de los culmos de bambú

Foto 5. Estacado de culmos en horizontal en Cámara Térmica y Malla Raschell

Foto 6. Estacado de culmos en posición vertical en ambos cobertizos

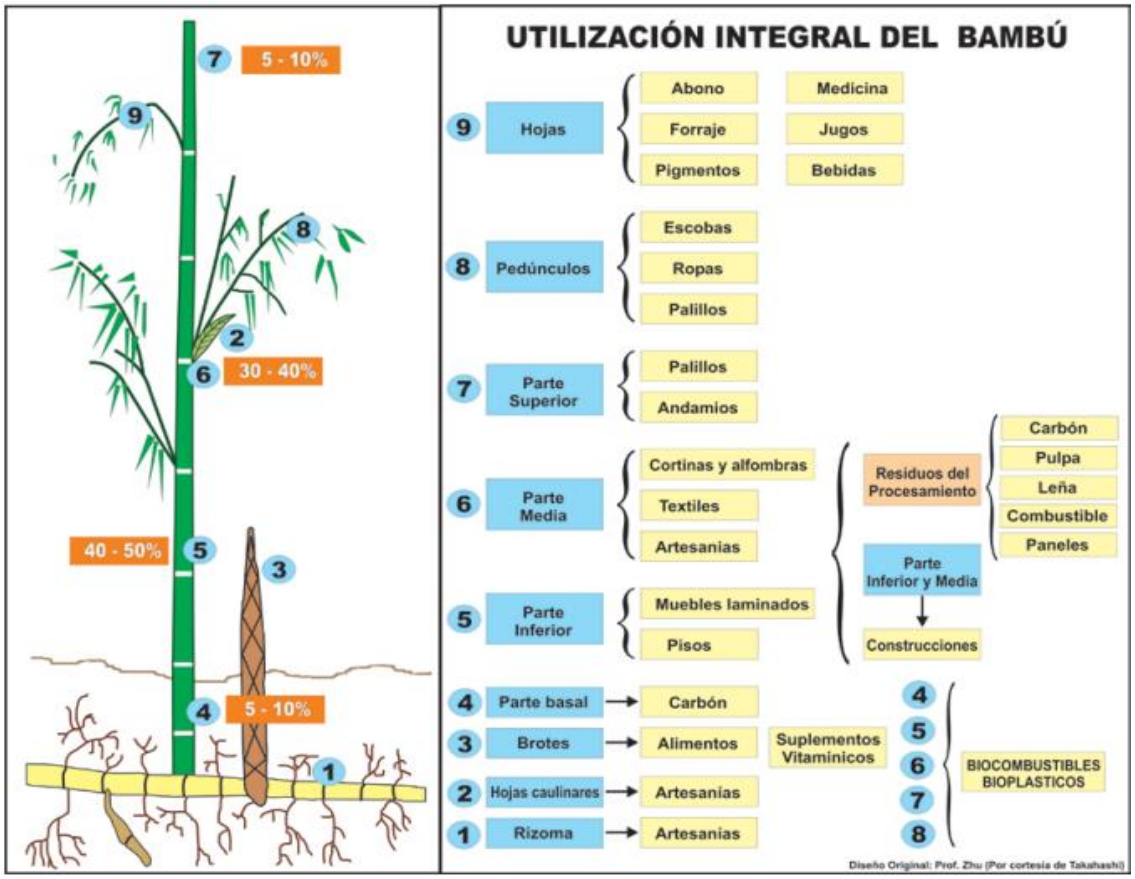
Foto 7. Evaluación del número de brotes de Cámara Térmica y Malla Raschel

Foto 8. Evaluación de longitud de brotes de Cámara Térmica y Malla Raschel

Foto 9. Evaluación de longitud de raíz de Cámara Térmica y Malla Raschel

Foto 10. Evaluación de longitud de raíz de Cámara Térmica y Malla Raschel

Anexo 2. Utilización del bambú por fase de crecimiento



Anexo 3. Aplicación de ANOVA modelo con interacción

Origen de la variación	Suma de cuadrados SC	GI	Cuadrados medios CM	Estadístico de prueba F
Columnas o tratamiento	SCC	K-1	CMC=$\frac{SCC}{K-1}$	F = $\frac{CMC}{CME}$
Filas o muestras	SCF	L-1	CMF=$\frac{SCF}{L-1}$	F = $\frac{CMF}{CME}$
Interacción	SCI	(K-1)(L-1)	CMI=$\frac{SCI}{(K-1)(L-1)}$	F = $\frac{CMI}{CME}$
Por el **Error**	SCE	(N-1)-Σgl	CME=$\frac{SCE}{(N-1)-\Sigma gl}$	
Total	SS	N-1		

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

N: Total de datos

n_j: Tamaño de la muestra j (columna)

n_i: Tamaño de la muestra i (fila)

K: Número de muestras o poblaciones en las columnas

L: Número de muestras o poblaciones en las filas

UNSCH FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. DENITH SOLEDAD VILLALOBOS OCHOA
R.D. N° 316-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los quince días del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciséis horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos, Dr. Yuri Gálvez Gastelú y Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Efecto del tipo de cobertizo y posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero – Pichari**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agroforestal presentado por la Bachiller **DENITH SOLEDAD VILLALOBOS OCHOA.**

El señor Decano (e) previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos	16	15	16	16
Dr. Yuri Gálvez Gastelú	16	13	16	15
Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo	16	16	15	16
PROMEDIO GENERAL				**16**

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos
Presidente

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Jurado

Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo
Jurado

Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

UNSCH FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Efecto del tipo de cobertizo y posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero – Pichari

Autor : Denith Soledad VILLALOBOS OCHOA
Asesor : Carlos Máximo MALPICA RAMOS

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veitiuno (21 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar.**

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2551500777

Ayacucho, 13 de diciembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de Originalidad de

Efecto del tipo de cobertizo y posición de los culmos en la propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunth a nivel de vivero – Pichari

por Denith Soledad VILLALOBOS OCHOA

Fecha de entrega: 13-dic-2024 01:25p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2551500777
Nombre del archivo: TESIS_DENITH_SOLEDAD.docx (9.32M)
Total de palabras: 15184
Total de caracteres: 79784

Efecto del tipo de cobertizo y posición de los culmos en la propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunth a nivel de vivero – Pichari

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%	21%	2%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.serfor.gob.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	1library.co Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	<1%

9	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
10	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	kupdf.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Efecto del tipo de cobertizo y posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero - Pichari

Effect of the type of shed and position of the culms on the vegetative propagation of *Guadua angustifolia* Kunth at the nursery level - Pichari

Denith Soledad Villalobos Ochoa[1], denith.villalobos.28@unsch.edu.pe

Carlos Máximo Malpica Ramos[2] carlos.malpica@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

La presente investigación, se realizó con el objeto de determinar el efecto del tipo de cobertizo y la posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero - Pichari. El diseño estadístico utilizado fue Completamente Randomizado (DCR) con dos tipos de cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica) y dos posiciones de estacado de culmos (horizontal y vertical) con cuatro repeticiones y 20 plantas por unidad experimental en condición de vivero. Los culmos de bambú para el proceso de evaluación se obtuvieron en el centro poblado de Pichari Baja. Los parámetros de evaluación fueron los siguientes: porcentaje de prendimiento y porcentaje de mortandad del culmo, número y longitud de brotes del culmo y finalmente la longitud de raíces (cm). Se realizó el test estadístico de análisis de varianza y prueba de contraste de Tukey obteniéndose los siguientes resultados: Con el tipo de cobertizo Malla Raschel se obtuvo los mejores resultados con un 87.50% de prendimiento en promedio; 1.49 en número de brotes; 12.81 cm de longitud de brote y 22.25 cm de longitud de raíz a diferencia de las propagados en la Cámara Térmica donde se obtuvo 76.00% de prendimiento, 1.14 en número de brotes; 11.06 cm de longitud de brote y 17.72 cm de longitud de raíz. La mejor posición de estacado de culmos de bambú fue en forma horizontal con la cual, se obtuvo en promedio 87.50% de prendimiento; 1.42 brotes; 12.58 cm de longitud de brote y 18.81 cm de longitud de raíz mientras que los estacados en forma vertical produjeron en promedio 76.00% de prendimiento; 1.21 brotes; 11.28 cm de longitud de brote y 15.89 cm de longitud de raíz.

Palabras clave: culmos, *Guadua angustifolia*, propagación vegetativa, vivero, VRAEM.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in order to determine the effect of the type of shed and the position of the culms on the vegetative propagation of *Guadua angustifolia* Kunth at the nursery level - Pichari. The statistical design used was Completely Randomized (DCR) with two types of sheds (Raschel Mesh and Thermal Chamber) and two culm staking positions (horizontal and vertical) with four repetitions and 20 plants per experimental unit in nursery condition. The bamboo culms for the evaluation process were obtained in the town center of Pichari Baja. The evaluation parameters were the following: percentage of attachment and percentage of culm mortality, number and length of culm shoots and finally the length of roots (cm). The statistical test of analysis of variance and Tukey contrast test were performed, obtaining the following results: With the Raschel Mesh type of shed, the best results were obtained with an average of 87.50% adhesion; 1.49 in number of shoots; 12.81 cm in shoot length and 22.25 cm in root length, unlike those propagated in the Thermal Chamber where 76.00% yield was obtained, 1.14 in number of shoots; 11.06 cm in shoot length and 17.72 cm in root length. The best position for staking bamboo culms was horizontally, with which an average of 87.50% capture was obtained; 1.42 shoots; 12.58 cm in shoot length and 18.81 cm in root length, while the vertical cuttings produced an average of 76.00% attachment; 1.21 shoots; 11.28 cm in shoot length and 15.89 cm in root length.

Keywords: culms, Guadua angustifolia, vegetative propagation, nursery, VRAEM.

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

I. INTRODUCCIÓN

El bambú a nivel nacional enfrenta diversos retos para su producción y competitividad. Los sectores que están vinculados en su gestión, deberían ser valorado, empezando por los productores, quienes son los principales actores en manejar técnicamente sus plantaciones para una calidad requerida en el mercado. El bambú es una planta que representa a uno de recursos naturales más renovables ya que presenta una gran cantidad de variedades las cuales juegan un rol vital en la economía y en la biodiversidad (Valdez, 2023).

Guadua angustifolia Kunth es valorada en la industria de la construcción debido a sus características de flexibilidad y resistencia. En el Perú, la producción de esta especie vegetal se ha incrementado en los últimos tiempos debido a sus beneficios en la economía local, asimismo, esta planta presenta diversas funcionalidades tal como la conservación de la biodiversidad, generación de habitad para fauna y flora entre otros, siendo uno de los materiales más renovables del mundo y sobre todo sostenible y rentable (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, 2022).

Sin embargo, las limitaciones para la propagación del bambú adecuadamente, es el desconocimiento de los factores que influyen en la propagación vegetativa a nivel de vivero, la falta de información sobre una cobertura apropiada y sobre todo la posición del culmo al momento de enterrar en las camas enraizadoras, además, de la escasa información sobre qué porcentaje de prendimiento tiene cada posición dificulta la implementación de método para el adecuado manejo y producción de estas plantas.

Es necesario investigar sobre los factores que mejoren la propagación vegetativa de plantones de *Guadua angustifolia* Kunth para garantizar su cultivo de manera sostenible en beneficio de los agricultores del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro - VRAEM, en especial de Pichari, dedicados a la producción del bambú.

Por las razones expuestas, se plantea la presente investigación para tener mayor información sobre cobertizos y posición de estacado de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero en Pichari.

Los resultados de la presente investigación serán útiles como fuente primaria para otros estudios de propagación de bambú en el ámbito del VRAEM y para pobladores e instituciones que fomentan la masificación de bambús, considerando como una especie alternativa de lucha contra la deforestación.

Objetivo general

Determinar el efecto del tipo de cobertizo y la posición de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero - Pichari.

Objetivos específicos

1. Evaluar el tipo de cobertizo que permita una adecuada propagación vegetativa de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth.
2. Evaluar la posición óptima de los culmos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del ámbito de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en el Vivero Forestal de alta tecnología del **Proyecto Especial de Desarrollo del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro – PROVRAEM,**

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

ubicado en el distrito de Pichari, provincia La Convención, región Cusco, a una altitud de 550 msnm, cuyas coordenadas geográficas son 12°31'31" Latitud Sur y 73°49´48" Longitud Oeste. Pertenece a la región natural rupa rupa o selva alta.

2.1.1. Ubicación política

Distrito: Pichari

Provincia: La Convención

Región: Cusco

Sector: Carretera a Sankiroshi frente al campo ferial.

2.1.2. Ubicación geográfica

El distrito de Pichari se encuentra ubicado en ceja de selva, margen derecha del río Apurímac entre los departamentos de Cusco y Ayacucho, al noroeste de la capital de la Provincia de La Convención, su ámbito territorial está comprendido entre las altitudes 250 msnm y 3500 msnm, cuya capital del distrito se ubica en una altitud de 550 msnm.

2.1.3. Límites

El distrito de Pichari limita:

Por el norte: con los distritos de Río Tambo y Pangoa, provincia de Satipo, departamento de Junín. Por el sur con el distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.

Por el este: con el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cusco y con el distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín.

Por el oeste: con los distritos de Sivia y Llochegua, provincia de Huanta, Ayacucho y distrito de Pangoa, provincia de Satipo, departamento de Junín.

Por el sur: Con el distrito de Pichari y con Río Apurímac.

2.2. Extensión territorial

Su ámbito territorial está comprendido entre 340 msnm en la confluencia del río Mantaro con el Apurímac y 4,200 msnm en las partes más altas; la capital distrital comprende 1 337.94 km^2 (133,794.33 ha).

2.3. Características climáticas del distrito de Pichari

El clima en Pichari se caracteriza por la presentación de dos épocas; una frígida-seca (mayo- setiembre) y otra calurosa-lluviosa (noviembre - abril).

La temperatura máxima en promedio fue de 30.25ºC, siendo los meses de setiembre y octubre como los más calurosos con 32°C. La temperatura mínima en promedio fue de 19.6°C, siendo junio, julio y agosto, los meses más fríos con 16.3°C.

La precipitación máxima de 310.6 mm se registró durante los meses de diciembre a marzo, mientras que la precipitación mínima de 15.2 mm ocurrió en el mes de julio.

2.4. Factores de estudio

A) Tipos de cobertizos

- Malla Raschel
- Cámara Térmica

B) Posición de estacado de culmos

- Horizontal
- Vertical

Tratamientos: Según los factores en estudio, se tiene los siguientes tratamientos:

2.5. Diseño experimental

El trabajo de investigación, se instaló utilizando el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con arreglo de cuatro tratamientos, con dos tipos de cobertizo: Malla Raschel y Cámara Térmica (C) y dos posiciones de estacado: horizontal y vertical con 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por 20 culmos de *Guadua angustifolia* Kunth haciendo un total de 320 culmos.

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Yijk = \mu + \alpha i + \delta j + (\alpha\delta)ij + \varepsilon ijk$$

$i = 1, 2 \qquad a = 3$

$j = 1, 2 \qquad b = 3$

Donde:

μ : efecto de la media

αi : efecto del i-ésimo nivel de posición de siembra (horizontal y vertical)

δj : efecto del j-ésimo nivel de yemas brotadas y yemas por brotar en el culmo

$(\alpha\delta)$ij : efecto de interacción i-ésimo nivel de posición, j-ésimo nivel de yemas brotadas y yemas por brotar.

εijk : error experimental

2.6. Materiales y equipos

Equipos

- Cámara fotográfica
- Laptop
- Impresora

Herramientas

- Serrucho
- Tijera de podar
- Baldes
- Zaranda
- Carretilla
- Plástico negro
- Mochila fumigadora
- Regadera
- Cuaderno de registro
- Lapiceros
- Cinta métrica

Insumo

- Arena
- Tierra negra
- Esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth**)**
- Hormona Root-Hor
- Formol al 37% (desinfectante para sustrato)
- Fungicida (Phyton 27)

2.7. Procedimiento metodológico

2.7.1. Instalación y conducción del estudio

a) Acondicionamiento de los cobertizos Malla Raschel y Cámara Térmica

Se acondicionaron el área de las instalaciones del MIDAGRI, del Proyecto Especial de Desarrollo del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro – PROVRAEM, para ello, se limpiaron las malezas y se nivelaron el terreno.

b) Acondicionamiento de las camas enraizadoras

Ambos cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica) contaron con sus respectivas camas enraizadoras, donde se ubicaron las áreas para cada posición (horizontal y vertical) de los culmos.

c) Preparación del sustrato

Los componentes del sustrato (tierra negra y arena de río) fueron adquiridos, luego sometidos al zarandeo para separar los residuos como raíces, hojas, tallos secos entre otros. El sustrato que se utilizará estará conformado por 50% de tierra negra y 50% de arena de rio.

d) Desinfección del sustrato

Se realizó la solarización, que consiste en desinfectar el sustrato mediante la exposición del suelo bajo el sol durante 3 días con la ayuda de plásticos que actuaron como gradientes de temperatura. La exposición al sol eleva la temperatura del suelo a niveles letales para muchos patógenos, lo que permite la desinfección del sustrato. Esta técnica es útil para el control de patógenos del suelo y otras especies de malezas y microorganismos que pueden que pueden causar daño al material vegetativo en estudio.

e) Recolección del material vegetativo

Los culmos de bambú se obtuvieron del centro poblado de Pichari Baja, de las riberas del río, de aquellas plantas madres seleccionadas en base a las mejores características. La

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

recolección de culmos se efectuaron con la ayuda de un serrucho y una tijera de podar debidamente desinfectados.

f) Hidratación del material vegetativo

Después de extraer los culmos del bambú se sumergieron en agua durante 24 horas en un balde de 20 litros, ubicados bajo sombra.

g) Aplicación de enraizante al material vegetativo

En un balde de 20 litros de agua se añadió 10 ml de enraizante comercial (Root-Hor) en el cual se sumergieron los culmos de bambú durante 10 minutos.

h) Estacado de las culmos de bambú en la cama enraizadora

Después de los 10 minutos de sumersión de los culmos en el enraizante se procedieron a la colocación manual en las camas enraizadoras de ambos cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica) tanto en la forma horizontal como vertical. Dicha labor se realizó por la mañana para evitar la deshidratación del material vegetativo.

i) Riego

Esta actividad se realizó dos veces al día para evitar el estrés hídrico que puede afectar el material vegetativo en estudio, mediante el riego manual, con el uso de regadera y manguera para ambos cobertizos (Malla Raschel y Cámara Térmica).

La limpieza de maleza y remoción del suelo se realizaron de manera periódica para evitar la compactación del sustrato y la competencia por nutrientes y agua entre la maleza y los culmos de bambú. Ambas prácticas se realizarán de forma manual.

k) Control fitosanitario

Se aplicaron controles preventivos, de acuerdo a la presencia de plagas y enfermedades.

l) Recolección de datos

En la investigación se realizó la toma de datos a partir de 50 días después de haber colocado los culmos en las camas de enraizamiento, con la finalidad de evaluar los parámetros en estudio.

2.8. Evaluación de los parámetros

La evaluación de los parámetros se realizó a los 50 días de haber estacado los culmos en las camas enraizadoras.

Se evaluó el porcentaje de prendimiento, porcentaje de mortandad, número y longitud de brotes y longitud de raíces.

- **Porcentaje de prendimiento de culmos**

Para obtener dicha información, se evaluó los 320 culmos estacados anotando aquellos que presentaban brotes, hojas y raíces y de aquellos que perecieron. Con dichos datos se procedió a determinar el porcentaje de prendimiento y de mortandad de los culmos en el ensayo utilizando la siguiente fórmula matemática.

$$\%\ de\ prendimiento = \frac{número\ total\ de\ culmos\ prendidos}{numero\ total\ de\ culmos\ estacados} \text{ X } 100$$

- **Porcentaje de mortandad**

El porcentaje de mortandad se determinó mediante la relación de culmos muertos y el número total de culmos colocados en la cama enraizadora, multiplicado por 100.

$$\%\ \text{de mortandad} = \frac{número\ total\ de\ culmos\ muertos}{numero\ total\ de\ culmos\ estacados} \text{ x } 100$$

- **Número de brotes**

La evaluación del número de brotes se realizó a los 50 días después de haber estacado los culmos en las camas enraizadoras, para ello, se contó 36 culmos por tratamiento y 9 culmos por repetición con brotes emergidos sobre la superficie del culmo, en ambos cobertizos y en ambas posiciones.

- **Longitud de brotes**

Con la ayuda de una regla métrica, se midió la longitud de los brotes de los culmos evaluados anteriormente (número de brotes) desde la base hasta el ápice del brote, en ambos cobertizos Malla Raschel y Cámara Térmica y en ambas

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

posiciones, cuyos resultados son expresados en centímetros (cm).

- **Longitud de raíces**

Con la ayuda de una regla métrica se midió la longitud de las raíces desde el cuello de la planta hasta el ápice de las raíces, de los culmos evaluados anteriormente, en los dos tipos de cobertizos y en ambas posiciones, cuyos resultados son expresados en centímetros (cm).

2.9. Procesamiento de datos

Para el análisis de datos de la producción de bambú a través de culmos, se ingresaron manualmente los datos de cada variable en una hoja de cálculo de Excel. Con esta información se creó una base de datos que se exportó al programa estadístico SPSS V25, el cual permitió realizar pruebas de análisis de varianza y la prueba de contraste de Tukey.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del prendimiento y mortandad de los culmos

Tabla 3.1

Número y porcentaje de prendimiento y mortandad de culmos estacados horizontal y verticalmente, en cobertizo con Malla Raschel y Cámara Térmica. Pichari 550 msnm

Tratamientos	Prendimiento		Mortandad	
	N°	%	N°	%
Culmos estacados horizontalmente en Malla Raschel	72	90	8	10
Culmos estacados verticalmente en Malla Raschel	68	85	12	15
Culmos estacados horizontalmente en Cámara Térmica	68	85	12	15
Culmos estacados verticalmente en Cámara Térmica	54	67	26	33

En la Tabla 3.1 se muestra el número y porcentaje de prendimiento y mortandad de los culmos estacados tanto vertical como horizontalmente en ambos cobertizos donde se observa que después de 50 días de permanencia en las camas enraizadoras, de los 80 culmos estacados para cada uno de los tratamientos, se obtuvo un prendimiento de 72 culmos estacados horizontalmente en la Malla Raschel, lo que equivale un 90 % de prendimiento que se evidencia con la presencia de brotes, hojas y raíces mientras que el 10% (08 culmos) perecieron; mientras que, de los 80 culmos estacados verticalmente, en Malla Raschel y de los 80 culmos estacados horizontalmente en la Cámara Térmica alcanzaron un prendimiento de 68 culmos, equivalente al 85% lo cual, se evidencia con la presencia de brotes, hojas y raíces, en tanto, que el 15% (12 culmos) dejaron de existir. Finalmente, los culmos enterrados verticalmente en Cámara Térmica alcanzaron sólo un 67% de prendimiento, equivalente a 54 culmos, cuya evidencia es la presencia de brotes, hojas y raíces y, 26 culmos equivalente a un 33% perecieron.

En consecuencia, de acuerdo a los resultados podemos afirmar que los culmos estacados horizontalmente y en el cobertizo Malla de Raschel superaron a los culmos estacados verticalmente tanto en la Malla Raschel como en la Cámara Térmica, demostrando como la mejor opción de propagación, posiblemente por la mayor área en contacto con el sustrato lo que permite mayor tiempo de humedad disponible para el culmo.

Esto sugiere que, en general y la propagación asexual de *Guadua angustifolia* mediante la utilización de culmos de bambú puede tener desafíos en cuanto a la tasa de supervivencia y productividad. Sin embargo, el hecho de que algunos culmos produzcan ramas después de 50 días indica que la técnica de estacar culmos de bambú horizontalmente puede tener potencial para su utilización en la propagación de esta especie. Es importante destacar que, según Ticona y Mamani (2019), el método más efectivo para el prendimiento de bambú fue

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

con culmo basal con dos nudos, alcanzando un 77.40% en dos meses, valor inferior al 90% alcanzado en el presente ensayo en sólo 50 días.

Al respecto, Ardiles (2019) señala que, utilizó segmentos de tallo con dos o más nudos de tallos jóvenes de unos 8 - 10 cm de diámetro, para poder enterrarlos de forma horizontal o vertical. Asimismo, recomendó en caso faltase humedad, perforar los entrenudos y llenarlos con agua y cubrirlos con tierra, este tipo de propagación tiene un prendimiento entre 50 y 60 %. Si comparamos con los resultados obtenidos en el presente trabajo es inferior a los 90% de prendimiento.

La "siembra" de secciones de tallo se puede realizar de forma horizontal o vertical, estas secciones siempre deben tener un nudo con yema activa para que pueda brotar una nueva planta, con este método puede tener el 70% de prendimiento (Botero, s.f., como se citó en Arancibia, 2017, p. 10).

Además, Trillo (2014), sostiene que existen métodos alternativos para propagar el bambú, como el uso de ramas primarias y secundarias y demostró prendimientos del 50% y 38.89%, respectivamente. Sin embargo, los segmentos de rama mostraron resultados inferiores en comparación con lo obtenido en el presente trabajo.

La especie *Guadua angustifolia* se propaga por secciones de tallo, esto se realiza a partir de culmos moderadamente maduros de 8 cm de diámetro, los cuales se cortan en secciones con dos o más nudos, estos culmos se siembran en forma horizontal o vertical, alcanzando de 50% a 80% de prendimiento (Castaño & Moreno, 2004, como se citó en Arancibia, 2017, pp. 13-14). Sin embargo, los valores alcanzados son inferiores a los del presente trabajo (90%).

2.10. Número de brotes del bambú

Tabla 3.2

Análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en el número de brotes, en Pichari

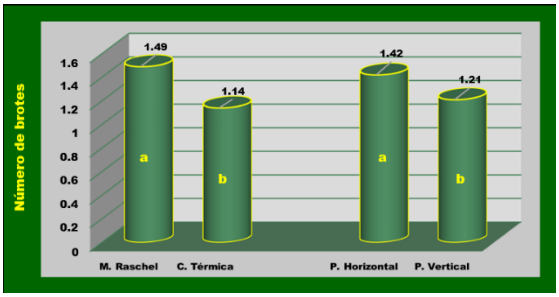
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Cobertizo (C)	1	4.39	4.34	24.61	<0.0001 **
Posición (P)	1	1.56	1.56	8.86	0.0034 *
Inter (C x P)	1	0.34	0.34	1.93	0.1671 ns
Error	140	24.69	0.18		
Total	143	30.94			

C.V. = 32.0 %

La Tabla 3.2 muestra el análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en el número de brotes donde se observa diferencia altamente significativa en los efectos principales de cobertizos mientras que para la variable posición de culmos se observa diferencia significativa en los efectos principales en el número de brote. Además, Se observa que el coeficiente de variación representa un alto porcentaje explicado por la fuerte variación que existe en la fisiología de los culmos. Sin embargo, se encuentra alta diferencia y diferencia estadística para las fuentes de variación, en el presente trabajo.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de los cobertizos y posición de estacado de culmos en el número de brotes. Pichari



Estos valores obtenidos indican que entre los tipos de cobertizos y posición de estacado de los culmos existe diferencias y para conocer tales diferencias se realizó la prueba de contraste de Tukey, razón por la cual, en la

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

Figura 3.1. se puede observar que, en el promedio de cobertizos, la propagación en Malla Raschel alcanza mayor número de brote con un valor de 1.49 superando a la Cámara Térmica que tiene 1.14 brotes. En cuanto al modo de posición de estacado la forma horizontal muestra un mayor número de brotes, 1.42, mientras que la posición vertical de estacado de los culmos 1.21 brotes.

Al comparar resultados, Lian y Plasencia (2017) encontró que la mayor supervivencia de esquejes, mayor número y longitud de brotes, del cuarto tratamiento (T4: 40% de microorganismos de montaña), como también el mayor número de hojas y diámetro de tallo coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, no obstante, el sustrato del presente trabajo es una mezcla de 90% de arena + 10% de tierra agrícola, donde posiblemente encontraron las plantas, los nutrientes necesarios para dicho resultado.

Asimismo, Mendieta (2020) señala que la Cámara Térmica es el lugar donde se multiplican las plántulas, el cual evita la pérdida del calor considerado entre 45 y 60 °C de temperatura interna, Además, este método es más rápido y a la vez presenta óptimas condiciones para la reproducción de material vegetal; este consiste en construir un área cerrada con plástico, con la finalidad de aumentar la temperatura en más de 45 °C, humedad relativa entre 80 y 100%, y un fotoperiodo hasta de 24 horas. Sin embargo, en el presente trabajo es todo lo contrario, pues, la Malla Raschel se comportó como el mejor cobertizo demostrando superioridad respecto a la Cámara Térmica.

2.11. Longitud de brote del bambú

Tabla 3.3

Análisis de variancia de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de brotes, en Pichari

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Cobertizo (C)	1	110.25	110.25	28.92	<0.0001 **
Posición (P)	1	61.36	61.36	16.10	0.0001 **
Inter (C x P)	1	9.00	9.00	2.36	0.1267 ns
Error	140	533.69	3.81		
Total	143	714.31			

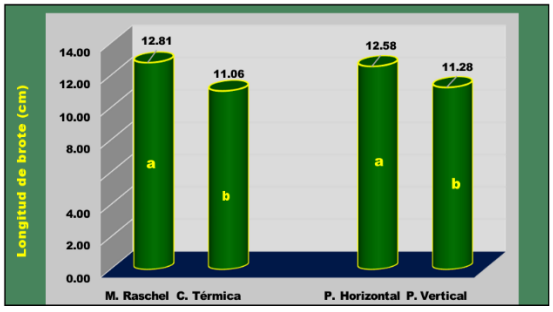
C.V. = 16.37 %

En la Tabla 3.3 se presenta el análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de brotes donde observa que existe una diferencia altamente significativa en los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de brote. Por otro lado, el coeficiente de variación muestra que es una medida de buena precisión.

Estos resultados significan que uno de los cobertizos es superior, del mismo modo una de las posiciones de estacado de los culmos, es donde uno es superior, por lo tanto, para determinar cuáles de ellos es superior se efectuó la prueba de contraste de Tukey, la misma que se muestra en la Figura 3.2.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de brote en diferentes cobertizos de propagación y posición de estacado de los culmos Pichari



En la Figura 3.2. se muestra la prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

brote en cobertizos de propagación y posición de estacado de los culmos, donde se observa que, en promedio, en la Malla Raschel alcanza mayor longitud de brote con un valor de 12.81 cm superando a la Cámara Térmica con 11.06 cm de brote. En cuanto al modo de posición de estacado la forma horizontal alcanza 12.58 cm respecto al estacado en forma vertical que alcanza solo 11.28 cm de longitud de brote.

Estos resultados sugieren que este método de propagación en Malla Raschell y posición horizontal puede ser una buena opción para la producción de *Guadua angustifolia*. Al respecto, Arancibia (2017) observó que las estacas con un solo nudo favorecen la brotación inferior y el número de brotes. Además, Gallardo et al. (2008, como se citó en Arancibia 2017), obtuvo mejores resultados en la brotación de yemas de *Guadua angustifolia* a partir de estacas con nudo colocadas en sustrato de 80% de humus y sumergidas en solución enraizadora. Estos resultados sugieren que el uso de diferentes técnicas de propagación puede influir significativamente en la aparición de brotes y su crecimiento.

2.12. Longitud de la raíz del bambú

Tabla 3.4

Análisis de variancia de longitud de raíz de cobertizos y posición de estacado de culmos, Pichari

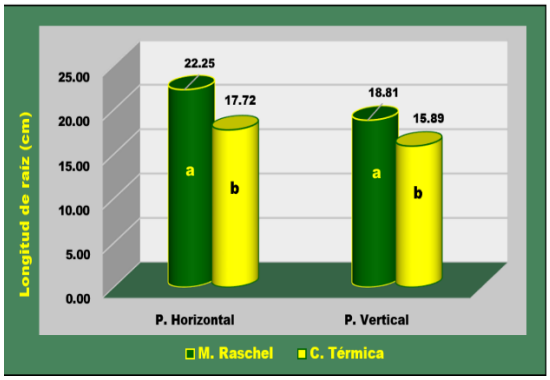
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Cobertizo (C)	1	498.78	498.78	149.47	<0.0001 **
Posición (P)	1	250.69	250.69	78.13	<0.0001 **
Inter (C x P)	1	23.36	23.36	7.00	0.0091 *
Error	140	467.17	3.34		
Total	143	1240.00			

C.V. = 9.79 %

La Tabla 3.4. muestra el análisis de variancia de los efectos principales de cobertizos y posición de estacado de los culmos en la longitud de raíz donde se puede observar diferencia estadística altamente significativa demostrando que uno de los cobertizos y posición de estacado es superior al otro. También se observa que existe diferencia estadística significativa para la interacción cobertizo por posición de estacado, lo cual permite el estudio de efectos simples de cada factor en estudio, razón por el cual se realizó la prueba de contraste de Tukey que se muestra en la Figura 3.3. Asimismo, debemos indicar que el coeficiente de variación se muestra como una medida de buena precisión garantizando plena confianza en los resultados.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos simples de los cobertizos de propagación en las posiciones de estacado, en la longitud de raíz de los culmos



En la Figura 3.3 se muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de los cobertizos de propagación en cada posición de estacado para la longitud de raíz de los culmos, donde se observa que, los culmos propagados en la posición horizontal, tanto en la Malla Raschel (22.25 cm) como en la Cámara Térmica (17.72 cm) son superiores en longitud de raíz a los culmos propagados en forma vertical tanto en Malla Raschel (18.81cm) como en Cámara Térmica (15.89 cm). Por lo tanto, se puede concluir que la Malla Raschel y el estacado en forma horizontal son los mejores tratamientos para propagar el bambú (*Guadua angustifolia* Kunth).

Al respecto, Canchán (2017) logró obtener una longitud promedio de raíz de 28.26 cm en

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

estacas de bambú (*Guadua glomerata*); valor superior a los obtenidos en el presente trabajo donde se alcanzó 22.25 cm de longitud promedio de raíz en culmos estacados en forma horizontal en la Malla Raschel.

Asimismo, Ticona y Mamani (2019), encontraron 34.30 cm de longitud de la raíz, valor superior al encontrado en el presente trabajo 22.25 cm de longitud de raíz con culmos estacados horizontalmente. Por lo tanto, se concluye que la variedad de bambú que presentó mejores resultados de propagación vegetativa en la fase de vivero fue *Guadua angustifolia* bicolor con el método de propagación por culmo basal con dos nudos, siendo recomendable para su propagación.

Además, Vela (2023) señala que "las yemas son responsables del crecimiento de los tallos, ya sean leñosos o herbáceos, y su dureza está relacionada con la consistencia de los mismos. las yemas también son responsables de la producción de hojas y ramificaciones en los tallos de la planta".

Por lo tanto, el hecho de que los culmos tienen yemas con brotes o yemas por brotar no significa realmente que no tengan yema, pues la yema se encuentra en la planta de bambú, diferenciándose solo el momento de desarrollo de la yema, otros están en menor desarrollo mientras que otros culmos evidencian su presencia en el tallo, de ahí que los coeficientes de variabilidad de los análisis de variancia tienen valores más o menos altos de precisión debido a los diferentes estados fisiológicos del culmo que no se pueden detectar con precisión. Referente a ello, Vela (2023) manifiesta que "la yema es un órgano clave en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que contiene células indiferenciadas capaces de generar nuevos órganos como hojas, flores y ramas".

MIDAGRI (2021) considera que este método de propagación por ramas enterradas en forma horizontal fue adoptado a causa de la falta de material vegetativo para la propagación como rizomas y chusquines. Siendo así, uno de los métodos que dio buenos resultados en la obtención del material vegetativo y su posterior masificación.

Los segmentos de tallo del bambú es el método más efectivo para propagar Londoño (1992, como se citó en Arancibia, 2017) recomienda utilizar segmentos de culmos con uno o dos nudos por segmento, por otro lado, la posición horizontal es mejor que la siembra vertical de estos culmos, manifiesta que se deben enterrar por lo menos 20 cm y que los brotes se pueden observar entre la segunda y cuarta semana.

CONCLUSIONES

1. Con el tipo de cobertizo Malla Raschel se obtuvo los mejores resultados: 87.50% de prendimiento en promedio; 1.49 en número de brotes; 12.81 cm de longitud de brote y 22.25 cm de longitud de raíz que los propagados en la Cámara Térmica donde se obtuvo 76.00% de prendimiento, 1.14 en número de brotes; 11.06 cm de longitud de brote y 17.72 cm de longitud de raíz.
2. La mejor posición de estacado de culmos de bambú fue en forma horizontal obteniéndose 87.5% de prendimiento en promedio; 1.42 brotes; 12.58 cm de brote y 18.81 cm de longitud de raíz mientras que los estacados en forma vertical produjeron 76.0% de prendimiento en promedio, 1.21 brotes, 11.28 cm de brote y 15.89 cm de longitud de raíz.

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Añazco, M. & Espinoza, A. (2015*). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú (Guadua angustifolia) en Perú*. Quito.

Arancibia, A. A. V. (2017). *Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la selva Nor Oriental.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3496/Arancibia- Alfaro-Andrea-Violeta.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ardiles, F. H. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la propagación de bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) en Kepashiato–Echarati-La Convención–Cusco*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Canchan, S. R. E. (2017). *Identificación y propagación de Guadua sp. con fitorreguladores, Pichanaqui – Perú.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3993/Canchan%20Salvado r.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cano R. B. G. (2020). *Propagación vegetativa de Guadua aff. angustifolia a partir de chusquines en condiciones de vivero. Lima.*

Flores, Y. M. (2019). *Efecto de la hormona Root-hor en el enraizamiento del bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) en condiciones de vivero. Tingo María.*

Lian, J. C., & Plasencia, S. R. (2017). *Efecto de niveles de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) a nivel de vivero en Chanchamayo. La Merced.*

Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. Biotecnología Vegetal, 11(3), Article 3. https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485.

Mamani, J. R. (2018). *Evaluación de la propagación de bambú (Guadua angustifolia* Kunth *y Guadua angustifolia bicolor), con diferentes segmentos vegetativos, en la estación experimental de Sapecho, provincia Sud Yungas, departamento de La Paz. La Paz.*

Martínez, J. M. (2020). *Propagación in vitro de Guadua angustifolia (bambú), a partir de microestacas de plantas desarrolladas en invernadero. Lima.*

Mendieta, J. E. (2020). *Respuesta de plantas multiplicadas en Cámaras Térmicas de diferentes tipos de cormo para el establecimiento del cultivo de plátano (Musa AAB). Los Ríos - Ecuador.*

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego-MIDAGRI (2011). *Biología, cultivo, manejo y usos del bambú en el Perú. Lima.*

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

ORBES AGRICOLA. (2019). Google. Obtenido de Google: https://orbesagricolasac.com/tienda/invernaderos/Malla-Raschel-65-verde/

Ramírez, R. R. (2019). *Propagación clonal de bambú (Guadua angustifolia* Kunth*) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en Cámara de invernadero, Tingo María.* [Tesis depregrado]. Universidad Nacional Agraria de La Selva. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1438/RRR_2019.pdf?sequ ence=1&isAllowed=y

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

Ramón, J. (2006). *Guía Técnica del Cultivo de Bambú. Santo Domingo.*

Salvador, C. M. S. (2020). *Efecto de cuatro dosis de un enraizante en la multiplicación rápida de semillas vegetativas de plátano del clon Hartón (Musa paradisiaca l.) bajo condiciones de Cámara Térmica en la provincia de Padre Abad. Pucallpa.*

Servicio Nacional Forestal de Fauna y Flora Silvestre – SERFOR (2021). *Manual del manejo integrado del bambú - Experiencias en la Región de Amazonas. Amazonas: Idea Gráfica Impresiones.*

Servicio Nacional Forestal de Fauna y Flora Silvestre – SERFOR (2022). *Estrategia Nacional para el Desarrollo del bambú (PROBAMBÚ) 2022-2025. Lima: Biblioteca Nacional del Perú Nº 2022-12720.*

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR (2021). *Diversidad de Bambúes en los Departamentos de Junín, Pasco y San Martín. Lima: Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR).*

Ticona, J. & Mamani, J. R. (2019). Evaluación de la Propagación de Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia* bicolor) con diferentes segmentos vegetativos, en la Estación Experimental Sapecho. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales,* 16-23.

Trillo, M. Y. A. (2014). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult 1. & 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, Fundo Bio Selva – Satipo.* [Tesis de pregrado] Universidad Nacional del Centro del Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1911/Trillo%20Mendoza. pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vela, D. T. (2023). *La yema. jardinclub.com/plantas/yema-en-las-plantas*

Vizcarra, G. C. R. (2021). *Efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunth mediante el método de chusquines.*

Valdez Cansinos, D. (2023). *Manual para el cultivo de bambú experiencias en Guatemala. Guatemala: Investigación para el desarrollo agrícola - ICTA.*

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]