

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**EFFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN
LA PROPAGACIÓN DE CHUSQUINES DE BAMBÚ
(*Guadua angustifolia* Kunth) EN TABACONAS, SAN
IGNACIO – PERÚ**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER

FLOR DELIRA CRUZ HUANCAS

ASESOR

ING. M. Cs. LEIWER FLORES FLORES

JAÉN – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- Investigador:
Flor Delira Cruz Huancas
DNI: 71880892
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
- Asesor:
Ing. M. Cs. Leiwer Flores Flores
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
- Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:
- EFFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PROPAGACIÓN DE CHUSQUINES DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) EN TABACONAS, SAN IGNACIO – PERÚ
- Fecha de evaluación: 18/09/2024
- Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: 24 %
- Código Documento: oid: 3117:382791453
- Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 18/09/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

<hr/> Ing. M. Cs. Leiwer Flores Flores DNI: 01117005

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962
"Norte de la Universidad Peruana"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
FILIAL JAÉN
Bolívar N° 1342 - Plaza de Armas
JAÉN - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **quince** días del mes de **agosto** del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°170-2024-FCA-UNC, de fecha 18 de marzo 2024, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"EFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PROPAGACIÓN DE CHUSQUINES DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) EN TABACONAS, SAN IGNACIO, PERÚ"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña FLOR DELIRA CRUZ HUANCAS**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **diecisiete** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **dieciocho** horas y **tres** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 15 de agosto de 2024.

Ing. Mg. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
VOCAL

Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS por haberme permitido llegar a este punto de lograr mis objetivos, por la salud y las fuerzas para ser perseverante, por todo lo bueno y malo que me ha sucedido, porque él siempre tiene un plan perfecto para mí.

A mi padre que, aunque ya no este físicamente conmigo, este en un lugar más lejano, en el cielo, porque siempre me inculco valores y perseverancia para lograr los sueños y que estoy segura desde esos lugares el guía mis caminos.

A mi madre porque desde siempre fue el motivo para culminar cada trabajo empezado y por todos los esfuerzos que ella siempre realizo para superarnos, por los consejos, por el amor incondicional brindado día a día.

A mis hermanos: Isidro, Job y María, a mi sobrino: Carlitos, porque cada día ellos estuvieron presentes en mi formación profesional, por su compañía y su apoyo.

A mi mejor amiga, por los consejos brindados por tu apoyo, por estar presente en esta etapa de mi crecimiento profesional.

A los compañeros de trabajo que incondicionalmente me acompañaron en el momento de la ejecución de este trabajo.

Flor

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional de Cajamarca, por contribuir con los conocimientos de manera eficaz y eficiente en el desarrollo de mi formación profesional.

El agradecimiento especial al Ing. M. Cs. Leiwer Flores Flores, por la asesoría y apoyo brindado para la culminación de la investigación realizada.

A la Municipalidad Distrital de Tabaconas - San Ignacio. Por brindarme las facilidades, para realizar la investigación en la propagación de chusquines.

A Isaías Melendres García, por el apoyo brindado, por sus conocimientos prácticos en el desarrollo de la ejecución del proyecto de investigación.

A todas las personas involucradas en el desarrollo de este proceso, y que de antemano hicieron posible la culminación con éxito del trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Propagación de Plantas	16
2.2.2. Sustratos	17
2.2.3. Bambú	19
2.2.4. <i>Guadua angustifolia</i> (Bambú)	22
2.3. Definición de términos básicos	35
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	37
3.1. Descripción de la zona de estudio	37
3.1.1. Ubicación de la investigación	37
3.1.2. Ubicación geográfica	37
3.1.3. Características al área de estudio	37
3.2. Tipo y diseño de la investigación	40
3.2.1. Materiales experimentales	40
3.2.2. Factores, variables, niveles y tratamientos en estudio	40
3.2.3. Diseño experimental	41
3.2.4. Croquis del experimento	41
3.2.5. Instalación del experimento	41
3.2.6. Evaluaciones del experimento	45
3.2.7. Tratamiento y análisis de datos	46
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Resultados	49

4.1.1. Parámetros de diámetro, altura y mortalidad de los chusquines	49
4.1.2. Análisis del comportamiento de los chusquines frente a los tratamientos	53
4.2. Discusión	56
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones	58
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CAPÍTULO VII: ANEXO	65
Anexo 1. Base de datos de los parámetros estudiados a los 60 días	65
Anexo 2. Base de datos de los parámetros estudiados a los 120 días	69
Anexo 3. Panel fotográfico	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables e indicadores	39
Tabla 2. Análisis de varianza- ANVA	47
Tabla 3. Mortalidad de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	48
Tabla 4. Diámetro de los brotes de los chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	49
Tabla 5. Longitud de brotes de los chusquines	50
Tabla 6. Longitud de raíces de los chusquines	51
Tabla 7. Análisis de varianza del diámetro de brotes de los chusquines	52
Tabla 8. Análisis de varianza de la longitud de brotes de los chusquines	53
Tabla 9. Análisis de varianza de la longitud de raíces de los chusquines	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación	38
Figura 2. Croquis del experimento	40
Figura 3. Mortalidad de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	48
Figura 4. Diámetro de brotes de los chusquines	49
Figura 5. Longitud de brotes de chusquines	50
Figura 6. Longitud de raíces de chusquines	51

RESUMEN

La investigación vinculada a la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth, presenta gran importancia en el ámbito ambiental, social y económico, la especie presenta de una inflorescencia esporádica, por lo que es casi imposible la propagación, esta es la razón por la que en la presente investigación tiene como objetivo determinar la efectividad de cada sustrato orgánico para la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth a través de chusquines en Tabaconas –San Ignacio – Perú. Como metodología de la investigación el material vegetativo fue recolectado de un bambusal ubicado en el C. P. Panchia – distrito Tabaconas. Para la siembra se tuvo en cuenta las medidas adecuadas para la propagación, de 20 a 30 cm de altura, para el experimento se utilizó 64 chusquines por tratamiento haciendo un total de 256 chusquines, se utilizaron 4 tratamientos: T1: Tierra agrícola 50 % + compost 30 % + pajilla carbonizada de arroz 20 %, T2: Tierra agrícola 50 % + aserrín 40 % + arena 10 %, T3: Aserrín 100 %, T4: Tierra agrícola 100 % (testigo). Como resultado se obtuvo que el T1 fue el mejor tratamiento para el número de chusquines prendidos, con un 38 % de supervivencia. En lo que respecta a altura y diámetro sobresalieron dos tratamientos el T1, T4 con una altura de 17 cm y diámetros de 5,8 cm respectivamente. Se concluye que el mejor tratamiento es el T1 compuesto por (tierra agrícola 50 % + compost 30 % + pajilla de arroz carbonizada 20 %).

Palabras clave: Chusquines, propagación, sustratos, *Guadua angustifolia*.

ABSTRACT

The research linked to the propagation of *Guadua angustifolia* Kunth is of great importance in the environmental, social and economic sphere. The species has a sporadic inflorescence, making propagation almost impossible. This is the reason why in the present. The objective of the research is to determine the effectiveness of each organic substrate for the propagation of *Guadua angustifolia* Kunth through chusquines in Tabaconas – San Ignacio – Peru. As a research methodology, the vegetative material was collected from a bamboo forest located in the C. P. Panchia – Tabaconas district. For sowing, the appropriate measures for propagation were taken into account, from 20 to 30 cm in height. For the experiment, 64 chusquines were used per treatment, making a total of 256 chusquines, 4 treatments were used: T1: Agricultural land 50 % + compost 30 % + charred rice straw 20 %, T2: Agricultural land 50 % + sawdust 40 % + sand 10 %, T3: Sawdust 100 %, T4: Agricultural land 100 % (control). As a result, it was found that T1 was the best treatment for the number of twigs caught, with 38 % survival. Regarding height and diameter, two treatments stood out: T1, T4 with a height of 17 cm and diameters of 5,8 cm respectively. It is concluded that the best treatment is T1 composed of (agricultural land 50 % + compost 30 % + charred rice straw 20 %).

Keywords: Chusquines, propagation, substrates, *Guadua angustifolia*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Guadua Angustifolia Kunth, es una de las especies de gran valor ecológico y comercial además de ser una de las especies de periodo vegetativo corto, en promedio una planta de bambú puede llegar a crecer 30 cm diarios. Llegando a medir 12 m de altura en 6 años (Révolo y Révolo, 2018). El bambú puede desempeñar una función crucial en la retención de carbono, lo que lo convierte en una herramienta potencialmente significativa para combatir el cambio climático (Organización Internacional del Bambú y el Ratán [INBAR], 2019).

En las regiones de Cajamarca y Amazonas, el gobierno está promoviendo la reforestación con caña Guayaquil, y desde hace aproximadamente una década el área de plantaciones ha incrementado a 498,73 has (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP] y Gobierno Regional de Amazonas, 2016).

En el distrito de Tabaconas la especie es utilizada para la protección hidrológica, construcción de viviendas, artesanía, etc; sin embargo, la escasez de conocimientos técnicos agrícolas y forestales para la producción de plántulas de bambú a nivel de vivero dificulta la propagación a gran escala, por lo tanto, existe la necesidad de conocer o mejorar técnicas de preparación del sustrato, así como de la selección de chusquines, siendo uno de los factores más importantes el tipo de sustrato utilizado, ya que, para la preparación de este, se necesita tener conocimiento de los componentes (tierra agrícola, compost, arena, etc.) y la proporción adecuada, razón por la cual la evaluación del efecto de diferentes tipos de sustrato orgánicos usados en la propagación de la especie a través de chusquines es una alternativa que permite conocer el sustrato más adecuado para la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth.

Encontrar un sustrato ideal para *Guadua angustifolia* Kunth, es una tarea difícil, porque cada especie tiene requerimientos distintos, pero a través de las investigaciones es posible hallar un sustrato óptimo que reúna las condiciones mínimas requeridas para propagar una determinada especie. La evolución de nuevas tecnologías forestales ha determinado el uso de nuevos sustratos para semilleros tales como humus, bocashi y otras fuentes de sustratos orgánicos que dentro de su composición contiene mayor cantidad de

nutrientes y libre de agentes patógenos, acelerando el crecimiento, principalmente de plántulas en contenedores de plásticos (Révolo y Révolo, 2018).

La extracción de manera indiscriminada de árboles en los bosques de diferentes especies forestales e insipientes programas de reforestación en el distrito de Tabaconas, generan constante deterioro de los recursos forestales, frente a esta situación se requieren acciones y alternativas que atenúen el deterioro forestal y la degradación de los suelos, mediante la instalación de plantaciones de especies no maderables como el bambú, sin embargo la información sobre los sustratos adecuados para la propagación de bambú en la zona es nula, convirtiéndose en una necesidad de investigar sobre los sustratos de propagación para dicha especie, a fin de garantizar el abastecimiento de plantones de buena calidad, para la protección de las fuentes de agua, entre otros.

Ante esta problemática se consideró importante realizar la presente investigación en la cual se plantea como objetivo determinar la efectividad de cada sustrato orgánico para la propagación de *Guadua angustifolia* Kunth a través de chusquines en Tabaconas –San Ignacio – Perú. Los objetivos específicos fueron los siguientes: a) determinar los parámetros como supervivencia y mortalidad, diámetro, altura y enraizamiento de los chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth; b) analizar el comportamiento de los chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth con tres sustratos orgánicos en su propagación vegetativa, que permita obtener resultados sobre el sustrato más recomendable para la propagación de dicha especie.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Aguilar (2022), en su tesis propagación de dos especies de bambúes a través de esquejes, con cuatro sustratos orgánicos en el distrito de Rupa Rupa, ciudad de Tingo María - fase de vivero, determinó que el uso del aserrín descompuesto como parte del sustrato en la producción de las dos especies de bambúes, favoreció de manera significativa sobre la altura total y la cantidad de hojas que obtiene el brote nuevo, mientras que en el caso de la variable cantidad de brotes, no se encontró diferencias en los sustratos utilizados.

Vizcarra (2021), en su investigación realizada en la Parroquia La Encarnación del Cantón Jipijapa – México, determinó los efectos de cuatro tipos de sustratos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* mediante el método de chusquines. Se probaron cuatro sustratos diferentes: tierra negra + arena de río, tierra negra + estiércol de ganado + arena de río, tierra negra + tamo de arroz + arena de río, y tierra negra + humus de lombriz + aserrín de madera. Cada tipo de sustrato se utilizó para establecer 12 plantas, lo que sumó un total de 48 chusquines por tratamiento y 144 en total para la investigación. Al concluir el experimento, se determinó que el mejor tratamiento fue el que consistía en tierra negra 80% + arena de río 20 %, ya que mostró los mejores parámetros morfológicos en cuanto a diámetro (0,80 cm) y altura (67,8 cm) de la planta a los 30, 60 y 100 días después de la siembra. Los resultados también indicaron que la caña *Guadua angustifolia* presentó un buen índice de supervivencia, con un 44,44 % de chusquines vivos. En conclusión, se estableció que el mejor método de propagación mediante chusquines es utilizando un sustrato de tierra negra y arena de río, proporción 80 % - 20 %.

Botero (2020), en su investigación sobre la reproducción de *Guadua angustifolia* por el método de chusquines, concluyó que el método de reproducción de *Guadua angustifolia* por chusquines ofrece ventajas frente a los otros métodos por la facilidad de aplicación por parte de pequeñas comunidades, campesinos y a su vez por la posibilidad de masificarse para producción a gran escala.

Noboa (2014), en su tesis evaluó varios tipos de sustratos en la propagación y prendimiento de caña guadua (*Guadua angustifolia*) en la zona de Babahoyo, provincia de

Los Ríos, Ecuador. Los tratamientos consistieron en diversas combinaciones de sustratos, como suelo + aserrín de madera + tamo (50-20-30 %), aserrín de madera (100 %), tamo de arroz (100 %), suelo + arena + estiércol vacuno (30-20-50 %), suelo + arena + estiércol vacuno (50-20-30 %), tamo + aserrín de madera (50-50 %), y un testigo con suelo agrícola (100 %). Se utilizó el diseño experimental "Bloques Completos al Azar" con tres repeticiones en parcelas experimentales de 1 m. Los hallazgos indicaron que la utilización del sustrato tamo + aserrín de madera en *Guadua angustifolia* incrementa el prendimiento de las yemas (95 %), con relación a los sustratos solos y la mezcla de suelo + arena + estiércol vacuno o suelo + aserrín de madera + tamo. Con la incorporación de tamo + aserrín de madera como sustrato se logra mayor altura del rebrote, mayor diámetro de plantas y mayor biomasa. El mayor porcentaje de prendimiento se logró con la utilización de Aserrín de madera (90 %), Tamo de arroz (91 %) y tamo + aserrín de madera (95 %).

Márquez y Marín (2011), en su investigación realizada en Venezuela examinó la propagación de *Guadua amplexifolia*, *Guadua angustifolia* (guaduas) y *Elytostachys typica* (puru-puru) mediante brotes basales, plantados en tres tipos de sustratos: arena de río (S1, control), humus de lombrices (S2) o pergamino de café (S3). La propagación fue más efectiva en las dos especies del género *Guadua* logrando un 75 % de prendimiento, *Guadua angustifolia* presentó un mayor crecimiento en longitud con S2.

Lárraga et al. (2011), evaluaron el efecto de propagación por chusquines (CH), varetas (V) y segmento nodal (SN), en tres especies de bambú (*Guadua angustifolia*, *Bambusa oldhamii* y *Bambusa vulgaris* y tres tipos de sustratos. Los tratamientos se establecieron en un diseño completamente al azar con tres repeticiones, las variables fueron evaluadas a los 136 días. Los resultados indicaron que el método por chusquin es mejor que el de vareta y segmento nodal, así mismo, para la producción de hijuelos, número de hojas y longitud de raíces la especie *Guadua angustifolia* presentó los mejores resultados, mientras que, en supervivencia, altura, diámetro y raíces, la especie *Bambusa vulagrís* ofrece los mayores efectos, además el mejor sustrato para la supervivencia de propágulos de bambú con los métodos de propagación chusquin y vareta, fue el ACE (atocle+cachaza+estiércol caprino).

Carhuatocto (2022), en su investigación realizada en Moyobamba, Perú, determinó el sustrato más efectivo para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth. Se llevó a cabo un estudio experimental factorial que involucró diferentes sustratos como humus de lombriz, estiércol de vacuno, guano de cuy y tierra agrícola, además de la

aplicación de fósforo como fertilizante y variaciones en el distanciamiento de plantación a 0,20 m x 0,20 m y 0,10 m x 0,10 m. Los resultados indicaron que la combinación más exitosa para la propagación de chusquines fue el uso de tierra agrícola con humus de lombriz, junto con la aplicación de fósforo como fertilizante, logrando un crecimiento de 25,60 cm, las variaciones en el distanciamiento no tuvieron un impacto significativo.

Cano (2020), evaluó la propagación vegetativa de *Guadua* aff. *angustifolia* a partir de chusquines en condiciones de vivero. Los experimentos se ejecutaron en el Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el distrito de La Molina, provincia y región de Lima, Perú, siendo el material vegetativo proveniente del distrito de Calzada, provincia de Moyobamba, región San Martín. Como resultados en la etapa en bolsa (etapas de invernadero + era de crecimiento) se obtuvo porcentajes de prendimiento de 3 a 29 %, porcentajes de supervivencia de 0 a 16 %, presencia de 1 a 3 brotes/individuo, altura máxima de 5,2 cm a 10 cm y altura promedio de 3,35 cm a 6,47 cm para todos los tratamientos evaluados hacia el final de la evaluación.

Aguirre (2019), en su tesis ejecutada en el Vivero Municipal del distrito de José Crespo y Castillo, Aucayacu, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, evaluó el efecto de dos productos enraizantes y tres combinaciones de sustratos en la propagación vegetativa de brotes de rizomas de la especie *Guadua angustifolia* Kunth. Se utilizaron chusquines los cuales fueron sometidos a la aplicación de dos factores: dosis de enraizadores (Razormín 5 ml/l de agua, Root-Hor 5 ml/l de agua y el grupo de control que recibió solo agua) y mezcla de sustratos (80 % tierra agrícola + 20 % arena de río, 80 % tierra agrícola + 20 % humus y 80 % tierra agrícola + 10 % arena de río + 10 % humus), se evaluaron la tasa de prendimiento, cantidad de hijuelos, altura, diámetro, volumen radicular, biomasa y la relación beneficio-costo. Los resultados indicaron que después de 150 días, se observó que los mejores resultados en las variables evaluadas se obtuvieron al utilizar 5 ml/l de Razormín y un sustrato con un 20 % de humus, en cuanto al análisis económico, se concluyó que todos los tratamientos fueron rentables.

Révolo y Révolo (2018), investigó sobre el efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo; determinó que los sustratos orgánicos que muestran una mayor efectividad en el bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) con respecto a su desarrollo y crecimiento fueron los tratamientos con compost y microorganismo de montaña respectivamente; debido a que

el compost favorece la asimilación de nutrientes por las plantas y aumenta su disponibilidad espacio temporal, también facilita su movilización e intercambio y se evita la pérdida de nutrientes por lixiviación.

Montenegro (2020), investigó sobre, el impacto de cinco sustratos en la propagación por esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), en la provincia de Jaén – Cajamarca”; concluyó que el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de sobrevivencia fue el sustrato aserrín de cedro (T4) obteniendo un 78 % y el sustrato que presentó menos días al brote de *Guadua angustifolia* fue arena, con promedio de 27 días (T1).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Propagación de Plantas

La propagación de plantas implica su reproducción mediante métodos tanto sexuales como asexuales y ha sido una actividad fundamental desde los inicios de la civilización. Este proceso aborda tres aspectos esenciales: en primer lugar, para lograr una propagación exitosa, es necesario tener conocimientos en manipulaciones mecánicas y procedimientos técnicos, habilidades que se adquieren con práctica y experiencia. En segundo lugar, el éxito en la propagación de plantas requiere comprender la estructura, la forma y el desarrollo de la planta. El tercer aspecto crucial para una propagación exitosa es el conocimiento de las diferentes especies o clases de plantas y los métodos específicos para propagar cada una de ellas (Hartmann y Kester, 1997, como se citó en Tinco, 2013, p. 1).

Propagación sexual. Se destaca como el método más común para la reproducción de plantas perennes, permitiendo la obtención de especímenes totalmente idénticos al progenitor. Este proceso implica seleccionar semillas de alta calidad y comprender a fondo el método, incluyendo los periodos óptimos para la siembra. En el caso de la propagación por semilla, es esencial utilizar semillas de las mejores flores de plantas con frutos de calidad superior. Aunque en la actualidad se sugiere obtener semillas certificadas para garantizar la salud de las plantas. La propagación sexual ofrece la ventaja de reproducir un número ilimitado de plantas perennes, y las plántulas resultantes suelen ser más vigorosas en comparación con las obtenidas por métodos vegetativos. La reproducción sexual implica la unión de células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semillas y la creación de una población de plántulas con genotipos únicos. La división celular mediante meiosis, que produce las células sexuales, implica una reducción en el número de cromosomas. Durante

la fecundación, se restaura el número de cromosomas, dando lugar a nuevos individuos con cromosomas heredados de ambos progenitores. El fenotipo, es decir, el aspecto externo de una planta, y la herencia de características a lo largo de las generaciones, están controlados por la acción de genes presentes en los cromosomas (Tinco, 2013, p. 6-7).

Propagación asexual. La propagación asexual de plantas es un proceso mediante el cual se generan nuevas plantas sin la participación de células sexuales (óvulos y polen). En este método, se utiliza una parte de la planta madre, como un tallo, hoja, raíz o yema, para generar una copia idéntica de la planta original, conocida como "clon". No hay combinación de material genético de dos progenitores, como ocurre en la reproducción sexual. Algunos de los métodos comunes de propagación asexual incluyen la propagación por esquejes, donde se toma una sección de la planta y se coloca en condiciones propicias para que desarrolle raíces y crezca como una planta independiente. Otros métodos incluyen la división de rizomas o bulbos, donde se separan partes de la planta que ya tienen sistemas de raíces desarrollados. La reproducción asexual tiene la ventaja de producir descendencia genéticamente idéntica a la planta madre, conservando así las características deseables. Es un método eficaz para propagar plantas que han demostrado tener cualidades específicas, como resistencia a enfermedades o características ornamentales (Chi, 2021).

2.2.2. Sustratos

Los sustratos son medios de cultivo diseñados para brindar el soporte y las condiciones óptimas necesarias para que las plantas se reproduzcan con éxito y establezcan un sistema de raíces saludable. Estos sustratos proporcionan un ambiente favorable para que las raíces de las plantas se establezcan y crezcan, permitiendo la propagación exitosa de semillas, esquejes, bulbos u otras estructuras de propagación. Estos pueden ser una mezcla de diversos componentes, como tierra, arena, turba, perlita, vermiculita, entre otros, dependiendo de las necesidades específicas de las plantas que se están propagando. Estos materiales se eligen por sus propiedades de retención de agua, aireación, drenaje y nutrientes. La selección del sustrato adecuado es crucial para proporcionar a las plantas las condiciones ideales para el enraizamiento y el crecimiento inicial (Rueda, 2021).

Tipos de sustratos. Según Rueda (2021), existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos entre los cuales se tiene los siguiente:

Según sus propiedades

Sustratos químicamente inertes. Son medios de cultivo con nula actividad química. Esto significa que estos sustratos no reaccionan significativamente con los nutrientes presentes en el medio de cultivo ni alteran el equilibrio químico del entorno de crecimiento de las plantas. Al ser químicamente inertes, estos sustratos no introducen sustancias no deseadas en el sistema y ofrecen un entorno de cultivo más predecible. Ejemplos de sustratos químicamente inertes incluyen la perlita y la arcilla expandida, que son minerales expandidos que retienen agua y proporcionan aireación sin afectar químicamente el entorno.

Sustratos químicamente activos. Son sustratos que tienen la capacidad de interactuar químicamente con los componentes del medio de cultivo y afectar las condiciones químicas en el entorno de crecimiento de las plantas, pueden liberar o absorber nutrientes, influir en el pH y participar en reacciones químicas con otros elementos presentes en el sistema. Ejemplos de sustratos químicamente activos incluyen diversos tipos de suelo, turba, compuestos orgánicos y mezclas de tierra.

Según el origen de los materiales

Sustratos orgánicos. Utilizados como medios de cultivo compuesto principalmente de materiales de origen orgánico, como restos vegetales descompuestos, compost, estiércol y otros materiales biodegradables. Estos sustratos son ricos en materia orgánica y suelen contener nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Su utilización ofrece varios beneficios, como la mejora de la estructura del suelo, la retención de agua y nutrientes, y la promoción de la actividad microbiana beneficiosa para las plantas. Su elección depende de las necesidades específicas de las plantas y del tipo de cultivo.

Sustratos inorgánicos. Son utilizados como medios de cultivo que están compuestos principalmente por elementos y minerales no orgánicos. Estos sustratos carecen de materiales de origen biológico y se seleccionan por sus propiedades físicas, químicas y su capacidad para proporcionar un entorno de cultivo controlado. Ejemplos comunes de sustratos inorgánicos incluyen la arena, la roca volcánica, entre otros. Estos materiales son elegidos por su estabilidad química, capacidad de retención de agua y aireación del suelo.

2.2.3. Bambú

Los bambúes pertenecen a la familia Poaceae y pueden ser plantas anuales o perennes. Se caracterizan por su hábito de crecimiento, que puede ser arbóreo o herbáceo, y poseen

tallos leñosos generalmente huecos. Además, presentan complejos sistemas de rizomas y ramas, así como órganos prominentes de revestimiento. Sus hojas tienen pseudopecíolos relativamente anchos, con células fusoides flanqueando los haces vasculares. La lígula se encuentra entre la vaina y la lámina, siendo membranácea o pubescente, ocasionalmente ausente, a veces con dos lóbulos laterales o aurículas. La lámina suele ser lineal, aunque en algunos casos puede ser aovada o aovado-lanceolada, plana o enrollada, y generalmente paralelinervia. Los bambúes constituyen el único grupo significativo de pastos que se adaptan a entornos boscosos en lugar de hábitats abiertos. Además, demuestran una notable capacidad de adaptación a una amplia variedad de ecosistemas y condiciones climáticas. Sin embargo, es importante destacar que muchos de los hábitats de bambú enfrentan amenazas significativas debido a la deforestación y a cambios en los patrones de manejo forestal (Cano, 2020, p. 4).

***Guadua angustifolia* Kunth.** *Guadua* prospera de manera óptima en entornos húmedos tropicales y muestra adaptabilidad incluso en lugares con escasas lluvias, siempre y cuando el suelo conserve una adecuada humedad. Requiere una temperatura promedio de alrededor de 22 °C, pero puede adaptarse a climas más cálidos. Esta especie se desarrolla favorablemente hasta altitudes de 1200 m s.n.m, especialmente en suelos franco-arenosos, sueltos y bien drenados. En suelos conocidos como "de banco", que se forman a partir de los residuos dejados a orillas de los ríos después de la temporada de lluvias, la *guadua* alcanza considerable altura y un buen grosor (Rueda, 2021, p. 6).

Guadua angustifolia y sus métodos de propagación pueden variar, incluyendo la reproducción sexual mediante semillas botánicas. Las plantas de bambú producen frutos similares a los del arroz, que podrían utilizarse como semillas para su propagación. Sin embargo, la formación de semillas en *Guadua angustifolia* es limitada e irregular, por lo que este método no se emplea de manera regular. Además de la reproducción sexual, el bambú puede propagarse de forma asexual, utilizando diversas partes de la planta. Los métodos más comunes incluyen el uso de secciones de esquejes de tallos tiernos y la multiplicación de plántulas, conocidas como chusquines. Estos métodos asexuales ofrecen alternativas prácticas para la propagación de *Guadua* (Viscarra, 2021, p.3).

***Guadua weberbaueri* Pilg.** Presenta notables características físico-mecánicas que la hacen idónea como material para la construcción civil. Su versatilidad permite que sea utilizada como sustituto de la madera e incluso del acero en diversas aplicaciones. El bambú

en cuestión tiene una estructura recta en la base y un ápice ligeramente arqueado. Su color es verde blanquecino, alcanzando alturas que oscilan entre 15 y 18 metros, con un diámetro de 8 a 14 centímetros y un espesor de pared que varía de 0,8 a 1,5 centímetros. Presenta una región nodal con un reborde superior pronunciado y una línea nodal menos pronunciada. Se caracteriza por bandas de color blanco. Las hojas caulinares son triangulares y varían en color de amarillo a púrpura (Aquino, 2019, p. 20).

Dendrocalamus asper. El origen es desconocido; sin embargo, se presume que puede ser nativo de Asia, por poseer extensos cultivos. Las cañas de este bambú presentan un color verde opaco, debido a la presencia abundante de líquenes, cuando alcanzan la madurez. Mientras están en proceso de maduración, exhiben un tono verde claro. Se destacan por su tamaño notablemente grande en comparación con la mayoría de las especies, presentan culmos o cañas de verde opaco debido a la presencia de líquenes, son notoriamente grandes con respecto a la mayoría de especies, con un aproximado de 20 a 38 m de altura, y 12 a 18 cm de diámetro, los culmos en la parte basal y media son totalmente limpios, es decir sólo se aprecian ramas no tan densas desde el tercio superior hacia el ápice de la planta. La pared de la caña presenta un espesor de 2 a 2,5 cm siendo el orificio en promedio de 10 cm (Soto, 2011, p.11-12).

Bambusa oldhami. Esta especie de bambú tiene la capacidad de crecer en tierras bajas, pero su desarrollo óptimo se observa en el trópico americano cuando se encuentra por encima de los 1300 m s.n.m. En el caso específico de Perú, muestra un excelente desarrollo en altitudes que oscilan entre 1800 y 2000 m s.n.m., especialmente en la provincia de Oxapampa. Aunque es capaz de crecer en diversos tipos de suelo, su rendimiento es superior en suelos limosos y bien drenados, es beneficioso en diversos aspectos, ya que se puede utilizar para la producción de brotes comestibles. Además, es adecuado para la construcción de infraestructuras ligeras, la formación de cercas vivas y actúa eficazmente como barrera rompeviento. Esta especie presenta una notable resistencia a las bajas temperaturas, lo que se traduce en un mayor desarrollo tanto en el tamaño de sus culmos como en la productividad de estos por unidad de área. Por estas características, se recomienda su cultivo a gran escala, especialmente en altitudes superiores a los 1500 m s.n.m. (Landoño, 2021, p. 35).

Bambusa vulgaris. La especie se adapta de manera excepcional a una amplia variedad de suelos, lo cual queda reflejado en su nombre "vulgaris", que significa común. Su capacidad de adaptación es tan notable que se ha naturalizado en muchos países, creciendo

de manera espontánea como si fuera una especie nativa. Puede encontrarse en cuencas hídricas, a lo largo de las carreteras e incluso en suelos degradados, demostrando su versatilidad y resistencia en diferentes entornos, florece muy infrecuentemente, y cuando lo hace, su floración es esporádica. Hasta el momento, no se tiene constancia de que haya producido semillas sexuales a partir de la flor, lo que la distingue como uno de los bambúes más vigorosos del mundo. Durante el fenómeno de la floración, generalmente florece un culmo de la planta mientras los demás no lo hacen, y en ocasiones, el culmo que florece puede llegar a morir. Este comportamiento añade una peculiaridad al ciclo de vida de esta especie (Landoño, 2021, p. 37).

Phyllostachys aurea. Esta especie exhibe una destacada capacidad de adaptación tanto a diferentes condiciones climáticas como a variados tipos de suelos, es más resistente a las bajas temperaturas, y muestra un óptimo crecimiento en suelos profundos, fértiles y bien drenados. En Perú, esta especie principalmente crece por encima de los 700 m s.n.m., prefiriendo sitios no desérticos. Se ha observado que, a menor altitud, los culmos tienden a ser menos altos y con menor diámetro. La planta presenta rizomas leptomorfos, y es importante gestionar su crecimiento para evitar que se convierta en una planta no deseada. Gracias a sus rizomas leptomorfos, esta especie se considera ideal para controlar la erosión en áreas con pendientes pronunciadas (Landoño, 2021, p. 44).

Chusquea uniflora Steud. Se describe un tipo de bambú trepador con culmo sólido, textura áspera al tacto y color morado en su fase juvenil, que luego se vuelve verde a medida que madura. Este bambú puede alcanzar hasta 12 metros de altura, con diámetros de 1 a 1,5 centímetros y entrenudos cortos de 5 a 20 centímetros de longitud. Las hojas caulinares son pubescentes, con lámina erecta y decidua, siendo tres veces más pequeñas que la vaina. La vaina foliar, que es caulinar, presenta márgenes ciliados hacia la parte media superior y es fimbriada y ciliada hacia el ápice. El conjunto foliar consta de 7-9 hojas por complemento. La vaina foliar pilosa exhibe márgenes ciliados, mientras que la lígula foliar es conspicua y también ciliada. La lámina foliar tiene dimensiones de 5-7 cm de longitud por 0,8-1 cm de ancho, siendo pubescente en el envés y glabra en el haz. La ramificación infravaginal cuenta con más de 20 ramas por nudo, y la yema central tiene forma circular (Landoño, 2021).

Usos del bambú

Trujillo (2021) afirma que, el bambú presenta varios usos como:

Sistemas constructivos con bambú. Estructuras, carpinterías, muebles, accesorios y artesanía decorativa.

Bioingeniería y servicios ambientales. Se hace uso cuando se recupera áreas degradada, captura de CO₂, protección y recuperación de microcuencas, protección de la biodiversidad, turismo ecológico.

Farmacéuticos medicinales, cosméticos y alimenticios. Vinagres, brotes para la industria alimenticia, etc.

2.2.4. *Guadua angustifolia* (Bambú)

a) Taxonomía

Arthur Cronquist (1981), clasifica a la especie *Guadua angustifolia* Kunth de la manera siguiente:

División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Subclase	: Commelinidae
Orden	: Cyperales
Familia	: Poaceae Juss.
Género	: <i>Guadua</i> Kunth
Especie	: <i>Guadua angustifolia</i> Kunth

Según APG IV (2016), la especie se clasifica de la manera siguiente:

División	: Angiospermae
Clase	: Equisetopsida C. Agardh
Subclase	: Magnoliidae Novák ex Takht.
Orden	: Poales

Familia : Poaceae Barnhart

Género : *Guadua* Kunth

Especie : *Guadua angustifolia* Kunth

Nombres comunes: Taboca y tacuara, paca o caña de Guayaquil, yaripá, caña guadua, caña mansa o caña brava, jua-jua o puru-puru.

b) Descripción morfológica

Noboa (2014) describe la morfología de *Guadua angustifolia* de la siguiente manera:

Rizoma. Estructura de soporte de la planta y el órgano que permite la absorción de los nutrientes del suelo, recurso ideal para la conservación de suelos.

Culmo o tallo. Es el eje aéreo que emerge del rizoma. Alcanza su altura máxima entre los 4 a 6 meses de edad, consta de cuello, nudos y entrenudos.

Yemas. Se localiza por encima del nudo, tiene el potencial de desarrollarse como ramas. Pueden ser activas o inactivas y de carácter vegetativo o reproductivo.

Ramas. Sostienen el follaje, que es la estructura básica en el proceso fotosintético de la planta. Las ramas del ápice del culmo tienen un alto contenido de fibra y son utilizadas en la fabricación de papel y paneles.

Hojas caulinares. Su función es proteger a la yema, la cual da origen a las ramas y al follaje. Son triangulares, de consistencia fuerte. Se utilizan en la elaboración de artesanías y como elemento decorativo.

Hojas/follaje. Son la principal estructura de elaboración de alimento en la planta. Las hay desde muy pequeñas hasta muy grandes y desde lineares hasta triangulares lanceoladas.

Flores. La guadua si florece, y lo hace aproximadamente cada seis meses, en inflorescencias. Los bambúes pueden tener 3 tipos de floración: gregaria, esporádica o continua.

c) Origen

La historia del bambú se remonta al comienzo de la civilización en el Asia, tanto es así, que aún hoy día en la China y la India, cada habitante utiliza bambú de diversas formas y para diferentes fines. En el mundo existen unas 1250 especies de Bambú, distribuidas mayormente en los continentes americano y asiático. En América su distribución natural se extiende desde los 39° - 25° latitud norte, en la parte oriental de los Estados Unidos hasta los 47° latitud sur en Argentina y Chile; y desde el nivel del mar hasta las regiones más altas de los Andes ecuatoriales. La mayoría de las especies de Bambú existentes en América permanecen sin ser clasificadas (Mercedes, 2006).

d) Distribución

Guadua angustifolia Kunth, es la especie más representativa e importante por sus excelentes características constructivas. Se le encuentra en estado nativo en Colombia, Venezuela y Ecuador, se han identificado zonas naturales del noreste de Perú, zonas limítrofes con Ecuador y Colombia. También existen algunas pequeñas áreas plantadas en Tumbes, Piura, Lambayeque, Selva Central, San Martín y sur de Lima (Gonzales, 2005).

e) Hábitat

Los bambúes son plantas diversas y económicamente importantes que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia y América. Son las gramíneas más grandes del mundo y se distinguen del resto de ellas por tener un hábito perenne, con sistema de raíces (rizomas) bien desarrollados y con tallos (culmos) casi siempre lignificados y fuertes (Pérez, 2014). *Guadua angustifolia*, se desarrolla en sitios con altitudes de 1300 y 1500 m s.n.m. Dicho desarrollo está representado en una mayor cantidad de individuos con diámetros elevados y en una mejor resistencia mecánica de la madera. Altitudes superiores a 1500 m pueden retrasar el desarrollo de la especie, debido a la presencia de temperaturas bajas por espacios de tiempo prolongados.

En sitios con alturas por debajo de 1000 m s.n.m., muestran temperaturas elevadas (mayores a 26 °C), lo que ocasiona la desproporcionada salida de agua de la lámina foliar y del suelo y, por consiguiente, un retraso en el desarrollo y crecimiento.

La humedad del suelo se encuentra muy correlacionada con el desarrollo de la especie. Por lo general los suelos francos, fértiles y de buen drenaje, ubicados en valles y zonas

onduladas de montaña son donde mejor desarrolla el bambú, en suelos muy pesados y arcillosos no crece muy bien (Agudelo y Toro, 1994).

f) Propagación de bambú

Existen diversas técnicas de propagación o reproducción de bambú, que pueden ser clasificadas en sexuales o asexuales. Estas incluyen el uso de semillas, vástagos, siembra de rizomas, acodos en algunos casos, y de manera masiva mediante el corte de secciones de las cañas. menciona que una planta originada de estacas alcanza su altura total en dos o tres años, mientras que aquella generada por semillas puede tardar de 4 a 8 años en alcanzar su altura máxima. El bambú, al igual que otras especies, ofrece varias opciones para la propagación a partir de diferentes partes de la planta. Entre las más comunes se encuentran las secciones de cañas, rizomas, riendas laterales, esquejes de cañas tiernas y la multiplicación de plántulas, conocidas como "chusquines". También es posible realizar la propagación asexual mediante el cultivo de tejidos en condiciones de laboratorio, un proceso conocido como propagación in vitro (Cano, 2020).

g) Métodos de propagación de bambú

Existen distintos métodos de propagación de esta especie, entre los cuales se tenemos:

Propagación por semillas. Para *Guadua angustifolia* hay una limitación por ser una especie de floración esporádica, algunos individuos del mismo grupo florecen en periodos irregulares que generalmente coinciden con las épocas de lluvia, además, las semillas tienen un periodo de viabilidad o capacidad de germinación muy corto. Las plantas producidas por semilla tienen un crecimiento demasiado lento. La germinación de la semilla no tiene ningún problema si está viable, pero debido a que la floración del bambú sólo se presenta a intervalos o ciclos muy largos, no es común el empleo de semilla en su propagación. Por lo anterior, este método de reproducción no es viable para *Guadua angustifolia* (Botero, 2020).

Propagación por rizoma. La manera más tradicional y efectiva de propagar el bambú vegetativamente es a través de la división del rizoma, logrando una eficiencia de supervivencia cercana al 100 % (Mercedes, 2006). Aunque este método es preferido debido a la rápida producción de grupos jóvenes, se considera antieconómico debido a la complicada extracción de las raíces (caimanes) y se percibe más como un trasplante que un proceso de multiplicación. La propagación mediante rizoma implica utilizar la parte inferior de un solo culmo, generalmente con 3-5 nudos (aproximadamente 1-2,5 m), que incluye el

eje del rizoma basal y sus raíces. Los rizomas, obtenidos de plantas de 1 a 2 años de edad después de la siembra, son cortados y excavados para incluir brotes bien desarrollados. Los brotes resultantes aparecen 1-3 meses después de la siembra, seguidos de la formación de raíces. Para garantizar la supervivencia en el campo, se deben tener en cuenta ciertos cuidados específicos: la selección del material vegetativo se debe obtener de plantas con buenas características fenotípicas, el rizoma y las raíces unidas no deben dañarse, el rizoma debe separarse del grupo de plantas, los brotes en el rizoma deben presionarse ligeramente para ver que no están podridos, los brotes sanos serán de color amarillo pajizo, los podridos serán de color marrón-negro. Normalmente se obtienen y se trasplantan justo antes de la temporada de lluvias; se debe evitar cualquier sequía haciendo uso del riego, de lo contrario la supervivencia puede ser del 5 %. Después de seis meses, las plantas jóvenes en el vivero están listas para ser trasplantadas al campo (Cano, 2020).

Propagación por chusquines. Según Ardiles (2019), la propagación por chusquines se lleva a cabo utilizando plantas pequeñas que incluyen todas sus partes (raíces, tallos y hojas) y provienen de un rizoma activado entre el primer y segundo mes después de aprovechar su tallo aéreo. Estos chusquines tienen tallos delgados, generalmente con un diámetro de 1 a 2,5 mm, una altura de 20 a 30 cm y raíces que pueden alcanzar hasta 15 cm de longitud. Para obtener chusquines en un gradual, se deben seguir varios pasos: a) seleccionar guadales saludables, vigorosos y con buenas características físicas; b) separar los chusquines del rizoma utilizando una pala o machete; c) introducir la pala con suavidad para sacar los chusquines, evitando en la medida de lo posible la ruptura de raíces y raicillas; d) transportar los chusquines al vivero, donde se llevará a cabo su propagación. En el caso específico de *Guadua angustifolia*, se ha comprobado que todos los chusquines pueden generar hijuelos. Sin embargo, es crucial considerar que las plantas seleccionadas para la propagación posean buenas características físicas, salud, vigor, tamaño, entre otros. Los chusquines se siembran en un área con sustratos sueltos y ricos en materia orgánica, conocido como banco de propagación, donde llevan a cabo su proceso de multiplicación o generación de rebrotes.

La propagación por chusquines se lleva a cabo típicamente en un sitio específico conocido como banco de propagación. Con una adecuada fertilización, manejo de la humedad y control de malezas, se puede lograr un promedio de 10 brotes en un periodo de 90 días. Para implementar este método, el chusquín o sección delgada del tallo debe provenir

de una yema basal del rizoma, la cual se activa dos meses después de haber aprovechado su tallo aéreo o culmo. Estas secciones son esencialmente plántulas (Manzur et al., 1980, como se citó en Carhuatocto, 2022).

Propagación por estacas. Este método implica el uso de estacas procedentes de ramas laterales de plantas adultas (de 3 a 5 años), así como de chusquines en crecimiento. Sin embargo, en el caso de la *Guadua angustifolia* Kunth, este método no es ampliamente utilizado debido a los bajos porcentajes de brotación y prendimiento (Gallardo, 2008).

Propagación de segmentos de tallo. La propagación mediante segmentos de tallo implica cortar secciones de tallo de aproximadamente un metro de longitud, las cuales deben tener alrededor de tres nudos con yemas o ramas, siendo estos tallos de tres a cuatro años de edad (cañas maduras). Al plantarlos, es necesario cubrir los nudos con el sustrato. Este método demanda una considerable cantidad de material y, por lo tanto, no es adecuado para la propagación a gran escala (Giraldo y Sabogal, 2007). Para llevar a cabo esta modalidad, se requiere el aprovechamiento de culmos jóvenes de 2 a 3 años de edad. El procedimiento consiste en partir, dividir o seccionar el culmo en unidades de dos o tres entrenudos que contengan 3 a 4 nudos con buenas yemas. Entre cada dos nudos se crea un hueco que se llena de agua; luego, se tapa y cubre con suelo. Posteriormente, se plantan de manera vertical, inclinada o horizontal (Mercedes, 2006).

Propagación por tallo. Se entierra el tallo entero sin dividirlo. Se escoge un tallo o brote con edad de 1 o 2 años. Excavar una zanja como para acostar el tallo entero. Se coloca el tallo con las yemas de los nudos a los lados. Se le realiza un hueco en cada entrenudo y se llena con agua. Luego se tapan con una piedra pequeña o la sección del tallo que fue cortada. Y se cubre todo el tallo con unos 5-8 cm de tierra. Se moja bien el área donde fue colocado el tallo. Dentro de 2-4 semanas comienza a repollar (Mercedes, 2006).

Propagación por esquejes de rama basal. Este método de propagación utiliza ramas basales, también conocidas como segmentos nodales. En este proceso, se seleccionan las plantas que poseen las características deseadas. Se elige el tercio basal medio de la planta, de donde se toman propágulos de tres a cinco centímetros que contengan una o más yemas axilares latentes. Antes de sembrar, se preparan bolsas con el sustrato, y se colocan los propágulos de manera horizontal, enterrándolos a tres centímetros de profundidad (Giraldo y Sabogal, 2007).

Propagación por cultivo in vitro. El cultivo de tejidos o reproducción in vitro, ofrece oportunidades únicas para lograr la conversión de células en plantas enteras. Una de las mayores ventajas es para los taxónomos pues recientemente se ha hallado que plantas de bambú que han crecido bajo las correctas condiciones en cultivo de tejido pueden florecer y producir semilla varios meses después de sembradas en lugar de varias décadas después. Aunque el desarrollo de la técnica de cultivo de tejido, es viable, la necesidad de pruebas de campo y de refinamiento de los procedimientos podrían ser un proceso lento y que consuma mucho tiempo, pero una vez establecido, el mismo permite la producción masiva de plántulas a una escala industrial. La micropropagación (o propagación vegetativa in Vitro), puede producir millones de réplicas de la planta original. En bambú los nudos menores producen yemas axilares que permanecen latentes la mayor parte del año y retoñan generalmente durante la temporada lluviosa; estas yemas tienen la capacidad de transformarse en plántulas completas (Mercedes, 2006).

Propagación por trasplante directo. La propagación mediante trasplante directo implica extraer una planta de la mata de bambú y trasladarla a un nuevo terreno. Para llevar a cabo este método, se requieren plantas jóvenes con dos o tres años de desarrollo. Es esencial que la planta completa, incluyendo ramas, follaje, rizoma y raíz, se conserve lo más intacta posible al momento de la siembra. Cualquier marchitez o deshidratación crítica durante este proceso podría resultar en la muerte de la planta (Aquino, 2019).

h) Sustratos para la producción de bambú

Para asegurar la obtención de plantas de alta calidad en un entorno de vivero, se recomienda utilizar sustratos elaborados a partir de materiales disponibles que posean características físicas adecuadas, tales como una buena aireación, drenaje eficiente, capacidad de retención de agua y densidad apropiada. En la actualidad, las mezclas de sustratos pueden ser preparadas utilizando diversos materiales, como orgánicos, compost, fibras y productos agroindustriales (Aquino, 2019). Para obtener plantones de chusquines listos para campo definido, colocar los chusquines en bolsas de 6 x 9 o 7 x 10 pulgadas, en composiciones de suelo agrícola (1 m³), humus (10 kg/m³), arena fina o de río (0,25 m³) y en el caso de que el suelo sea arenoso no se debe utilizar arena (Jiménez, 2019; como se citó en Vizcarra, 2021).

Arena. Funciona como un excelente medio de enraizamiento; las plántulas deben ser trasladadas de este sustrato tan pronto como se desarrollan las raíces, ya que la arena carece de la cantidad adecuada de nutrientes para sostener el crecimiento (Noboa, 2014). Por lo tanto, se recomienda agregar nutrientes adicionales. Es importante la selección del tamaño de la arena. Las arenas con partículas finas tienen menor probabilidad de mejorar las características del sustrato. Es importante utilizar arenas con tamaños de partículas de 0,5 – 2 mm. El uso de arenas facilita la aireación y drenaje en mezclas con compost, suelo y turba (Rueda, 2021).

Tierra agrícola. Capa superficial del suelo localizada generalmente a profundidades promedio de 10 cm, es un compuesto de minerales y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica como textura, estructura y espacio poroso conocido como horizonte A generalmente de un color gris a negro. Esta capa compuesta generalmente tiene cantidades proporcionales de limo, arcilla y arena, lo que hace que conserve una estructura especial cuando se le aplasta ligeramente y cuando se le aplasta con más fuerza se desmenuza (Aquino, 2019). Es el material más abundante, se compone de agregados que deben ser franco, suelto, tamizado para descartar algún material extraño que altere el crecimiento de la raíz, como piedra, raíces y otros (Vargas, 2022, p. 18).

Compost. El compostaje de las excretas antes de su incorporación al suelo es un proceso beneficioso que mejora la asimilación de nutrientes por parte de las plantas y aumenta su disponibilidad a lo largo del tiempo. Además, facilita la movilización e intercambio de nutrientes en el suelo y previene la pérdida de estos por lixiviación. Este proceso se define como la descomposición bioquímica de la materia orgánica mediante la acción de una población mixta de microorganismos aeróbicos. Como resultado, se obtiene un compuesto bioquímicamente inactivo llamado compost, que, al ser aplicado al suelo, contribuye al enriquecimiento del mismo (Révolo y Révolo, 2018).

Aserrín. El aserrín descompuesto se destaca como un sustrato económico, liviano y fácilmente disponible. Su capacidad de retención de agua y su estructura porosa varían según el tamaño de las partículas o la combinación con viruta. Este sustrato orgánico es rico en carbono, pero carece de nitrógeno. Es importante tener en cuenta que, al regarlo con una solución nutritiva, puede ocurrir un proceso de descomposición parcial por acción de bacterias. Estas bacterias, al utilizar principalmente el nitrógeno de la solución para su

crecimiento, lo fijan temporalmente, lo que podría resultar en una deficiencia de este elemento en las plantas cultivadas con aserrín (Aquino, 2019).

Pajilla de arroz carbonizada. Componente que provee beneficios para la germinación o propagación de plántulas obteniendo un sustrato suelto, retención de humedad, nutrientes, entre otros. Puede aportar calcio, nitrógeno, magnesio y potasio (Vargas, 2022).

Silvicultura de la *Guadua angustifolia*. Para Mercedes (2006) el conocimiento silvicultural abarca desde las exigencias climáticas y de suelo hasta los cuidados culturales o de mantenimiento, los aspectos de manejo y aprovechamiento, se describen a continuación:

Factores ambientales. El rango de requerimientos pluviométricos promedios del bambú va desde un mínimo de 1000 mm hasta más de 4050 mm. Se requiere que llueva al menos 100 mm/mes durante 6 meses para garantizar el desarrollo del bambú. El desarrollo y emergencia de los brotes requiere de al menos 100 mm y los rizomas crecen con 200 mm o más al final del verano (agosto-septiembre). La guadua tiene un óptimo de temperaturas entre los 20 y los 26 °C, con variaciones que pueden estar por debajo de los 11 y los 36 °C. Requiere precipitaciones entre los 1,300 y 4,000 mm, con buena distribución a lo largo de todos los meses del año y humedad relativa del 80 %. La luminosidad para un excelente desarrollo de la guadua debe estar comprendida entre 1800 y 2000 horas/luz/año, aproximadamente de 5 a 6 horas/luz/día. La precipitación es el factor clima que más afecta el desarrollo y crecimiento de la Guadua, es así, como en sitios secos o muy húmedos, se encontraran los guadales con las características de desarrollo más deficientes. A su vez la distribución de la precipitación a lo largo del año, influye en el comportamiento general de la especie. El bambú prefiere los suelos aluvionales y bien drenados. No resiste suelos salinos.

Algunas especies de bambú pueden crecer en suelos con pH de hasta 3,5, pero en general el pH óptimo se encuentra entre 5,0 y 6,5. Los bambúes crecen bien en pendientes empinadas, pero no resisten los fuertes rayos solares. El bambú es una especie de hábito forestal, por lo que responderá muy bien si encuentra o se le dispone un mulch (cubierta vegetal) abundante, por otro lado, le gusta tener un suelo aireado razón por la cual es bueno incorporar lombrices para que efectúen esta labor. Es aconsejable además que las hojas que caen no se recojan, sino que se coloquen alrededor de los troncos o culmos donde han de reciclar la sílica y otros elementos necesarios para el bambú (Mercedes, 2006).

Instalación de la plantación del bambú

De acuerdo con Mercedes (2006) para la instalación de una la plantación de bambú se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

Hoyado. El hoyo recomendado para la siembra debe medir 70 cm de largo, por 50 cm de ancho y 30 cm de profundidad. Para el marcado se puede disponer de una cuerda sobre el suelo donde se marca la distancia de los hoyos.

Plantación. Cuando la plantación se realiza con trasplantes directos (sin la etapa del vivero), es necesario considerar las siguientes recomendaciones: En la propagación por el método de secciones de tallo, es recomendable colocar dos secciones por hoyo; para asegurar un mayor número de yemas con posibilidades de brotación. En la propagación por cepellón o rizoma debe procurarse un buen contacto del cepellón con el suelo.

Labores silviculturales. Las plantas de bambú exigen abundante luz al inicio de su desarrollo; el terreno debe estar libre de sombra. En terrenos inclinados o susceptibles a la erosión, la sombra se elimina mediante podas y chapeos, usando el método de anillamiento o corona, que consiste en eliminar totalmente las malezas del suelo alrededor de las plantas en un diámetro de 1,5 m.

Agua y riego. Es bueno que las plantaciones de bambú se realicen con las primeras lluvias de las estaciones lluviosas para garantizar la humedad requerida en el suelo para el desarrollo de las plantas. Las plantas adultas pueden resistir un tiempo la inundación o saturación total del suelo, pero las nuevas son relativamente susceptibles tanto a los excesos como a las deficiencias de agua (Mercedes, 2006).

Etapas de desarrollo de una plantación de bambú

Para Mercedes (2006) el manejo del bambú está basado en el desarrollo fisiológico del tallo. El bambú adquiere su máximo desarrollo en menos de un año después de haber brotado del suelo o más bien, luego de su establecimiento en el campo, pero no estarán listos para su uso en construcciones hasta alcanzar su plena madurez y dureza. En la mayoría de los bambúes, este período termina entre los 2 y los 6 años. El desarrollo de una plantación de bambú tiene diferentes etapas conforme a la edad y apariencia de las plantas, estas son las siguientes:

Fase de renuevo o brotación. Es aquella en la que los culmos, cogollos o brotes están emergiendo, los entrenudos no se han elongado o estirado y están presentes las hojas caulinares. Temporalmente corresponde a edades menores de 180 días.

Fase juvenil. También es llamada biche. En ella las hojas caulinares están parcialmente caídas, las ramas empiezan a desarrollarse, el color de los brotes es de un verde intenso. La mayoría de los entrenudos se han desarrollado en tanto que los nudos comienzan a presentar una coloración blanquizca. Este período va de 6 a 12 meses.

Fase madura, adulta o comercial. Los tallos se tornan a verde pálidos, las ramas totalmente desarrolladas, la madera se torna resistente y si la zona es relativamente húmeda los tallos presentan algunos líquenes, se hace el aprovechamiento, desde 1 a 4 años.

Fase de sazónamiento. La madera empieza a perder resistencia y se llena de líquenes. El follaje es poco denso y el color de los tallos es verde-pálido y amarillento. Va de 4 a 6 años.

Fase sobre madura o vieja. Se empiezan a notar signos de degradación en los culmos (quebraduras o rajaduras en los tallos). Hay poco follaje en las ramas y todo de la apariencia y sensación de estar seco.

Crecimiento Inicial y Desarrollo de las Plantas. Las plantas producto del deshije una vez sembradas en bolsas plásticas, deben regarse abundante y permanentemente para evitar la deshidratación y permitir que las raicillas entren en contacto con el sustrato. Se debe evitar la acción directa de los rayos solares por espacio de dos semanas mientras la planta se adapta al trasplante. Las bolsas plásticas deben organizarse en eras o filas de 10 unidades de ancho, esto para facilitar su manipulación, control de malezas, riegos y fertilizaciones. La planta después de tres meses de siembra puede ser llevada a campo abierto para la siembra. Se debe evaluar su calidad en cuanto a número y diámetro de brotes y color del follaje. No deben llevarse a campo plantas amarillas, con menos de tres tallos y mucho menos delgados (Botero, 2020).

Aprovechamiento. El régimen de aprovechamiento, que engloba el ciclo y la intensidad del corte, constituye un factor crucial en la gestión de una mancha o gradual. La explotación sistemática y regular, al estimular la regeneración natural, incrementa la producción de culmos y facilita la cosecha al evitar el crecimiento de vegetación asociada y

ramas laterales. Por otro lado, una explotación excesiva y continua disminuye la producción de culmos, conduce a la degeneración de la calidad de la mancha en términos de diámetros y número de individuos, y puede incluso llevar a la extinción del cultivo. Dentro del plan de Aprovechamiento para guaduales, se recomienda una intensidad de entresaca de culmos comerciales de hasta un máximo del 40 %, con una periodicidad de 12 a 18 meses para un mismo sitio, dependiendo de la capacidad de regeneración presente. La guadua alcanza su pleno desarrollo entre 5 - 7 años, es ahí que se puede iniciar los ciclos de corte. Como paso previo al aprovechamiento, se sugiere realizar un inventario para determinar la densidad y los grados de madurez en la mancha. Una vez establecido el régimen de aprovechamiento, se inician las labores de cosecha, que incluyen la eliminación de ramas laterales, la socla o eliminación de vegetación asociada de menos de dos metros de altura, y el corte de guadua seca, así como el corte de la cantidad de guadua madura determinada mediante el método de entresaca selectiva. Se precautela no extraer demasiadas cañas de un solo sitio o dejar muchos tallos maduros en el mismo lugar. Los cortes se efectúan sobre el primer nudo, sin romper el canuto, para evitar la formación de pozos que puedan acumular agua y causar pudriciones. Todos los desechos se trituran y se dejan en el guadual para su incorporación al suelo. Se espera obtener producciones de 800 a 1200 guaduas por hectárea cada año. La meta de dejar el 60 % en la mata busca proteger los brotes y la guadua verde de los vientos, prevenir el volcamiento y, sobre todo, garantizar una producción sostenible (Botero, 2020).

Para el aprovechamiento se recomienda realizar el corte en la fase lunar de cuarto menguante, debido a que en ese momento circula menor cantidad de savia en la planta

Importancia del bambú

Ambiental. La guadua es una planta que aporta múltiples beneficios para el medio ambiente y el hombre, sus productos cuando son empleados como elementos integrales de la construcción de viviendas funcionan como reguladores térmicos y de acústica, el rápido crecimiento de la guadua permite según el “estudio aportes de biomasa aérea realizado en el centro nacional para el estudio del bambú Guadua, producir y aportar al suelo entre 2 y 4 ton/ha/año de biomasa, volumen que varía según el grado de intervención del guadual; esta biomasa constituye entre el 10 y el 14 % de la totalidad de material vegetal que se genera en un guadual. La biomasa es importante, ya que contribuye a enriquecer y mejorar la textura y estructura del suelo. El aporte anual de biomasa general de un guadual en pleno desarrollo oscila entre 30 y 35 ton/ha/año. Los rizomas y hojas en descomposición conforman en el

suelo similares de esponjas, evitando que el agua fluya de manera rápida continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales y la protección del suelo a la erosión. El sistema entrelazado de rizomas y raicillas origina una malla, que les permite comportarse como eficientes muros biológicos de contención que controlan la socavación lateral y amarran fuertemente el suelo, previniendo la erosión y haciendo de la guadua una especie con función protectora, especial para ser usada en suelos de ladera de cuencas hidrográficas (Herrera y Ospina, 1999; como se citó en Oblitas, 2021, p. 21).

Económica. El bambú como fuente de materia prima se manifiesta en diversas industrias, como la de muebles, pisos, artesanías, juguetes, enseres del hogar, construcción de viviendas y casas, invernaderos, puentes rurales, conducción de agua, así como en la industria alimenticia. Esto lleva a la consideración de que las inversiones en este recurso son recuperables a corto plazo (Maldonado, 2019).

Social. La guadua satisface las necesidades más urgentes de la población rural, permitiendo explotaciones sostenibles que contribuyen significativamente a mejorar la calidad de vida. Esto ayuda a reducir la pobreza en el país y en las regiones donde se establece el cultivo. El impacto social más destacado se refleja en la mayor facilidad para obtener materia prima para la construcción. Esta estará accesible y a un costo reducido cuando no exista una presión significativa en el mercado (Maldonado, 2019).

2.3. Definición de términos básicos

Propagación de plantas. Métodos y procedimientos de propagación utilizando partes vegetativas de una planta, con el objetivo de reproducir una generación de individuos de genotipo idéntico a la planta madre. La multiplicación de plantas por medio de semillas (generalmente sexual) o por medios vegetativos (asexuala) (Centro de Educación Técnica, Humanística y Agropecuaria [CETHA], 2017).

Propagación sexual por semilla botánica. Es aquella reproducción en cuyo proceso se produce el apareamiento o la unión de dos células (gametos), uno masculino y otro femenino, en las plantas este hecho se realiza en las flores, es conocido también como la polinización (CETHA, 2017).

Propagación vegetativa (asexual). Utiliza partes de la planta (raíces, tallos, hojas), distintas a la semilla. Las diferentes formas de propagación vegetativa, dan plantas

exactamente iguales a las progenies, con toda sus cualidades y defectos; no hay variabilidad genética (o muy poca) (CETHA, 2017).

Sustrato. El sustrato se refiere a cualquier material sólido, de origen natural, mineral u orgánico, que se encuentra en su estado puro o en forma de mezcla. Este material se coloca en un contenedor y tiene la función de proporcionar anclaje al sistema radicular de la planta, desempeñando un papel crucial como soporte para la planta. El sustrato puede o no tener un papel activo en la nutrición de la planta (Montenegro, 2021, p. 21).

Sustratos naturales. Son aquellos que se obtienen de materia viva sujeta a descomposición (Gómez, 2020).

Sustratos artificiales. Son aquellos que contienen una serie de propiedades muy específicas y que ayudan a equilibrar los naturales. Sustratos de perlita, arcillas expandidas, vermiculita (Gómez, 2020).

Sustrato orgánico. Son sustratos de origen natural como las turbas, los de síntesis como el poliestireno expandido y los subproductos o residuos que, una vez compostados, son válidos para su uso, como el serrín, los restos de poda, los lodos de depuración de aguas, etc. (Acosta, 2023).

Chusquines. Los chusquines son nuevos brotes que surgen de los rizomas de la planta. En otras palabras, los rizomas generan pequeñas y delgadas plantas como un mecanismo de defensa cuando la planta no tiene follaje para llevar a cabo la fotosíntesis. Estos chusquines suelen aparecer en áreas de bambú que han sido afectadas por factores como el sobre aprovechamiento, incendios, u otros eventos adversos (CETHA, 2017).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación de la investigación

El presente trabajo se realizó en el Vivero Municipal del C.P. Panchia en el distrito de Tabaconas, provincia San Ignacio, departamento Cajamarca (Figura 1). Ubicado en las siguientes coordenadas UTM – WGS 84, Este (x): 709123, Norte (y): 9408570.

3.1.2. Ubicación geográfica

El distrito de Tabaconas está ubicado al norte de la región Cajamarca y al sur oeste de la provincia de San Ignacio, a una Latitud de 5°18'59" Sur y una longitud de 79°17'00" Oeste. A una altitud de 1892 m s.n.m., con una superficie de 81 300 km² (Municipalidad Distrital de Tabaconas, 2019).

3.1.3. Características del área de estudio

Según la Municipalidad Distrital de Tabaconas (2019), caracteriza al distrito:

Clima. El distrito de Tabaconas posee un clima templado en la parte baja y un clima frío en la parte alta con una temperatura entre los 26 °C a 16 °C siendo la temperatura promedio anual de 19 °C. La precipitación anual es de 789 mm y la humedad relativa media es de 77 %.

Pisos ecológicos. El área geográfica comprende varios pisos ecológicos estableciendo un sin número de ecosistemas naturales propios como los bosques de neblina. Que van desde los 2000 a los 3800 m s.n.m., así mismo en la parte media del área geográfica que va desde los 1000 a 1800 m s.n.m.

El suelo. Tabaconas cuenta con suelos propicios para la agricultura intensiva y la ganadería. Presenta suelos de tipo franco arcilloso y franco arenoso.

Geología. Tabaconas en casi todo su territorio presenta un perfil paisajístico de zona Yunga, está conformado por valles formados por el río Tabaconas y otros, presenta relieves accidentados y ondulados.

Hidrología. Tabaconas es una zona Yunga fluvial, es un distrito privilegiado en cuanto a recurso hídrico, cuenta con importantes ríos como: río Tabaconas y el río Manchara, también con las quebradas Granadillas, y Urumba las cuales son de suma importancia.

Flora. Se encuentra gran variedad de especies tanto nativas como exóticas. Entre las variedades nativas representativas del lugar encontramos especies como el romerillo (*Retrophyllum rospigliosii*), cedro (*Cedrela odorata*) que, a pesar de ser declaradas intangibles, es extraído por los pobladores. Entre las especies Exóticas más conocidas encontramos *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus saligana*, *Eucalyptus torrellano*, *Eucalyptus deglupta*, *Pinus radiata*, *Pinus patula*, *Pinus tecunumanii*, etc. En la parte alta de Tabaconas podemos encontrar una gran variedad de orquídeas.

Fauna. Es particularmente importante encontrar a especies en situación rara o en vías de extinción, tales como *Tapirus pinchaque* (tapir de altura) y *Tremarctos ornatur* (oso andino) y que actualmente están sujetos a una fuerte presión de caza.

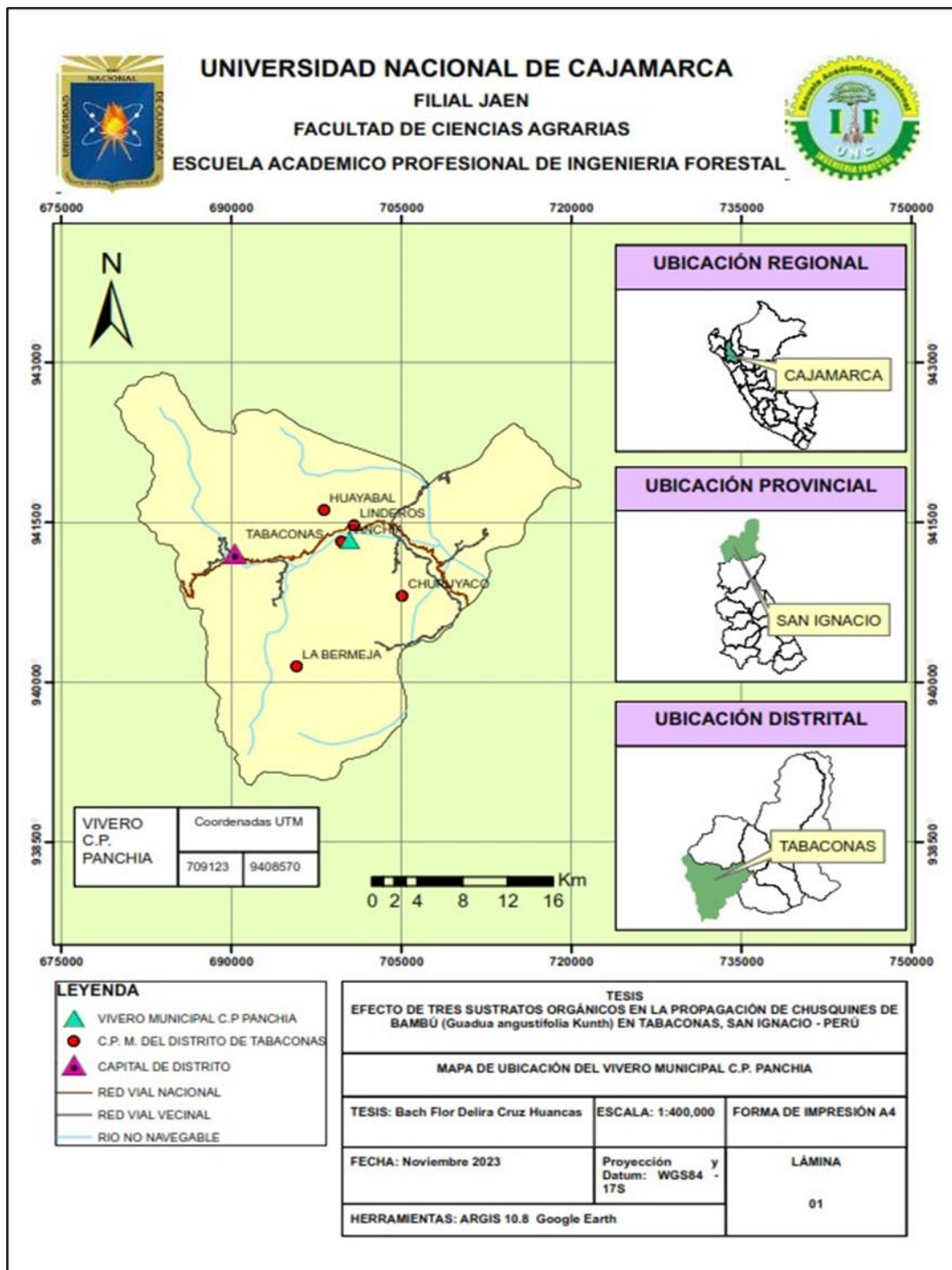
Población. De acuerdo a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2007, el distrito de Tabaconas cuenta con una población de 1773 613 habitantes, con una densidad poblacional de 22,4 habitantes por km² y una tasa de crecimiento poblacional de 2,21.

Servicios básicos. Tabaconas cuenta con el servicio de educación inicial, primaria y secundaria. La cobertura con servicios de agua potable es mínima, ya que la mayor parte de la población solo cuenta con servicios de agua entubada. Cuenta con sistemas de electrificación en funcionamiento faltando algunos caseríos y sectores que aún sus sistemas eléctricos no entran en funcionamiento.

Actividades económicas. La población del distrito de Tabaconas realiza diferentes actividades económicas, siendo una de las más importantes la actividad agrícola la cual está basada en la producción de café, caña de azúcar, maíz, plátano, yuca, frejol y frutales. También realizan actividades ganaderas como la crianza y venta de ganado vacuno, venta de leche y queso.

Figura 1

Mapa de ubicación de la investigación



3.2. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación es de tipo aplicada con un diseño experimental de Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos cada uno.

3.2.1. Materiales experimentales

Material biológico. Chusquines de bambú.

Materiales y equipos de campo. Wincha, cinta métrica, vernier, libreta de campo, lapiceros, plumones indelebles, paja rafia, bolsas plásticas, machete, tijera podadora, carretilla, palana, machete, zaranda, manguera, regadera, balanza, cámara fotográfica, GPS, tierra agrícola, aserrín, compost, arena, pajilla de arroz.

Materiales y equipos de gabinete. USB, laptop, papel bond, mesa, silla, GPS, calculadora, impresora.

3.2.2. Factores, variables, niveles y tratamientos en estudio

Los factores, variables independientes, niveles y tratamientos de estudio de esta investigación se detallan en la (Tabla 1).

Tabla 1

Variables e indicadores

Factor	Variables	Niveles	Tratamientos
A	Tipo de sustrato	a ₁ : 50 % /30 % /20 % Tierra agrícola + compost + pajilla carbonizada de arroz	T1: Tierra agrícola + compost + pajilla carbonizada de arroz
		a ₂ : 50 % / 40 % /10 % Tierra agrícola + aserrín + arena	T2: Tierra agrícola + aserrín + arena
		a ₃ : 100 % Aserrín	T3: Aserrín
		a ₄ : 100 % Tierra agrícola (testigo)	T4: Tierra agrícola (testigo)

3.2.3. Diseño experimental

Diseño experimental. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos constituidos por 64 unidades experimentales cada uno.

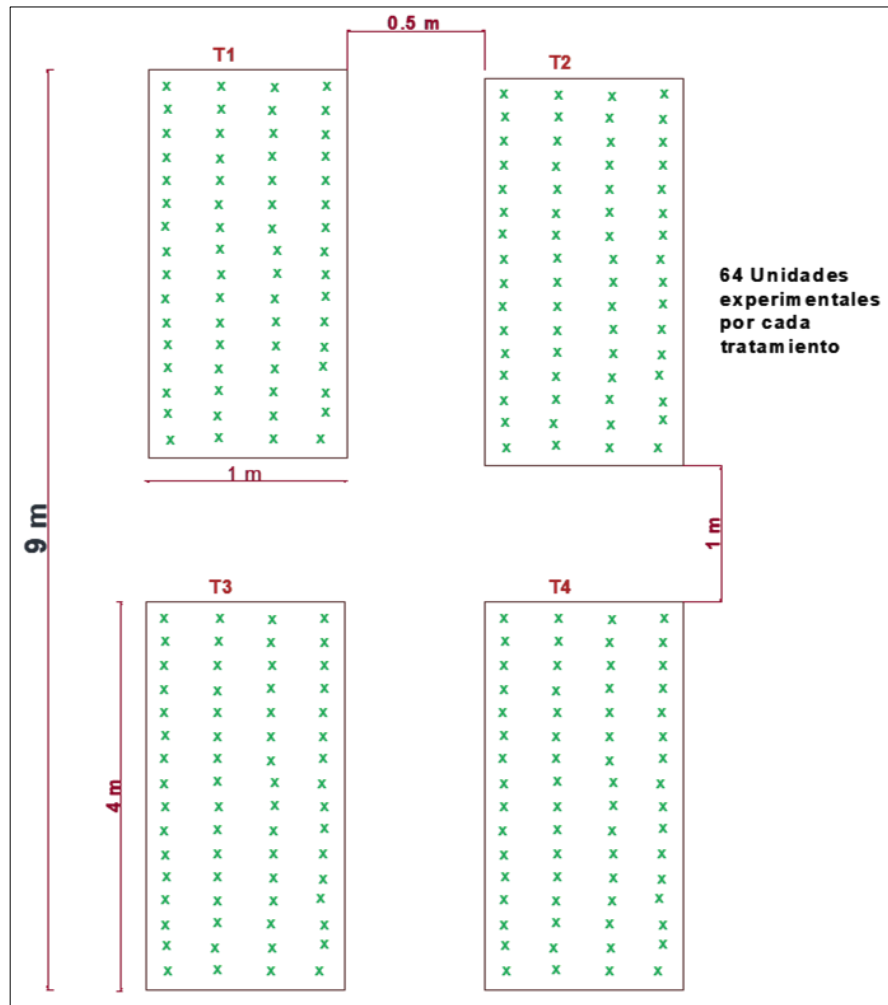
Arreglo factorial. El arreglo factorial incluyen por razones de balanceo, a todas las combinaciones posibles entre los distintos niveles del factor involucrado en el experimento.

En esta investigación se tiene un único factor A, que viene a ser el tipo de sustrato el cual será evaluado en 4 niveles, que viene a ser los tratamientos.

3.2.4. Croquis del experimento

Figura 2

Croquis del experimento



Dimensiones del campo experimental

Largo de la cama: 4 m.

Ancho de la cama: 1 m.

Número de camas: 4.

Área de cada cama: 4 m².

Número de plantas evaluadas por tratamiento: 64 plantas.

Número de plantas evaluadas en el experimento: 256 plantas.

3.2.5. Instalación del experimento

Selección del área experimental

Para la selección del área se tuvo en cuenta la cercanía de la disponibilidad de agua para realizar el riego de las plantas; además, se consideró que este lo más cerca posible a la casa de vigilancia del vivero, para estar pendientes en todo momento del experimento.

Acondicionamiento del área experimental

Se realizó la limpieza del área donde se ubicaron las unidades experimentales, cubiertos con techo de malla raschel (75 %).

Luego se niveló el área donde se instaló el vivero con 64 unidades experimentales por tratamiento, con una dimensión de 4 m² cada una y con una separación de 0,50 m entre cada unidad, utilizando 64 chusquines por unidad experimental con un total de 256 chusquines en la investigación.

Preparación de los sustratos

Para la preparación del sustrato se tuvo en cuenta el porcentaje de los componentes por tratamiento, en el caso del tratamiento 1 (T1), los sustratos utilizados fueron (tierra agrícola 50 %, pajilla de arroz carbonizada 30 %, compost 20 %), para el tratamiento 2 (T2) (tierra agrícola 50 %, aserrín 40 %, arena 10 %), para el tratamiento 3 (T3) (aserrín 100 %) y el tratamiento 4 (T4) el cual fue el testigo estuvo constituido por (tierra agrícola al 100 %).

Los sustratos (tierra agrícola, compost, arena y aserrín de romerillo) fueron obtenidos del vivero municipal del distrito de Tabaconas, mientras que la pajilla de arroz se consiguió en la ciudad de Jaén, para posteriormente carbonizarla en el vivero municipal, para la carbonización se formó una pila de pajilla de arroz, posteriormente se prendió fuego desde parte inferior de la pila, se dejó por el transcurso de 6 horas, cada 1 hora se movía el sustrato para que quemara de manera homogénea.

Al momento que se tuvo reunido todos los sustratos se procedió a cernir y hacer las mezclas, previo a ello se limpió el lugar donde se iba a realizar las mezclas para evitar que

el sustrato sea mezclado con malezas, con la ayuda de palanas y lampas se procedió hacer la mezcla de manera homogénea por cada tratamiento.

Desinfección de sustratos

Para la desinfección del sustrato se utilizó Hipoclorito de sodio (cloro comercial-uso doméstico) a una dosis de 15 ml por litro de agua. Para cada tratamiento se utilizó 2 latas de agua (40 litros) con hipoclorito (600 ml). La solución de hipoclorito + agua se realizó en un tanque tina del vivero municipal (Cabezas, s.f).

Los sustratos preparados por tratamientos fueron llenados en sacos de polietileno, utilizando 1 saco por cada tratamiento, para luego ser sumergidas en la solución por 20 minutos. Posteriormente, se retiró el sustrato de la solución para luego colocarse a secar en lonas de polietileno por 2 días, para que el cloro se evapore, este procedimiento se realizó para todos los tratamientos. Pasado el tiempo de secado se juntó el sustrato formando pilas listas para el embolsado.

Llenado de bolsas

Una vez listo el sustrato, se procedió al llenado en bolsas de polietileno de 7 x 4,75 pulgadas, 64 bolsas por tratamiento haciendo un total de 256 bolsas.

Los 2/3 de cada bolsa fueron llenadas con sustrato, dejando la 3era parte libre, para facilitar la siembra, para ello se compactó el sustrato con presiones leves usando los dedos de la mano y golpeando con suavidad contra el suelo la base de la bolsa. Luego se procedió a ordenar las bolsas a un distanciamiento de 12,5 cm aproximadamente para evitar el roce entre ellas, 64 bolsas por cama, haciendo un total de 4 camas.

Obtención de chusquines

Los chusquines se extrajeron de una plantación que presentó bambús sanos, vigorosos y de buenas características fenotípicas de 4 a 5 años aproximadamente, ubicados en el Centro Poblado Panchia, distrito Tabaconas, provincia San Ignacio.

La extracción de chusquines fue realizada con mucho cuidado utilizando una barreta, palana y tijera de podar, evitando lesionarlos, en las primeras horas de la mañana y en las tardes en horarios de baja radiación solar, luego se trasladaron en bolsas plásticas al lugar de siembra.

Las dimensiones de los chusquines fueron de 0,1 a 0,5 cm de diámetro y con 20-30 cm de longitud y provistos de hojas, de buenas características fenotípicas para la propagación.

Transporte de chusquines

Una vez extraídos los chusquines se trasladaron inmediatamente a una fuente de agua ubicada a 10 metros aproximadamente del bambusal, luego se colocaron en bolsas plásticas y se las trasladaron hasta el vivero municipal a 10 minutos de distancia. Para la conservación de los chusquines en vivero se los colocó en baldes con agua para evitar la deshidratación, mientras se seleccionaba las plantas a sembrar.

Siembra de chusquines

Para garantizar una buena humedad del sustrato se realizó un riego previo (24 horas antes) de manera manual con manguera, a todas las bolsas de los tratamientos.

Para la selección del material de propagación se midió a los chusquines que estén dentro del rango de 0,1 a 0,5 cm de diámetro y 20-30 cm de longitud y provistos de hojas, de buenas características fenotípicas.

Con la ayuda de un repicador se procedió hacer los hoyos dentro de la bolsa a una profundidad aproximada a 0,9 cm, para luego colocar el chusquín en la bolsa; seguidamente, se cubrió de sustrato a la 3era parte de la bolsa.

Labores culturales

Durante el desarrollo del experimento, se realizaron actividades culturales como, el deshierbo cada vez que era necesario debido a la presencia de las plantas invasoras; también la vigilancia sanitaria para verificar la presencia de posibles enfermedades; el riego con una regadora manual tratando de no inundar el sustrato con exceso de agua, que podrían ocasionar las condiciones para el desarrollo de agentes patógenos como hongos, entre otros.

Tinglado y manejo de la sombra

Respecto al tinglado estuvo hecho con postes de madera de 1,50 m de altura y el techo con de tubos de PVC por la flexibilidad que estos tenían al momento de armarse en forma

de túnel, fue cubierto de malla raschel al 75 %; así mismo, se cubrió los lados laterales del experimento con malla raschel, para evitar el ingreso descontrolado de la luz solar que puede afectar el prendimiento de los chusquines recién sembrados, y para evitar el ingreso de animales menores.

En lo que concierne al manejo de sombra, una vez que los chusquines presentaban brotes, hojas e iban creciendo en tamaño y diámetro, se fue retirando la sombra de los lados laterales para que los chusquines aprovechen de mejor manera la luz solar.

3.2.6. Evaluación del experimento

Número de brotes. Se realizó el conteo de los brotes por planta de bambú, cada 60 días, hasta llegar a los 120 días de duración de la evaluación. El conteo se inició por el T1, terminando en el T4, se realizó en todas las plantas y con mucho cuidado de no lesionar los brotes, se empezó a contar a simple vista y de manera directa cuantos brotes presentaba una planta de bambú, este procedimiento se realizó para las 256 plantas.

Diámetros de los brotes. La toma de datos de diámetros se realizó cada 60 días hasta los 120 días después de la siembra, utilizando un vernier milimétrico marca Mitutoyo. Se midieron el diámetro de los brotes de los chusquines, de manera muy cuidadosa, estos valores se expresaron en cm.

Altura de los brotes. La altura de los brotes se midió con ayuda vernier milimétrico de marca Mitutoyo y regla centimetrada, a los 60 días y 120 días después de la siembra, en todos los brotes de los chusquines por tratamiento. Se empezó identificando la base y el ápice de cada brote, luego con ayuda del vernier y regla centimetrada de 50 cm, se fue tomando las medidas por cada brote de las plantas de bambú. Los valores se expresaron en cm, en esta fase se identificó al brote más alto por planta.

Número de chusquines muertos. La evaluación se realizó por conteo directo de las plantas muertas a los 120 días después de la siembra. Se consideró chusquines muertos a aquellos que presentaron sequedad y sin brotes vivos.

Número de chusquines vivos. Después de los 120 días de siembra se realizó el conteo de los chusquines vivos. Se consideró chusquines vivos a aquellos que presentaban brotes vivos.

Evaluación radicular. Pasado los 120 días se seleccionó al azar a 5 plantas vivas, una por tratamiento para medir el tamaño de la raíz. Se realizó con la finalidad de medir el tamaño de la raíz, utilizando una regla milimetrada se procedió hacer la medición, luego las plantas fueron resembradas.

3.2.7. Tratamiento y análisis de datos

a) Procesamiento de datos

La información obtenida mediante mediciones, se procesó de acuerdo a la metodología y la interpretación de la información se realizó de cada una de las variables evaluadas, comparando con información establecida en la bibliografía consultada para el informe final y procesado en una hoja de cálculo, produciendo tablas y figuras, los datos obtenidos en campo se anotaron en fichas de registros para luego ser procesadas al Excel.

Porcentaje de chusquines vivos

El porcentaje de supervivencia se realizó al completar los 120 días de haber puesto a propagar. Para ello se utilizó la fórmula siguiente:

$$\% S = \frac{\text{CHUSQUINES PRENDIDOS}}{\text{CHUSQUINES SEMBRADOS}} \times 100$$

Porcentaje de chusquines muertos

Para calcular el porcentaje de mortalidad se utilizó la fórmula siguiente:

Se determinó a los 120 días después de haber iniciado el experimento:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{P_m}{P_v} \times 100$$

P_m : plantas muertas

Pv : plantas vivas instaladas

b) Análisis de datos

Mediante el procesamiento de la base de datos en el software Excel, se produjeron tablas y figuras, el cual nos permitió hacer el análisis de los resultados, mediante porcentajes de mortandad y plantas vivas de los chusquines.

Se realizó el análisis de varianza ANVA para comprobar la superioridad estadística de algún tratamiento, y la prueba de significación estadística de TUKEY para determinar el tratamiento sobresaliente (Tabla 2).

Esta estadística inferencial se aplicó a las mediciones de longitud de brote mayor, y longitud de raíz mayor por ser cuantitativas continuas y no necesitar ninguna transformación de datos.

Los datos de cada variable fueron sometidos al análisis de varianza utilizando el esquema de la Tabla 2:

Tabla 2

Análisis de varianza - ANVA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios
Tratamientos	$t - 1$	$\sum[(Y^2_{..}/r - Y^2_{..})/(tr)]$	$S_{\text{trat}}/g_{\text{total}}$
Error	$t(r-1)$	$S_{\text{total}} - S_{\text{trat}}$	$S_{\text{error}}/g_{\text{error}}$
Total	$t r - 1$	$\sum\sum[(Y_{ij} - Y)^2 / (tr)]$	

Programa estadístico usado

Luego de la toma de datos de campo, se realizó el tpeo, ordenación y procesamiento estadístico de datos, utilizando el Microsoft Office Excel 2016, la redacción del informe se realizó en Microsoft Word.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Parámetros de diámetro, altura y mortalidad de los chusquines

a) Mortalidad y supervivencia de chusquines

Tabla 3

Mortalidad de chusquines de Guadua angustifolia Kunth por tratamiento

Tratamiento	Nº de chusquines sembrados	Nº de chusquines vivos	% de supervivencia	% de mortalidad
T1	64	24	37,50	62,50
T2	64	20	31,25	68,75
T3	64	3	4,69	95,31
T4	64	17	26,56	73,44

Nota:

T1: Tierra agrícola + compost + pajilla carbonizada de arroz

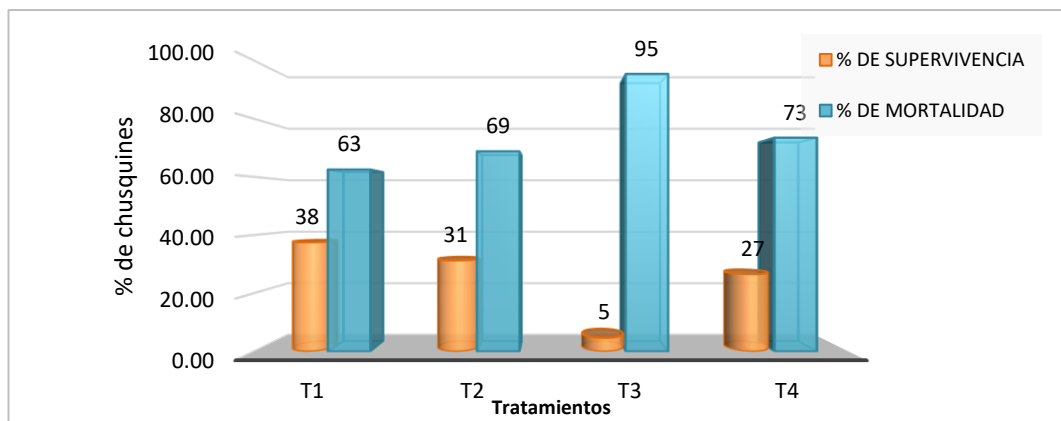
T2: Tierra agrícola + aserrín + arena

T3: Aserrín

T4: Tierra agrícola

Figura 3

Mortalidad de chusquines de Guadua angustifolia Kunth



En la tabla 3 y figura 3, luego de 120 días de evaluación, se presentó datos de supervivencia y mortalidad de los chusquines. Como se puede observar, el tratamiento (T1) con tierra, compost y pajilla carbonizada de arroz (biocarbón de arroz), es el que mostro la mayor supervivencia de chusquines con un 37,5 %, mientras que en el sustrato con aserrín (T3) solo hubo un 5 % de supervivencia. En términos generales, se puede mencionar que todos los sustratos no lograron valores de supervivencia altos, que garanticen una producción en masa de plantones de *Guadua angustifolia*.

b) Diámetro de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth

Tabla 4

Diámetro de brotes de chusquines de Guadua angustifolia Kunth

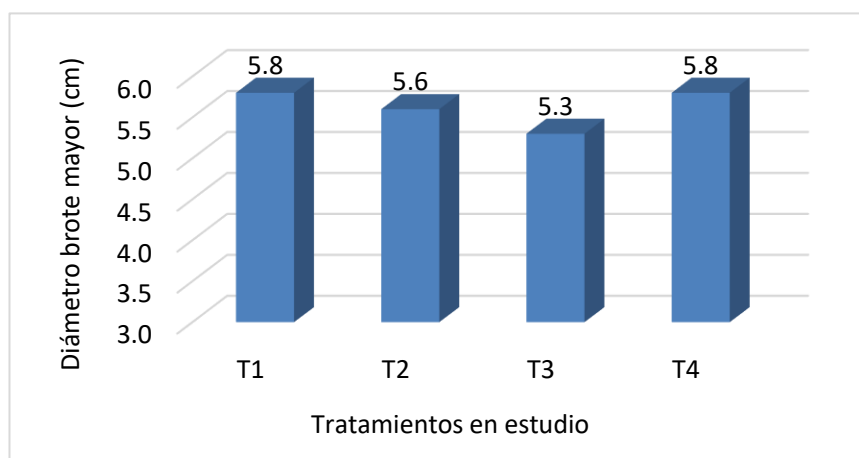
Tratamiento	Nº de plantas evaluadas	Diámetro de brote mayor (cm)
T1	24	5,8
T2	20	5,6
T3	3	5,3
T4	17	5,8

Nota:

- T1: Tierra agrícola + compost + pajilla carbonizada de arroz
- T2: Tierra agrícola + aserrín + arena
- T3: Aserrín
- T4: Tierra agrícola

Figura 4

Diámetro de brotes de chusquines



En la tabla 4 y figura 4, se presentó datos del diámetro alcanzado por el brote mayor o más grande de los chusquines que lograron sobrevivir por tratamiento. Como puede verse, no hay mucha diferencia entre los tratamientos; sin embargo, los tratamientos que usaron tierra, compost y pajilla de arroz carbonizada conjuntamente con el testigo, alcanzaron los valores de diámetros mayores.

c) Altura de los chusquines

Tabla 5

Longitud de brotes de chusquines

Tratamiento	Nº de plantas evaluadas	Longitud brote mayor (cm)
T1	24	17
T2	20	15
T3	3	11
T4	17	17

Nota:

T1: Tierra agrícola + compost + pajilla carbonizada de arroz

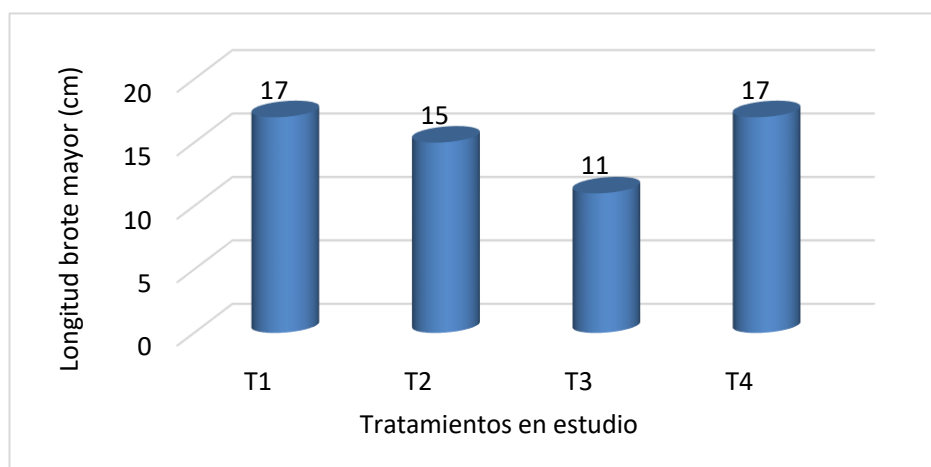
T2: Tierra agrícola + aserrín + arena

T3: Aserrín

T4: Tierra agrícola

Figura 5

Longitud de brotes de chusquines



En la tabla 5 y figura 5, se presentó datos del crecimiento de los brotes de chusquines, expresado en la longitud del brote de mayor tamaño; se puede ver que el tratamiento que utilizó como sustrato la mezcla de tierra agrícola, compost y pajilla de arroz carbonizada, conjuntamente con el testigo, donde se usó solo tierra agrícola, produjeron el mayor crecimiento de los chusquines; por otro lado, el aserrín usado como sustrato, fue el que se obtuvo el menor crecimiento.

d) Enraizamiento de los chusquines

Tabla 6

Longitud de raíces de chusquines

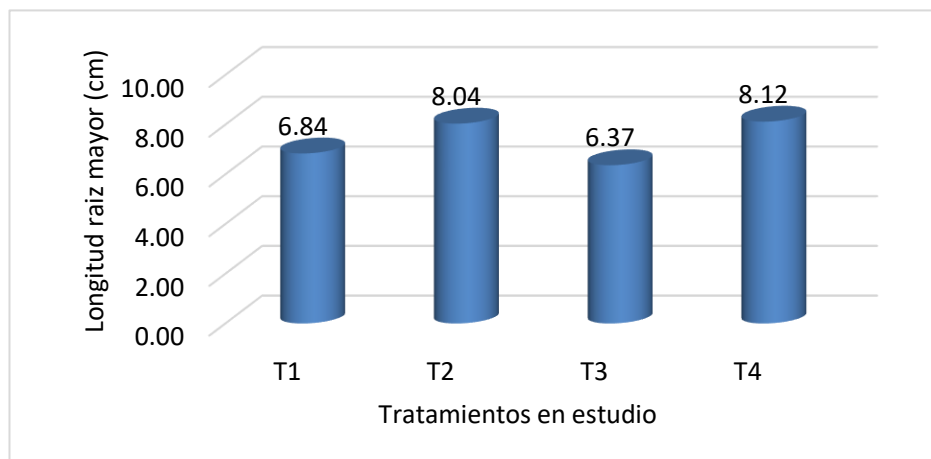
Tratamiento	N° de plantas evaluadas	Longitud raíces (cm)
T1	24	6,84
T2	20	8,04
T3	3	6,37
T4	17	8,12

Nota:

- T1: Tierra agrícola + compost + pajilla carbonizada de arroz
- T2: Tierra agrícola + aserrín + arena
- T3: Aserrín
- T4: Tierra agrícola

Figura 6

Longitud de raíces de chusquines



En la tabla 6 y figura 6, se muestra las medidas de las raíces de los chusquines, expresado en la raíz mayor longitud en cm. En este parámetro de evaluación, el tratamiento que utilizó solo tierra agrícola es el que produjo el mayor crecimiento de las raíces, siendo muy similar al alcanzado por el tratamiento que uso la mezcla de tierra agrícola, aserrín y arena como sustrato. El aserrín usado como sustrato fue el que produjo el menor crecimiento de raíces.

4.1.2. Análisis del comportamiento de los chusquines frente a los tratamientos

El análisis del comportamiento de los chusquines propagados en los distintos sustratos ensayados, se realizó a través del análisis estadístico para cada uno de los parámetros cuantitativos discretos como son el diámetro de los brotes, la longitud de los brotes y la longitud de las raíces. A continuación, se muestran en las tablas y figuras dicho análisis.

a) Diámetro de brotes de chusquines

Tabla 7

Análisis de varianza del diámetro de brotes de chusquines

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	1,3138	3	0,4379	0,8745	0,4594	2,758
Error	30,0456	60	0,5008			
Total	31,3594	63				

$$\alpha = 0,05$$

El análisis de varianza que se muestra en la tabla 7, nos indica que no existen diferencias estadísticas significativa entre los resultados promedio obtenido del diámetro de los chusquines de todos los tratamientos.

Los resultados obtenidos en cuanto a la supervivencia de los chusquines, está dado por el número de chusquines vivos, por lo que se tuvo que aplicar un análisis de varianza para número diferentes de repeticiones como se muestra en la tabla 7.

Como no existe diferencia estadística significativa entre los resultados de diámetro de los chusquines, no se hace necesario aplicar la prueba de Tukey para jerarquizar los tratamientos; así mismo, cabe indicar como resultado de la prueba de hipótesis aplicada, no existe influencia en el crecimiento en diámetro de los chusquines entre los diversos sustratos evaluados; por lo que se puede sugerir que, en el caso de este parámetro, se puede usar indistintamente cualquier sustrato para producir chusquines.

b) Longitud de los brotes de los chusquines

Tabla 8

Análisis de varianza de la longitud de los brotes de los chusquines

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	125,145	3	41,715	0,8824	0,4554	2,7581
Error	2836,590	60	47,276			
Total	2961,734	63				

$$\alpha = 0,05$$

En la tabla 8, puede verse que los resultados del análisis de varianza realizado a los resultados de crecimiento en longitud de los brotes de chusquines cultivados en los distintos sustratos ensayados; como resultado tenemos que no existe diferencia significativa ya que la probabilidad alcanzada es superior a la probabilidad de la prueba que fue de 0,05, por lo que se puede afirmar que no hay influencia de los sustratos en el crecimiento en longitud de los brotes de chusquines. Al igual que el caso del diámetro de brotes, no existe diferencia en la utilización de cualquiera de los cuatro sustratos, por lo que se podría utilizar indistintamente cualquiera de ellos; sin embargo, puede tomarse como referencia la estadística descriptiva

para tomar en cuenta alguna elección de sustrato, considerando al mismo tiempo costos y facilidad para obtenerlo.

c) Longitud de las raíces de los chusquines

Tabla 9

Análisis de varianza de la longitud de raíces de chusquines

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	20,177	3	6,726	0,850	0,474	2,816
Error	348,023	44	7,910			
Total	368,200	47				

$\alpha = 0,05$

En la tabla 9, se visualiza el análisis de varianza de los resultados obtenidos en la longitud de la raíz mayor o más grande, se obtuvo que no hay diferencia significativa entre los resultados obtenidos de los sustratos ensayados. Debido a los resultados en la supervivencia de los chusquines, el análisis de varianza se ve influenciado para establecer que no hay diferencia estadística. Esta prueba no validaría la hipótesis planteada, ya que no establece superioridad de ningún tratamiento ensayado; sin embargo, la estadística descriptiva puede permitir una elección de algún sustrato en particular.

Como se ve en los ítems anteriores, debido al resultado de supervivencia de los chusquines, no se puede realizar un análisis adecuado de la estadística inferencial, lo que resulta en un rechazo de la influencia de los sustratos para los parámetros evaluados. Tomando en cuenta estos resultados, es recomendable tomar en cuenta los resultados de la estadística descriptiva de los parámetros de diámetro, altura y mortalidad de los chusquines, consideradas en el numeral 4.1.1 del presente informe.

Discusión

La investigación se desarrolló según lo planificado en el plan de investigación, en todas sus etapas, como actividades de campo y gabinete; se logró completar todo lo planificado, alcanzándose a cumplir el objetivo de investigación de determinar la efectividad de cada sustrato orgánico ensayado en la propagación por chusquines de *Guadua angustifolia*. La metodología planteada fue suficiente y viable para la ejecución de la investigación, se contó con toda la logística y recursos necesarios para el cumplimiento con lo programado.

En cuanto a los resultados, se tiene que en la evaluación de los parámetros de crecimiento de chusquines de *Guadua angustifolia* se obtuvo que en la supervivencia de los chusquines, el sustrato que dio el mejor resultado fue el compuesto por tierra agrícola, compost y pajilla carbonizada de arroz, que alcanzó la más alta supervivencia con 37,5 %, seguido por el sustrato compuesto por tierra agrícola, aserrín y arena con un 31,25 % , encontrándose al mismo tiempo que el sustrato conformado por aserrín de madera de romerillo alcanzó un mínimo de supervivencia, con solo 4,69 % tres chusquines de 64 instalados. En términos generales, se tiene que, en todos los sustratos ensayados, solo lograron la supervivencia total de un tercio de todos los chusquines ensayados. Este resultado es muy bajo para ser considerado como un sustrato elegible para la producción de plántones de *Guadua angustifolia* de manera comercial. Estos resultados difieren de lo obtenido por Montenegro (2020), quien en su investigación obtuvo una supervivencia de 78 % al utilizar como sustrato aserrín de madera de cedro.

En la evaluación de crecimiento de los chusquines, se midió el crecimiento en diámetro, encontrando que a los 120 días se obtuvo que el sustrato compuesto por tierra agrícola, compost y pajilla carbonizada de arroz dio el mejor resultado, seguido por el sustrato que se compuso por tierra agrícola, aserrín y arena; el diámetro de los brotes de chusquines no se diferenció mucho entre los tratamientos, y debido a esto, el análisis de la estadística inferencial no encontró diferencia estadística significativa. Este resultado discrepa mucho con lo obtenido por Novoa (2014), quien obtuvo que el sustrato constituido por tamo y aserrín de madera alcanzó el mayor diámetro de los brotes de chusquines; esta diferencia se puede deber a que, en el experimento, solo se usó aserrín de madera, y la adición del tamo compostado pudo haber favorecido el crecimiento en diámetro de los chusquines.

En cuanto a crecimiento en longitud de los brotes de los chusquines de *Guadua angustifolia*, se midió el crecimiento del brote mayor o más largo. Se obtuvo que el sustrato simple de tierra agrícola, alcanzó el mayor crecimiento, de manera conjunta con el sustrato

compuesto de tierra agrícola, compost y pajilla carbonizada de arroz. Este resultado recomendaría que es suficiente el uso de tierra agrícola para promover el mayor crecimiento en longitud de los brotes de chusquines. El investigador Révolo y Révolo (2018), obtuvo valores similares al usar un sustrato compuesto con compost enriquecidos con microorganismos de montaña, logrando un mayor crecimiento de los chusquines.

En lo que concierne a la altura de brotes del chusquin sobresalen los tratamientos Tierra agrícola+ compost + pajilla carbonizada de arroz y el tratamiento compuesto solo por tierra agrícola, con 17 cm de altura respectivamente. Dichos resultados difieren de lo obtenido por Aguilar (2022), quien concluye que el uso del aserrín descompuesto como parte del sustrato en la producción de las dos especies de bambúes favoreció de manera significativa sobre la altura total y la cantidad de hojas que obtiene el brote nuevo, esto puede deberse a que el aserrín fue utilizado de diferente manera, puesto que la investigación realiza el aserrín fue utilizado sin descomposición, mientras que la otra investigación el aserrín fue descompuesto previamente.

En el enraizamiento de chusquines, se midió la longitud de la raíz más grande o mayor. Se obtuvo que el sustrato simple de tierra agrícola alcanzó el mayor crecimiento de las raíces de los chusquines, seguido por el sustrato constituido por tierra agrícola, aserrín y arena. Del resultado se puede establecer que los chusquines necesitan sustratos de tierra agrícola simplemente para desarrollar raíces de mayor tamaño; sin embargo, puede enriquecerse con arena, para lograr una mejor permeabilidad y textura más aceptable.

Debido a que la supervivencia de los chusquines, es baja, y muy diferente entre los sustratos ensayados, el análisis estadístico con pruebas de hipótesis dio como resultado que no hay diferencia estadística entre los resultados, por lo que no se debe tomar en cuenta al momento de recomendar el mejor sustrato para la propagación de los chusquines. Por lo tanto, se debe tomar como base para la recomendación, los resultados analizados con la estadística descriptiva, que para la mayoría de los parámetros ensayados establece que el sustrato está constituido por tierra agrícola, compost y pajilla carbonizada de arroz, seguido del sustrato simple de tierra agrícola.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Luego del análisis estadístico aplicado a los tratamientos, se determinó que el sustrato con más efectividad para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, es el tratamiento 1 (T1), cuyo sustrato estuvo constituido por tierra agrícola, compost y pajilla de arroz carbonizada en la proporción porcentual de 50:30:20 respectivamente; seguido por, el sustrato simple constituido por tierra agrícola a una proporción del 100 %.

El tratamiento 1 (T1) constituido por tierra agrícola (50 %), compost (30 %) y pajilla de arroz carbonizada (20 %), tuvo el mayor porcentaje de supervivencia con un 38 %, para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth. Mientras que, los tratamientos T1 (tierra agrícola 50 % + compost 30 % + pajilla de arroz carbonizada 20 %) y T4 (tierra agrícola 100 %) alcanzaron los valores más altos en diámetro y altura con 5,8 cm y 17 cm respectivamente, no habiendo diferencia significativa entre estos dos tratamientos. Finalmente, el tratamiento cuatro (T4) constituido por tierra agrícola 100 %, fue el que produjo mayor crecimiento de raíces de los chusquines con 8,12 cm de longitud, muy similar al tratamiento dos (T2) constituido por tierra agrícola (50 %), aserrín (40 %) y arena (10 %) con un 8,04 cm de longitud.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda investigar la propagación de chusquines de bambú utilizando los sustratos estudiados en el tratamiento 1 (T1) (tierra agrícola 50 % + compost 30 % + pajilla de arroz carbonizada 20 %), ya que es el sustrato que presenta mayor número de chusquines prendidos.

Se recomienda a los profesionales y personas en general dedicados a la propagación de bambú, evitar utilizar sustratos con 100 % de aserrín en la propagación de chusquines ya que en la presente investigación los resultados fueron desfavorables.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. (2023). *Tipos de sustratos*. Ecología verde. <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-sustratos-3123.html>
- Agudelo, B., Toro, I. (1994). Evaluación del desarrollo de los bosques de *Guadua angustifolia* en la zona de jurisdicción de la C.V.C, bajo diferentes condiciones de sitio, con fines de reforestación. <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/1175>
- Aguirre Torres, L. R. (2019). *Efecto de dos enraizadores y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa del bambú (Guadua angustifolia Kunth.) mediante brotes de rizoma en vivero – Aucayacu* [Tesis Para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1685/TS_LRAT_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aguilar Luis,G. (2022). Propagación de dos especies de bambúes a través de esquejes, con cuatro sustratos orgánicos en el distrito de Rupa Rupa, ciudad de Tingo María - fase de vivero [Tesis ingeniero en recursos naturales renovables menciones forestales, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2310/TS_LAAG_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ardiles Frisancho, H. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la propagación de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en Kapashiato - Echerati - La Convención – Cusco* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional. UNSAAC. http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5120/253T20190858_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aquino Herrera, K. J. (2019). Propagación de dos especies de bambúes, mediante acodo subterráneo en Tingo María – Huánuco [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.

https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1640/TS_AHKJ_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Botero Cortés, L. F. (2020). *Reproducción de la Guadua angustifolia por el método de chusquines*. Organización Internacional del Bambú y el Ratán. <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2020/05/1489453532.pdf>

Cabezas Albarracín, R. (s. f). *Desinfección del sustrato para producción de plantines*. <https://es.scribd.com/document/448817655/Desinfeccion-sustratos>

Cano Rodríguez, B. G. (2020). *Propagación vegetativa de Guadua aff. angustifolia a partir de chusquines en condiciones de vivero* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4484/cano-rodriguez-bruno-german.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carhuatocto Chully, E. (2022). *Propagación de chusquines de bambú (Guadua angustifolia Kunth), utilizando sustratos mejorados, en el Distrito de Calzada - Moyobamba – San*

Centro de Educación Técnica, Humanística y Agropecuaria (CETHA). (2017). *Propagación de Plantas Tipos y Técnicas de Injertos*. <https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/plantasbaja.pdf>

Chi May, F. (2021). *Manual de propagación de plantas para viveros*. Proyecto: Establecimiento del Circuito Etnobiológico del Jardín Botánico Regional “Roger Orellana” 305021 FORDECYT-PRONACES 2021. Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/sitios/CircuitoEtnobiologico/Repositorio/Documentos/2021_07%20Manual%20de%20propagaci%C3%B3n%20Plantas%20Vivero.PDF

Cronquist, A. (1981). *An integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. Nueva York.

Gallardo, J., Freire, M., León, J., García, Y., Pérez, S., González, M. (2008). *Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de Guadua angustifolia*

Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos Tropicales*, 29(1):17-22.
<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v29n1/ctr030108.pdf>

Giraldo, H.E., Sabogal, A. (2007). Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo. *Revista de Colombia CRQ*, 1 (03): 193.

Gonzales Mora, H.E. (2005). *Elaboración de una propuesta para el aprovechamiento y la transformación del bambú en el ámbito del PRODAPP (Puerto Inca – Oxapampa)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Gómez, R. (2020). *Tipos de Sustratos: Concepto, características, naturales y artificiales*.
<https://www.sembrar100.com/tipos-de-sustratos/>

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y Gobierno Regional de Amazonas (GOREA). (2016). *Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Amazonas* (1a ed.). Biblioteca Nacional del Perú.
<http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL520.pdf>

Londoño X., 2021. *Diversidad de Bambúes en los Departamentos de Junín, Pasco y San Martín -Perú*. Guía Técnica. Organización Internacional del Bambú y Ratán (INBAR).
<https://www.bambuturismo.com/wp-content/uploads/2022/03/Guia-Especies-de-Bambu-Amazonia-Peru.pdf>

Lárraga-Sánchez, N., Gutiérrez-Rangel, N., López-Sánchez, H., Pedraza-Santos, M.E., Santos-Pérez, G., Santos-Pérez, U. I. y Vargas-Hernández, J. (2011). Propagación vegetativa de tres especies de bambú. *Ra Ximhai, Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* 7 (2): 205 - 218. México, Universidad Autónoma Indígena de México. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46119239005.pdf>

Maldonado Caballero, M. (2019). Propagación de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. F.) Backer ex K. Heyne f. (Bambú) a través de esquejes en tres tipos de abonos orgánicos. [Tesis para optar al título profesional de Ingeniero en recursos naturales renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1577/MCM_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- Márquez de Hernández, L. y Marín, D. (2011). Propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *G. angustifolia* Kunth y *Elytostachys typica* Mc Clure, en tres tipos de sustratos. *Bioagro* 23(3): 191 – 198. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612011000300006
- Mercedes José, R. (2006). *Guía técnica de cultivo de bambú*. Santo Domingo – Republica dominicana, Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). https://www.academia.edu/9592074/Gu%C3%ADa_T%C3%A9cnica_Cultivo_del_Bamb%C3%BA
- Montenegro Acuña, L. A. (2023). *Efecto de dos dosis de enraizador con cinco sustratos en el enraizamiento de esquejes de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en macrotúnel, Huarangopampa-Amazonas, 2022* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Amazónica]. Repositorio Institucional UPA. https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/249/TESIS_MONTE_NEGRO_ACU%c3%91A_LUIS%20ALBERTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Montenegro Arteaga, K J. (2020). *Impacto de cinco sustratos en la propagación por esquejes de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en la provincia de Jaén – Cajamarca* [Tesis para optar a Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional UNJ. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/167/1/Montenegro_AKJ.pdf
- Municipalidad Distrital de Tabaconas. (2018). *Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental*.
- Noboa Salazar, J. L. (2014). *Evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de Caña guadua (Guadua angustifolia) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional UTB. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/725/T-UTB-FACIAG-AGR-000130.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oblitas Pinedo, W. J. (2021). *Micropropagación in vitro de Guadua angustifolia Kunth en Jaén, Cajamarca* [Tesis Optar Título Profesional de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.

https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3286/T016_70054182_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR). (2019). *Bambú sostenible para Ecuador y Perú*. <https://www.inbar.int/es/project/sustainablebamboolac/>

Pérez Galindo, C. A. (2014). *Caracterización genética de relictos de Guadua angustifolia, un ecosistema estratégico de la ecorregión valle del cauca mediante STR's* [Tesis Doctoral, Universidad Pablo de Olavide].

Révolo Baltazar, M. P. y Révolo Baltazar, L. M. (2018). *Efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (Guadua angustifolia kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2062/1/T026_70326932_T.pdf

Rueda Preciado, G. M. (2021). *Evaluar el efecto de tres sustratos para la propagación asexual de Guadua angustifolia en el Vivero Agroforestal Timbre, cantón Esmeraldas, parroquia San Mateo* [Proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15920/1/33T00303.pdf>

Soto Amado, W. (2011). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schultes f.) Backer y Guadua angustifolia Kunth a través de esquejes del culmo aplicando dosis de ácido indol-3-butírico y ácido naftalacético* [Tesis ingeniero en recursos naturales renovables menciones forestales, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/555/T.FRS-158.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tinco Mamani, E. (2013). *Evaluación de tres tipos de esquejes de verónica (Hebe x andersonii) bajo el efecto de dos enraizadores naturales para la producción de plantines en cota cota* [Tesis de Grado, Universidad Mayor De San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4303/T-1792.pdf?sequence=1>

Trujillo Avilés, H. (2021). *Manejo y protección de guaduales: Conversatorio con actores interesadas en su conocimiento y conservación*. Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca. <https://ventanillaverde.cvc.gov.co/archivos/1617725628.pdf>

Vargas Astudillo, A. R. (2022). Propagación por segmentos vegetativos de *Guadua angustifolia* con diferentes sustratos, dosis de ácido naftalenacético y niveles de sombra, en el Cantón Joya de Los Sachas [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Digital INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6021/1/Propagaci%20por%20segmentos%20vegetativos%20de%20Guadua%20angustifolia%20con%20diferentes%20sustratos%20c%20dosis%20de%20%20c%20a%20cido%20naftalenac%20a%20ti%20co%20y%20niveles%20de%20sombra.pdf>

Vizcarra García, C. R. (2021). *Efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth mediante el método de chusquines* [Trabajo de Titulación, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2941/1/CRISTHIAN%20VIZCARRA.pdf>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Base de datos de la medición de los parámetros estudiados a los 60 días

Tratamientos	Código chusquín	N° brotes/chusquin	Longitud de brote mayor	Diámetro de brote mayor	Longitud raíz
T1 (Tierra agrícola/compost/pajilla de arroz)	CH1	0	0	0	
	CH2	0	0	0	
	CH3	2	12	0.06	
	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	6	13	0.05	
	CH7	0	0	0	
	CH8	0	0	0	
	CH9	0	0	0	
	CH10	2	10	0.05	
	CH11	2	9	0.03	
	CH12	0	0	0	
	CH13	0	0	0	
	CH14	0	0	0	
	CH15	0	0	0	
	CH16	1	4	0.06	
	CH17	0	0	0	
	CH18	0	0	0	
	CH19	6	16	0.06	
	CH20	1	6	0.04	
	CH21	0	0	0	
	CH22	0	0	0	
	CH23	2	9	0.05	
	CH24	3	13	0.07	
	CH25	0	0	0	
	CH26	0	0	0	
	CH27	0	0	0	
	CH28	6	14	0.06	
	CH29	2	4	0.05	
	CH30	3	22	0.05	
	CH31	0	0	0	
	CH32	3	28	0.05	
	CH33	0	0	0	
	CH34	0	0	0	
	CH35	0	0	0	
	CH36	0	0	0	
	CH37	5	9	0.06	
	CH38	0	0	0	
	CH39	0	0	0	
	CH40	0	0	0	
	CH41	3	11	0.05	
	CH42	1	7	0.05	
	CH43	0	0	0	
	CH44	3	13	0.06	
	CH45	0	0	0	
	CH46	0	0	0	
	CH47	0	0	0	
	CH48	0	0	0	
	CH49	0	0	0	
	CH50	3	24	0.06	
	CH51	0	0	0	
	CH52	0	0	0	
	CH53	0	0	0	
	CH54	0	0	0	
	CH55	4	27	0.05	
	CH56	0	0	0	
	CH57	0	0	0	
	CH58	0	0	0	
	CH59	0	0	0	

	CH60	0	0	0	
	CH61	0	0	0	
	CH62	0	0	0	
	CH63	4	16	0.06	
	CH64	0	0	0	
T2 (Tierra agrícola/aserrín /arena)	CH1	0	0	0	
	CH2	0	0	0	
	CH3	0	0	0	
	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	0	0	0	
	CH7	0	0	0	
	CH8	1	5	0.05	
	CH9	0	0	0	
	CH10	1	5	0.04	
	CH11	0	0	0	
	CH12	1	10	0.05	
	CH13	0	0	0	
	CH14	0	0	0	
	CH15	0	0	0	
	CH16	0	0	0	
	CH17	0	0	0	
	CH18	0	0	0	
	CH19	0	0	0	
	CH20	0	0	0	
	CH21	0	0	0	
	CH22	0	0	0	
	CH23	0	0	0	
	CH24	1	5	0.05	
	CH25	0	0	0	
	CH26	1	5	0.04	
	CH27	0	0	0	
	CH28	1	10	0.05	
	CH29	0	0	0	
	CH30	0	0	0	
	CH31	0	0	0	
	CH32	0	0	0	
	CH33	0	0	0	
	CH34	0	0	0	
	CH35	0	0	0	
	CH36	0	0	0	
	CH37	1	5	0.05	
	CH38	3	9	0.05	
	CH39	0	0	0	
	CH40	0	0	0	
	CH41	0	0	0	
	CH42	0	0	0	
	CH43	2	18	0.05	
	CH44	0	0	0	
	CH45	0	0	0	
	CH46	0	0	0	
	CH47	0	0	0	
	CH48	1	6	0.06	
	CH49	0	0	0	
	CH50	0	0	0	
	CH51	0	0	0	
	CH52	3	12	0.05	
	CH53	0	0	0	
	CH54	0	0	0	
	CH55	3	7	0.05	
	CH56	0	0	0	
CH57	0	0	0		
CH58	4	11	0.04		
CH59	0	0	0		
CH60	5	10	0.06		
CH61	0	0	0		
CH62	0	0	0		
CH63	1	6	0.04		
CH64	0	0	0		
T3 (Aserrín)	CH1	0	0	0	
	CH2	0	0	0	
	CH3	0	0	0	

	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	0	0	0	
	CH7	0	0	0	
	CH8	0	0	0	
	CH9	0	0	0	
	CH10	0	0	0	
	CH11	0	0	0	
	CH12	0	0	0	
	CH13	0	0	0	
	CH14	0	0	0	
	CH15	0	0	0	
	CH16	0	0	0	
	CH17	0	0	0	
	CH18	0	0	0	
	CH19	0	0	0	
	CH20	0	0	0	
	CH21	0	0	0	
	CH22	0	0	0	
	CH23	0	0	0	
	CH24	0	0	0	
	CH25	0	0	0	
	CH26	0	0	0	
	CH27	0	0	0	
	CH28	0	0	0	
	CH29	0	0	0	
	CH30	0	0	0	
	CH31	0	0	0	
	CH32	0	0	0	
	CH33	0	0	0	
	CH34	0	0	0	
	CH35	0	0	0	
	CH36	0	0	0	
	CH37	0	0	0	
	CH38	0	0	0	
	CH39	0	0	0	
	CH40	0	0	0	
	CH41	0	0	0	
	CH42	0	0	0	
	CH43	0	0	0	
	CH44	0	0	0	
	CH45	0	0	0	
	CH46	0	0	0	
	CH47	0	0	0	
	CH48	1	9	0.05	
	CH49	0	0	0	
	CH50	0	0	0	
	CH51	0	0	0	
	CH52	0	0	0	
	CH53	0	0	0	
	CH54	0	0	0	
	CH55	1	10	0.05	
	CH56	0	0	0	
	CH57	0	0	0	
	CH58	0	0	0	
	CH59	0	0	0	
	CH60	0	0	0	
	CH61	0	0	0	
	CH62	0	0	0	
	CH63	0	0	0	
	CH64	1	6	0.05	
T4 (Tierra agrícola)	CH1	0	0	0	
	CH2	0	0	0	
	CH3	0	0	0	
	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	0	0	0	
	CH7	0	0	0	
	CH8	1	7	0.05	
	CH9	0	0	0	
	CH10	0	0	0	
	CH11	5	15	0.07	

CH12	2	11	0.05
CH13	2	10	0.05
CH14	0	0	0
CH15	0	0	0
CH16	0	0	0
CH17	0	0	0
CH18	0	0	0
CH19	0	0	0
CH20	3	12	0.05
CH21	0	0	0
CH22	0	0	0
CH23	3	7	0.05
CH24	0	0	0
CH25	0	0	0
CH26	4	11	0.04
CH27	0	0	0
CH28	5	10	0.06
CH29	0	0	0
CH30	0	0	0
CH31	1	6	0.04
CH32	0	0	0
CH33	3	13	0.06
CH34	0	0	0
CH35	4	13	0.06
CH36	0	0	0
CH37	1	9	0.05
CH38	0	0	0
CH39	0	0	0
CH40	0	0	0
CH41	0	0	0
CH42	3	12	0.06
CH43	0	0	0
CH44	0	0	0
CH45	0	0	0
CH46	0	0	0
CH47	0	0	0
CH48	0	0	0
CH49	5	6	0.06
CH50	3	16	0.06
CH51	0	0	0
CH52	0	0	0
CH53	0	0	0
CH54	0	0	0
CH55	0	0	0
CH56	0	0	0
CH57	2	6	0.04
CH58	0	0	0
CH59	0	0	0
CH60	0	0	0
CH61	0	0	0
CH62	0	0	0
CH63	0	0	0
CH64	0	0	0

Anexo 2. Base de datos de la medición de los parámetros estudiados a los 120 días

Tratamiento	Código chusquín	Nº brotes/chusquín	Longitud de brote mayor	Diámetro de brote mayor	Longitud raíces
T1(Tierra agrícola/compost/pajilla de arroz)	CH1	0	0	0	
	CH2	0	0	0	
	CH3	4	22	0.06	5.4
	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	9	13	0.06	8.8
	CH7	1	6	0.05	
	CH8	0	0	0	
	CH9	0	0	0	
	CH10	3	34	0.07	5.6
	CH11	3	15	0.05	
	CH12	1	4	0.05	1.3
	CH13	0	0	0	
	CH14	0	0	0	
	CH15	0	0	0	
	CH16	2	6	0.06	
	CH17	0	0	0	
	CH18	0	0	0	
	CH19	8	23	0.07	12.3
	CH20	1	7	0.05	1.8
	CH21	0	0	0	
	CH22	0	0	0	
	CH23	3	23	0.06	11.2
	CH24	5	15	0.07	
	CH25	0	0	0	
	CH26	0	0	0	
	CH27	0	0	0	
	CH28	8	21	0.07	9.3
	CH29	3	25	0.05	5.5
	CH30	1	3	0.05	
	CH31	0	0	0	
	CH32	4	30	0.05	6.2
	CH33	0	0	0	
	CH34	0	0	0	
	CH35	0	0	0	
	CH36	4	5	0.06	
	CH37	5	23	0.06	5.6
	CH38	0	0	0	
	CH39	0	0	0	
	CH40	0	0	0	
	CH41	3	13	0.06	
	CH42	5	11	0.05	15.1
	CH43	0	0	0	
	CH44	5	17	0.07	
	CH45	0	0	0	
	CH46	0	0	0	
	CH47	0	0	0	
	CH48	1	7	0.05	2.8
	CH49	0	0	0	
	CH50	8	24	0.06	
	CH51	0	0	0	
	CH52	0	0	0	
	CH53	0	0	0	
	CH54	0	0	0	
	CH55	4	35	0.05	4.4
	CH56	0	0	0	
	CH57	0	0	0	
	CH58	0	0	0	
	CH59	0	0	0	
	CH60	0	0	0	
	CH61	0	0	0	
	CH62	0	0	0	
	CH63	5	17	0.06	7.3
	CH64	0	0	0	
T2 (Tierra agrícola/aserrín/arena)	CH1	3	15	0.06	5.9

	CH2	5	17	0.06	
	CH3	0	0	0	
	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	3	17	0.05	7.7
	CH7	5	22	0.06	11
	CH8	3	18	0.05	
	CH9	3	22	0.05	
	CH10	2	13	0.05	5
	CH11	0	0	0	
	CH12	3	17	0.06	7.8
	CH13	0	0	0	
	CH14	0	0	0	
	CH15	0	0	0	
	CH16	0	0	0	
	CH17	0	0	0	
	CH18	0	0	0	
	CH19	0	0	0	
	CH20	0	0	0	
	CH21	0	0	0	
	CH22	0	0	0	
	CH23	0	0	0	
	CH24	1	6	0.05	3.9
	CH25	0	0	0	
	CH26	2	17	0.06	
	CH27	0	0	0	
	CH28	3	10	0.05	7.8
	CH29	0	0	0	
	CH30	0	0	0	
	CH31	0	0	0	
	CH32	0	0	0	
	CH33	0	0	0	
	CH34	0	0	0	
	CH35	0	0	0	
	CH36	0	0	0	
	CH37	3	20	0.06	8.6
	CH38	6	15	0.05	12.3
	CH39	0	0	0	
	CH40	0	0	0	
	CH41	0	0	0	
	CH42	0	0	0	
	CH43	5	19	0.05	10
	CH44	0	0	0	
	CH45	0	0	0	
	CH46	0	0	0	
	CH47	0	0	0	
	CH48	3	17	0.06	9.2
	CH49	0	0	0	
	CH50	0	0	0	
	CH51	0	0	0	
	CH52	5	14	0.06	10.7
	CH53	0	0	0	
	CH54	0	0	0	
	CH55	3	8	0.05	
	CH56	0	0	0	
	CH57	0	0	0	
	CH58	4	12	0.06	7.4
	CH59	0	0	0	
	CH60	5	11	0.06	6.4
	CH61	0	0	0	
	CH62	0	0	0	
	CH63	2	6	0.06	6.9
	CH64	0	0	0	
T3 (Aserrín)	CH1	0	0	0	
	CH2	0	0	0	
	CH3	0	0	0	
	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	0	0	0	
	CH7	1	12	0.06	5.2
	CH8	0	0	0	
	CH9	0	0	0	

	CH10	0	0	0	
	CH11	0	0	0	
	CH12	0	0	0	
	CH13	0	0	0	
	CH14	0	0	0	
	CH15	0	0	0	
	CH16	0	0	0	
	CH17	0	0	0	
	CH18	0	0	0	
	CH19	0	0	0	
	CH20	0	0	0	
	CH21	0	0	0	
	CH22	0	0	0	
	CH23	0	0	0	
	CH24	0	0	0	
	CH25	0	0	0	
	CH26	0	0	0	
	CH27	0	0	0	
	CH28	0	0	0	
	CH29	0	0	0	
	CH30	0	0	0	
	CH31	0	0	0	
	CH32	0	0	0	
	CH33	0	0	0	
	CH34	0	0	0	
	CH35	0	0	0	
	CH36	0	0	0	
	CH37	0	0	0	
	CH38	0	0	0	
	CH39	0	0	0	0
	CH40	0	0	0	
	CH41	0	0	0	
	CH42	0	0	0	
	CH43	0	0	0	
	CH44	0	0	0	
	CH45	0	0	0	
	CH46	0	0	0	
	CH47	0	0	0	
	CH48	1	9	0.05	7.1
	CH49	0	0	0	
	CH50	0	0	0	
	CH51	0	0	0	
	CH52	0	0	0	
	CH53	0	0	0	
	CH54	0	0	0	
	CH55	0	0	0	
	CH56	0	0	0	
	CH57	0	0	0	
	CH58	0	0	0	
	CH59	0	0	0	
	CH60	0	0	0	
	CH61	0	0	0	
	CH62	0	0	0	
	CH63	0	0	0	
	CH64	3	12	0.05	6.8
T4 (Tierra agrícola)	CH1	0	0	0	
	CH2	0	0	0	
	CH3	0	0	0	
	CH4	0	0	0	
	CH5	0	0	0	
	CH6	0	0	0	
	CH7	0	0	0	
	CH8	2	16	0.05	6.4
	CH9	0	0	0	
	CH10	0	0	0	
	CH11	5	17	0.07	8.6
	CH12	3	19	0.06	7.5
	CH13	4	20	0.06	8.3
	CH14	0	0	0	
CH15	0	0	0		
CH16	0	0	0		
CH17	0	0	0		

CH18	0	0	0	
CH19	0	0	0	
CH20	6	14	0.06	9.4
CH21	0	0	0	
CH22	0	0	0	
CH23	5	15	0.06	
CH24	0	0	0	
CH25	0	0	0	
CH26	8	13	0.05	12.6
CH27	0	0	0	
CH28	6	12	0.06	
CH29	0	0	0	
CH30	0	0	0	
CH31	1	7	0.04	5.2
CH32	0	0	0	
CH33	4	17	0.06	7.7
CH34	0	0	0	
CH35	5	15	0.07	9.1
CH36	0	0	0	
CH37	3	20	0.05	6.2
CH38	0	0	0	
CH39	0	0	0	
CH40	0	0	0	
CH41	0	0	0	
CH42	4	17	0.06	7.1
CH43	0	0	0	
CH44	0	0	0	
CH45	0	0	0	
CH46	0	0	0	
CH47	0	0	0	
CH48	0	0	0	
CH49	5	27	0.07	11.9
CH50	4	17	0.06	8.2
CH51	0	0	0	
CH52	0	0	0	
CH53	0	0	0	
CH54	0	0	0	
CH55	0	0	0	
CH56	0	0	0	
CH57	5	24	0.05	7.3
CH58	0	0	0	
CH59	0	0	0	
CH60	0	0	0	
CH61	0	0	0	
CH62	0	0	0	
CH63	5	17	0.06	6.3
CH64	0	0	0	

Anexo 3. Panel fotográfico



Foto 1. Instalación de camas para experimento



Foto 2. Preparación de sustrato



Foto 3. Embolsado de sustrato



Foto 4. Enfilado de bolsas



Foto 5. Recolección y selección de chusquines



Foto 6. Siembra de los chusquines



Foto 7. Aplicación de riego y deshierbo manual de los chusquines



Foto 8. Evaluación y toma de datos