

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**INFLUENCIA DEL BIOSOL <sup>(MR)</sup> EN LA PROPAGACIÓN DE  
CHUSQUINES DE *Guadua angustifolia* Kunth A NIVEL DE VIVERO EN  
JAÉN 2023**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO FORESTAL**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

**KARINA YARELIS JIMÉNEZ URIARTE**

ASESOR:

**M. Sc. Ing. VITOLY BECERRA MONTALVO**

**JAÉN – PERÚ**

**2025**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
Karina Yarelis Jiménez Uriarte  
DNI: 72146776  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
2. Asesor:  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
Facultad/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
INFLUENCIA DEL BIOSOL<sup>(MR)</sup> EN LA PROPAGACIÓN DE CHUSQUINES DE *Guadua angustifolia*  
Kunth A NIVEL DE VIVERO EN JAÉN 2023
6. Fecha de evaluación: 08/08/2025
7. Software antiplagio:  TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 15 %
9. Código Documento: oid: 3117:479858442
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 08/08/2025

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

_____ Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo DNI: 27727452

\* 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 PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**FILIAL JAÉN**  
Calle Simón Bolívar N° 1368 - 1370 Plaza de Armas  
Calle Mariscal Ureta N°1355 - 1357  
**JAÉN - PERÚ**



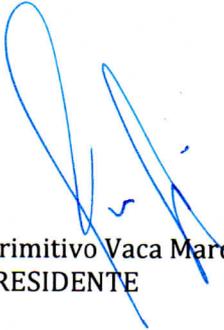
## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **veinte** días del mes de **junio** del año dos mil veinticinco, 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° 127-2025-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"INFLUENCIA DEL BIOSOL (MR) EN LA PROPAGACIÓN DE CHUSQUINES DE *Guadua angustifolia* Kunth A NIVEL DE VIVERO EN JAÉN 2023"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña KARINA YARELIS JIMÉNEZ URIARTE**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

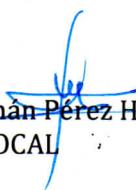
A las **dieciséis** horas y **treinta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido 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 **dieciséis (16)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

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

Jaén, 20 de junio de 2025.

  
Dr. Segundo Primitivo Vaca Marquina  
PRESIDENTE

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

  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
VOCAL

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
ASESOR

## DEDICATORIA

Dedico esta investigación al esfuerzo puesto por mi persona durante mi formación como profesional y personal, por no haberme rendido aún cuando me sentí agotada.

A mis padres Lucila Uriarte y Gilberto Jiménez quienes con amor, paciencia y comprensión han sabido guiarme en cada uno de mis pasos y han hecho posible este logro en mi carrera profesional.

A mis hermanos, Ronald, Kiara y Kenneth quienes me han enseñado a lo largo de mi vida que la paciencia, empatía, amor y perseverancia son claves para lograr cada una de las cosas que nos planteamos. Ellos me han motivado día a día a ser una mejor persona y una buena profesional del cual ellos estén orgullosos y los inspire en sus vidas.

A mi abuela Máxima quién ha cuidado de mí durante muchos años y ha sabido aconsejarme sin reproches motivándome a ser mejor cada día.

A mi familia quienes han sido mi inspiración y con su apoyo incondicional he logrado cumplir una meta más.

*Karina Yarelis*

## AGRADECIMIENTO

Quiero empezar por agradecer a Dios porque me ha permitido vivir, por ser mi fuerza y guía en este mundo.

Agradecer a mis padres por la vida, el amor, cuidado y el apoyo incondicional brindado a lo largo de mi educación, por sus constantes consejos que me han guiado a ser la persona y profesional que soy. Especialmente a mi madre que es la persona que me ha brindado la confianza y libertad de buscar mi propósito en la vida, dejándome tomar mis propias decisiones sin cortarme las alas para cumplir mis más grandes sueños y metas, a ella quien ha sido un apoyo incondicional cuando las cosas no me resultaban como quería y ha sabido motivarme a seguir intentado hasta lograr lo que me planteo. A mi padre que con palabras directas ha sabido fortalecer mi carácter y ha compartido conmigo sus conocimientos de campo adquiridos como productor de café, los mismos que fueron lo que me motivaron a estudiar la carrera de Ingeniería forestal.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, a sus docentes por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para mi formación académica profesional; especialmente a mi asesor Ing. Vitoly Becerra Montalvo por su orientación y paciencia durante el desarrollo de mi investigación.

A la cooperativa Sol&Café por la confianza y financiamiento económico que me han brindado haciendo posible la realización de esta investigación; además de agradecer por la amabilidad y colaboración que me brindó el personal técnico que labora en el área de su vivero, quienes fueron de ayuda durante la ejecución de este proyecto.

Agradezco también a Carlos Lindo U., Henry Inoñan U., Yamir Jiménez U. y Leonel Martínez C. quienes gentilmente me brindaron su apoyo en las actividades de campo que hicieron posible la ejecución de este proyecto. Así mismo, agradezco al Ing. Luis Tafur por su ayuda al facilitarme el material vegetativo usado para esta investigación y por su constante preocupación y aliento a concluir la misma.

*Karina Yarelis*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1. Antecedentes de la investigación .....	12
2.2. Bases teóricas .....	16
2.2.1. <i>Bambú</i> .....	16
2.2.2. <i>Guadua angustifolia Kunth</i> .....	17
2.2.3. <i>Propagación de bambú</i> .....	22
2.2.4. <i>Sustratos para la propagación de bambú</i> .....	24
2.2.5. <i>Etapas de desarrollo de una plantación de bambú</i> .....	26
2.2.6. <i>Importancia socioeconómica de Guadua angustifolia Kunth</i> .....	27
2.2.7. <i>Abono Biosol</i> .....	28
2.3. Definición de términos básicos .....	29
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	31
3.1. Localización de la investigación.....	31
3.2. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.3. Materiales experimentales.....	32
3.4. Factores, variables, niveles y tratamientos de estudio .....	34
3.5. Diseño experimental y arreglo de factoriales DBCA.....	34
3.6. Croquis del experimento .....	35
3.7. Evaluaciones a realizar.....	36
3.8. Procedimiento .....	36
3.9. Presentación de la información .....	41

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
4.1. Resultados .....	42
4.2. Discusiones .....	56
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	60
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
CAPÍTULO VII: ANEXOS .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Composición de Biosol .....	28
<b>Tabla 2</b> Factores, variables, niveles y tratamientos de estudio .....	34
<b>Tabla 3</b> Diseño experimental y arreglo de factoriales .....	35
<b>Tabla 4</b> Composición y cantidades para la elaboración de los sustratos según cada tratamiento .....	37
<b>Tabla 5.</b> Composición de los sustratos y abonos utilizados .....	42
<b>Tabla 6.</b> Contenido de nutrientes de los sustratos ensayados.....	43
<b>Tabla 7.</b> Número de raíces de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	44
<b>Tabla 8.</b> Longitud de raíz mayor de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	45
<b>Tabla 9.</b> Número de brotes de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	46
<b>Tabla 10.</b> Crecimiento en altura del chusquin de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	47
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza de numero de brotes de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	49
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza de la altura del brote mayor de chusquines según tratamientos.....	50
<b>Tabla 13.</b> Prueba Tukey para el crecimiento del brote mayor del chusquín según tratamientos.....	51
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza del número de raíces de los chusquines según tratamientos .....	52
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza de longitud de la raíz mayor del chusquín según tratamientos.....	53
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey de la longitud de la raíz mayor del chusquín por tratamiento .....	54
<b>Tabla 17.</b> Prueba Tukey de longitud de raíces según bloques.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribución mundial de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	18
<b>Figura 2.</b> Estructura del bambú.....	20
<b>Figura 3.</b> Localización de la investigación .....	31
<b>Figura 4.</b> Chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	33
<b>Figura 5.</b> Biosol <sup>(MR)</sup> .....	33
<b>Figura 6.</b> Croquis del experimento .....	35
<b>Figura 7.</b> Camas de propagación de chusquines .....	37
<b>Figura 8.</b> Composición y mezcla de sustratos utilizado.....	38
<b>Figura 9.</b> Recolección de chusquines.....	38
<b>Figura 10.</b> Siembra de chusquines en las camas preparadas con los sustratos ensayados	39
<b>Figura 11.</b> Manejo de la cama de repique de chusquines.....	40
<b>Figura 12.</b> Toma de datos de las variables dependientes .....	40
<b>Figura 13.</b> Contenido de nutrientes de los sustratos ensayados.....	43
<b>Figura 14.</b> Número de raíces de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	45
<b>Figura 15.</b> Longitud de la raíz mayor de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	46
<b>Figura 16.</b> Número de brotes de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	47
<b>Figura 17.</b> Crecimiento en altura del chusquin de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	48
<b>Figura 18.</b> Jerarquización de los tratamientos según el crecimiento del brote mayor del chusquín .....	51
<b>Figura 19.</b> Jerarquización de longitud de raíces según tratamientos .....	54
<b>Figura 20.</b> Jerarquización de número de raíces según bloques.....	55

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Jaén, y tuvo como objetivo determinar la influencia del Biosol en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero, para esto se propuso una investigación experimental, con cuatro tratamientos constituido por los sustratos utilizados, siendo uno sustrato base como testigo, y tres dosificaciones de Biosol al 1 %, 2 % y 4 % con respecto al peso del sustrato. Realizó un diseño de bloques completamente randomizado. Los sustratos se formularon a base de tierra agrícola, arena y biocarbón, lo que constituyó el sustrato base, y la adición del Biosol en las dosis especificadas. Como resultados se obtuvo que la dosificación de 4 % de Biosol logró el mayor número de raíces, así mismo esta dosis alcanzó el mayor crecimiento de raíces con 18,27 cm en promedio; el sustrato base alcanzó el mayor número de brotes por chusquín en promedio, mientras que para el crecimiento del brote, el mejor tratamiento fue cuando se aplicó 4 % de Biosol, alcanzando 36,20 cm. se concluye, que el mejor tratamiento para propagar los chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero es usar sustrato base enriquecido con una dosis de 4 % de Biosol, ya que se logra mayor crecimiento de brotes y raíces.

**Palabras clave:** Chusquín, crecimiento, sustrato, brotes, raíces, Biosol.

## ABSTRACT

The present research was carried out in the province of Jaén, and its objective was to determine the influence of Biosol on the propagation of *Guadua angustifolia* Kunth seedlings at nursery level, for this an experimental research was proposed, with four treatments constituted by the substrates used, being one base substrate at control level, and three dosages of Biosol at 1 %, 2 % and 4 % with respect to the weight of the substrate. They were installed in a completely randomized block design. The results obtained were: the formulation of four substrates based on agricultural soil plus sand plus biochar, which constituted the base substrate, and the addition of Biosol in the specified doses, it was obtained that the dosage of 4 % of Biosol achieved the highest number of roots, likewise this dose achieved the highest root growth with an average of 18.27 cm; As for the number of sprouts, it was found that the base substrate achieved the highest number of sprouts on average, while for sprout growth, the best treatment was when 4 % of Biosol was applied, reaching an average of 36. It is concluded that the best treatment for propagating *Guadua angustifolia* Kunth seedlings at the nursery level is to use a base substrate and enrich it with a dose of 8 % Biosol, since greater shoot and root growth is achieved.

**Key words:** Chusquín, growth, substrate, shoots, roots, Biosol.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El bambú es una planta perenne de rápido crecimiento que pertenece a la familia Poaceae, de la cual se han identificado alrededor de 1 575 especies distribuidas en 116 géneros, que se distinguen de otras gramíneas por su grosor, altura y ramificación entre los entrenudos. China posee la mayor diversidad de bambú, con 500 especies en 40 géneros que ocupan un total de 7,6 millones de hectáreas (Kumari et al, 2023, p. 25). Este tipo de especies forestales prosperan en climas templados y tropicales en todo el mundo, adaptándose a una amplia variedad de hábitats que incluyen desde regiones costeras hasta áreas montañosas de elevadas altitudes (Luna et al., 2024, p. 39). La rápida tasa de crecimiento y su capacidad de producir gran cantidad de biomasa hacen del bambú una planta valiosa tanto económica como ambientalmente; ya que su biomasa es ideal como materia prima en la producción de pulpa y papel, la creación de artesanía, y el sector de la construcción, ayudando a reducir la presión de los bosques naturales y promoviendo alternativas sostenibles (Kalanzi & Mwanja, 2023, p. 41).

*Guadua angustifolia* se distingue como la especie principal de bambú en América Latina, proveniente de Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú (Luna et al., 2024). De acuerdo con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) (2021), la región que tiene más plantaciones de *Guadua angustifolia* en el Perú es Amazonas con 367 ha, seguida de Piura con 230 ha, Cajamarca con 217 ha y Junín con 120 ha; pero esta cantidad de plantaciones no son suficientes para abastecer el mercado nacional.

En el Perú, las investigaciones sobre plantaciones de bambú en distintos tipos de suelo se encuentran en fases iniciales, lo que representa un desafío frente al avance de la degradación del suelo. A pesar de la creciente demanda de caña de bambú, el país está experimentando brechas de suministro que supera el 30%, y solo Cajamarca, Piura, Amazonas y Madre de Dios destacan por su producción de *Guadua angustifolia*, sin embargo, no logran satisfacer la demanda a nivel nacional, mostrando una necesidad de expandir las plantaciones (Quiroga, 2023). Para enfrentar este reto, debe ser valorado por todos los actores vinculados en el manejo, desde los productores, quienes deben aplicar nuevas técnicas para aumentar su producción, empezando desde su propagación (SERFOR, 2021).

En la actualidad, la propagación de bambú a través de chusquines se considera como uno de los métodos más efectivos para adquirir plantas de formas rápida y económica. Para llevar a cabo este procedimiento es necesario generar plántulas o chusquines vigorosos rápidamente, lo que hace necesario identificar el tipo de sustrato y biofertilizante para usar en las camas (Carhuatocto, 2022). Determinar un sustrato y biofertilizante ideal para *Guadua angustifolia*, es complicado, porque cada especie de bambú tiene requerimientos diferentes, pero la evolución de tecnologías forestales ha llevado a generar nuevos compuestos orgánicos con mayor cantidad de nutrientes, por tanto es necesario encontrar cuál es la dosis óptima que reúna todas las condiciones requeridas para propagar chusquines de *Guadua angustifolia* (Cruz 2024, p. 16).

En Jaén, la *Guadua angustifolia* está comenzando a tener gran potencial comercial, por lo tanto, existe la necesidad de conocer y mejorar las técnicas y/o métodos de propagación. Respecto a lo descrito anteriormente, se planteó el siguiente problema existente ¿Cuál es la influencia del Biosol <sup>(MR)</sup> en propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero en Jaén 2023?

La ejecución de la presente investigación aporta nueva información y conocimientos acerca de la propagación por chusquines de la especie *Guadua angustifolia* Kunth, ayudando así a que se empleen nuevas formas de enraizamiento de esta especie sobre todo en su producción a nivel de viveros. Alcanzando una buena propagación, este método sería recomendado para ser usado en diferentes proyectos de reforestación dado que esta especie no solo ofrece servicios medioambientales, sino que también es una fuente alternativa económica sostenible, para ser usado en diferentes aplicaciones como: construcción de infraestructura, celulosa para papel, producción de biocarbón, derivados de celulosa, artesanía, carpintería y otros utilitarios.

La investigación se propuso como objetivo general, determinar la influencia del Biosol <sup>(MR)</sup> en propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero en Jaén 2023. Los objetivos específicos fueron: Formular el sustrato para el enraizamiento y crecimiento de chusquines utilizando diferentes dosis de Biosol <sup>(MR)</sup> como abono, medir el enraizamiento de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth instalado en sustrato enriquecido con Biosol <sup>(MR)</sup>, medir el crecimiento de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth instalado en sustrato enriquecido Biosol <sup>(MR)</sup>, y determinar la influencia del Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación en vivero de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Granda et al. (2023) en su estudio “Propagación de caña guadua a través de chusquines” su objetivo fue evaluar la incidencia de citoquininas en *Guadua angustifolia* Kunth propagada a través de chusquines. Para ello se aplicaron dos tratamientos: T1, un control sin citoquininas, y T2, que incluyó una dosis de 1,25 cc/L de citoquininas aplicadas al inicio de la siembra y nuevamente a los 15 días. Las variables evaluadas fueron el número de macollos y la altura de los chusquines; se seleccionaron plantas lignificadas con espinas para extraer chusquines de menos de 15 cm de longitud, los cuales se sembraron a una distancia de 15 cm entre sí. Los resultados mostraron que la altura inicial promedio fue de 16,44 cm para el tratamiento T2 y 18,33 cm para T1, y el número promedio de hojas por chusquín fue de 1,67 en T2 y 3,22 en T1. En conclusión, Granda et al. determinaron que la dosis de citoquininas aplicada no fue adecuada para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth.

Alvarado (2021) en su investigación “Efecto comparativo de tres sustrato en la propagación y crecimiento de dos especies de caña del género *Guadua*” su objetivo fue analizar el comportamiento de *G. angustifolia* y *G. amplexifolia* en condiciones de vivero, propagadas mediante brotes basales en tres distintos sustratos. Los tratamientos fueron; tierra + arena de río (T1), vermicompost + arena de río (T2), y cascarilla de café + arena de río (T3), en proporciones de 1:1. El material vegetativo usado fue chusquines aclimatados durante tres semanas en temperaturas de 28 °C - 30 °C, después de ser sembrados se evaluó la aparición de brotes y hojas nuevas (%), altura (cm), se cuantificó la masa seca de los brotes y de raíces, durante 6 meses a los 90, 120, 150 y 180 días. Los resultados indican que el tratamiento T2 es más efectivo en la emisión de brotes con el 60 %, los chusquines alcanzan una altura de 180 cm, hay mayor cantidad de materia seca de brotes y raíces con 45 g/planta y el área foliar de 4 000 cm<sup>2</sup>/planta para *G. angustifolia*, mientras que para *G. amplexifolia* es T1. Por tanto, el vermicompost + arena de río es buen sustrato para la propagación de chusquines de *G. angustifolia*.

Rueda (2021) en su estudio “Evaluar el efecto de tres sustratos para la propagación asexual de *Guadua angustifolia* en el vivero agroforestal Timbre, Cantón Esmeraldas, Parroquia

San Mateo” tuvo como objetivo determinar la influencia en el prendimiento y crecimiento de tres sustratos en la propagación asexual de *Guadua angustifolia*. Su investigación es de tipo experimental, donde se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA); el factor A está representado por los sustratos: T1\_Testigo (suelo agrícola), T2\_suelo agrícola + arena, y T3\_suelo agrícola + arena + fibra de coco; mientras que el factor B son el método de propagación (chusquines y acodos); las variables evaluadas fueron el diámetro de tallo, altura, número de hojas, número de brotes, prendimiento, crecimiento y sobrevivencia. Los resultados muestran al T1 como mejor sustrato y a los chusquines como el mejor método de propagación por su adaptación a todos los sustratos; ya que su altura a los 60 días fue de 25,19 cm, el diámetro fue 0,5 mm, el número de hojas es de 13, el número de brotes es de 11 por chusquín. En todos los tratamientos el porcentaje de prendimiento y sobrevivencia es del 100 %. En síntesis, el T1 es el mejor sustrato y la propagación de chusquines es viable.

Ticona & Mamani (2019) en su investigación titulada “Evaluación de la propagación de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia* bicolor) con diferentes segmentos vegetativos, en la estación experimental Sapecho” tienen como objetivos identificar cual variedad de bambú tiene mejor respuesta ante la reproducción vegetativa, y cuál es el mejor método de propagación ya sea por culmo basal con nudos, parte apical del tallo con dos nudos y parte radicular. Para ello se utilizó un diseño factorial completamente al azar, se evalúan variables como el porcentaje de prendimiento, días de brotación, altura de la planta, número de brotes, diámetro del cuello del brote principal, longitud y diámetro de la raíz, y porcentaje de supervivencia. Los resultados indicaron que *Guadua angustifolia* bicolor obtuvo un prendimiento de 44,08 % a los 30 días y de 77,40 % a los 60 días. El método de propagación más efectivo fue el del culmo basal con dos nudos, con valores de 87,24 cm en altura de la planta, 4 brotes, 4,94 mm de diámetro en el cuello del brote principal, 97,40 % de supervivencia y 34,30 cm de longitud de la raíz. En contraste, *Guadua angustifolia* Kunth tuvo un prendimiento bajo, con solo 6,17 % a los 30 días y una brotación a los 29 días después de la siembra. Con base en estos resultados, concluyeron que el método de propagación vegetativa más eficaz es el del culmo basal con dos nudos.

Cruz (2024) en su estudio “Efecto de tres sustratos orgánicos en la propagación de chusquines de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en Tabaconas, San Ignacio – Perú” tuvo

como objetivo determinar la supervivencia y mortalidad de chusquines de *Guadua angustifolia*. Para ello se extrajeron 64 chusquines entre 20 y 30 cm de altura por tratamiento; se emplearon un total de cuatro tratamientos de sustratos orgánicos: T1 – 50 % Tierra agrícola + 30 % Compost + 20 % Pajilla de arroz carbonizada, T2 – 50 % Tierra agrícola + 40 % Aserrín + 10 % Arena, T3 – 100 % Aserrín, y T4 – 100 % Tierra agrícola (testigo). Los resultados muestran al T1 como el mejor tratamiento para la supervivencia con un 38 %, mientras que en altura y diámetro son dos los tratamientos sobresalientes el T1 y T4 con una altura de 17 cm y 5,8 cm de diámetro respectivamente. Se concluyó que el mejor sustrato es 50 % Tierra agrícola + 30 % Compost + 20 % Pajilla de arroz carbonizada.

Carhuatocto (2022) en su investigación “Propagación de chusquines de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), utilizando sustratos mejorados, en el distrito de Calzada – Moyobamba – San Martín” su objetivo fue determinar cuál es el mejor sustrato para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth. La investigación es de tipo experimental de tipo factorial, los sustratos empleados fue el humus de lombriz, estiércol de vacuno, guano de cuy y tierra agrícola, además de evaluar el fósforo como fertilizante y diferentes distancias entre planta: 20 cm x 20 cm y 10 cm x 10 cm. Los resultados indicaron que la tierra agrícola y el humus de lombriz como el sustrato ideal en la propagación de chusquines, mientras que el distanciamiento y la fertilización no mostró efectos significativos. Se obtuvo un crecimiento de 25,60 cm.

Aguilar (2022) evaluó la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth y *Dendrocalamus asper* empleando esquejes con cuatro sustratos diferentes. Los sustratos estaban compuestos de la siguiente manera: Humus de lombriz + tierra agrícola, cascarilla de arroz + tierra agrícola, aserrín descompuesto + tierra agrícola, y tierra agrícola. Se aplica un diseño factorial de 2A X 4B, cada unidad experimental está compuesta por 24 unidades de material vegetativo. Los resultados muestran a *Dendrocalamus asper* como la mejor especie, ya que presenta mayor altura (38,85 cm) y cantidad de hojas por brote (2.04 und), mientras que para *Guadua angustifolia* Kunth la altura fue de 17,81 cm y la cantidad de brotes fue de 1,29. Para ambas especies el sustrato compuesto por aserrín fue el mejor para *G. angustifolia*, ya que las plantas alcanzaron alturas máximas de hasta 26,24 cm, 3,06 hojas por brote; además la mortalidad fue de 66,67 %.

Camus (2021) en su investigación “Efecto de dos enraizantes en la producción de plantones de bambú (*Guadua angustifolia*) anexo de Shucayacu – Yambrasbamba – Amazonas, 2019” el objetivo fue determinar el prendimiento, área foliar y el número de brotes aplicando dos tipos de enraizantes en *Guadua angustifolia*. La investigación fue de tipo experimental, en la cual se aplicó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y siete repeticiones; además de los 630 plantones se extrajeron 10 chusquines como muestra. Los resultados mostraron que el tratamiento 2 (750 ml de agua de coco + 4 l ml de agua) logró el mayor porcentaje de prendimiento, alcanzando un 8,3 %. Este mismo tratamiento destacado en el volumen radicular, con una media de 29 cm<sup>3</sup>, y en el número de brotes, logrando un 42 % de brotación; es decir se obtuvo 268 brotes en 5 observaciones.

Cano (2020) en su investigación “Propagación vegetativa de *Guadua* aff. *angustifolia* a partir de chusquines en condiciones de vivero” su objetivo principal fue determinar el tiempo óptimo de producción de *Guadua* aff. *Angustifolia*. La propagación de chusquines se evaluó en tres fases: banco de propagación, invernadero y era de crecimiento, midiendo variables dasométricas en cada una. Las plantas se distanciaron a 25 cm x 25 cm, y se utilizó un sustrato compuesto por tierra agrícola, compost y arena en una proporción de 3:2:1. En la etapa de propagación, se obtuvo un 100 % de prendimiento y un 90 % de supervivencia, con cada planta produciendo de 11 a 20 brotes y alcanzando una altura máxima de 20,29 cm. Durante la fase de invernadero, el prendimiento disminuyó a entre un 3 y 29 %, y la supervivencia a un rango de 0 a 16 %, con 1 a 2 brotes y una altura de 5,2 cm por individuo. En conclusión, el tratamiento óptimo para la producción de chusquines fue de tres meses en banco de propagación, cero semanas en invernadero y tres meses.

Aguirre (2019) en su estudio “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” tuvo como objetivo principal evaluar el impacto de diferentes enraizadores y sustratos en la tasa de prendimiento del bambú. Además, buscó analizar la rentabilidad de este proceso de propagación y evaluar ciertas variables biométricas. Para ello, el material vegetativo fueron chusquines; se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3Ax3B, con nueve tratamientos, tres repeticiones y cada uno con 16 unidades experimentales. El factor A representa a las dosis enraizantes (a1\_Razonim (5ml/L agua); a2\_Root-hor (5ml/L

agua); y a3\_Testigo (agua)); y el factor B a la mezcla de los sustratos (b1\_ 80 % tierra agrícola + 20 % arena de río; b2\_ 80 % tierra agrícola +20 % humus; y b3\_ 80 % tierra agrícola + 10 % arena de río + 10 % humus). Los resultados indican que hubo mayor prendimiento (69,44 %) de los chusquines al aplicar Razonim, y el mejor sustrato fue el de 20 % de humus con el 72,22 % de prendimiento; a los cuatro meses de la siembra se registró más números de hijuelo (4,70) al aplicarse el Razonim. La mejor relación beneficio-costo (3,41) se obtuvo en los brotes de chusquines usando 20% arena y Razonim.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Bambú**

El bambú es una planta de la familia de las Poaceae y se distingue por una especie perenne con tallos leñosos, comúnmente conocida como caña. Pertenece a la subfamilia de las *Bambuseae* y se distribuye ampliamente en casi todos los continentes, especialmente en regiones tropicales y templadas. Esta planta es notable por su versatilidad ecológica, ya que la mayoría de las especies prosperan en climas cálidos y húmedos, algunas variedades han desarrollado resistencia a temperaturas frías (Torres, 2017).

El bambú es un recurso forestal renovable y sostenible que desempeña un papel ecológico importante al ayudar a mitigar los efectos del cambio climático. Regula el flujo de agua, agrega materia orgánica al suelo y reduce la erosión a través de las raíces que hacen circular los nutrientes. Crece muy rápido y puede crecer de 20 centímetros a 1 metro por día y puede alcanzar de 25 a 30 metros en sólo 3 a 4 años, después de lo cual puede usarse como material de construcción duradero. Además, es ideal para proyectos de reforestación debido a sus propiedades de autoregeneración y a que se puede obtener una alta densidad de culmos en una misma zona, creciendo 7,5 veces más rápido que la madera normal. Como productor de biomasa, el bambú es muy eficiente y tiene una amplia gama de aplicaciones. Sin embargo, se requiere un tratamiento de preservación para asegurar su durabilidad en la construcción y fabricación, que es uno de los pocos inconvenientes asociados a este recurso tan versátil (Bartolomé, 2023).

En Perú, ha habido un aumento considerable en el uso del bambú, en el 2012 como respuesta, el Ministerio de Vivienda y Saneamiento estableció la Norma E100, la cual determina principios fundamentales de su aplicación. Además, en 2008, el Decreto Supremo N° 004-2008-AG fue promulgado por el Ministerio de Agricultura, declarando interés nacional la instalación

de plantaciones de bambú y caña brava. Este material tiene un alto valor en la industria de la construcción como en otros sectores, asimismo se indica que el uso del bambú en la construcción ha experimentado un cambio, ya que anteriormente era común en viviendas de niveles socioeconómicos medio y alto, pero en la actualidad es más frecuente en la autoconstrucción de comunidades de bajos recursos (Gómez et al, 2020).

### 2.2.2. *Guadua angustifolia* Kunth

#### A. Taxonomía

En el portal de Trópicos (2024) se establece el sistema de clasificación APG IV de la especie forestal *Guadua angustifolia* Kunth, que esta categorizada de la siguiente manera:

- Clase: Equisetopsida C. Agardh
- Subclase: Magnolidae Novák ex Takht
- Orden: Poales Small
- Familia: Poaceae Barnhart
- Género: *Guadua*
- Especie: *Guadua angustifolia* Kunth

El nombre común varía según el lugar, por ejemplo en Colombia y Ecuador la denominan caña brava, caña mansa, garipa, guadua; en Perú es conocida como afí y marona, y en Venezuela como juajuá y purú purú (CABI, 2021).

#### B. Distribución

Los bambúes tienen una gran diversidad de especies, entre las más importantes están *Guadua angustifolia* Kunth, *Bambusa vulgaris* y *Chusquea* spp., debido a su capacidad de adaptación. Estas especies se encuentran extensamente distribuidas y constituyen un rol fundamental como vegetación de numerosas zonas tropicales, subtropicales y de clima templado. Su mayor concentración se encuentra en el sur y sudeste de Asia, abarcado países desde la India hasta China, Japón, Corea y Madagascar, que se caracteriza por su diversidad de tipos y especies autóctonas, y el país con mayor cantidad de especies de bambú es África. En Australia también hay especies exclusivas, y en el hemisferio occidental, el bambú se distribuye naturalmente desde 39°25'N en los EEUU hasta los 47°S en Argentina (Añazco, 2013).

**Figura 1**  
*Distribución mundial de Guadua angustifolia Kunth*



*Nota.* Diseño de mapa generado por Segui (2023).

En América Latina se han registrado 20 géneros y 429 especies de bambú leñosos, que están distribuidos desde 27°N México a 47°S Chile. Del total de 1 575 especies distribuidas en 116 géneros de bambú, América Latina tiene el 9 % de las especies y el 31 % de los géneros, Brasil ocupa el primer lugar con 137 especies, seguido de Colombia con 70 especies, Venezuela con 60, Ecuador con 42, Costa Rica con 39, México y Perú con 37. De todas las especies en América Latina destacan por sus características y abundancia el género *Guadua* y *Bambusa* (Añazco 2013, p. 3).

En el Perú *Guadua angustifolia* Kunth destaca por su demanda comercial, por ellos las investigaciones sugieren realizar estudios moleculares para analizar su dispersión y variación en subespecies. Aunque no existen informes detallado de las áreas con bambú, SERFOR en el 2021 ha reportado 1 100 ha de plantaciones registradas en el RNP, mientras que como bosques nativos se estima que la Amazonía (Perú, Brasil y Bolivia) alberga entre 16 y 20 millones de ha, que son conocidos como poales. En Perú los bosques de bambú ocupan aproximadamente 4 millones de ha en la cuenca Amazónica, distribuidos en Junín, Ucayali, Cusco y Madre de Dios (MIDAGRI & SERFOR, 2022).

Las plantaciones se encuentran principalmente en el norte del Perú, en Cajamarca, Piura y Amazonas, y recientemente se han iniciado en Junín, Pasco, Cusco, San Martín y Huánuco, abasteciendo el mercado interno (SERFOR, 2021).

### **C. Clima y suelo**

La especie *Guadua angustifolia* Kunth crece de manera óptima en ecosistemas con temperaturas entre 20 °C y 30 °C; sin embargo, cuando las temperaturas aumentan, su crecimiento en altura tiende a disminuir. Puede desarrollarse desde el nivel del mar hasta los 1800 m s.n.m, prefiere zonas con precipitaciones anuales entre 2 000 y 2 500 mm; si se cultiva en lugares con precipitaciones inferiores a 1 000 mm o superiores a 2 500 mm anuales, su desarrollo puede verse comprometido debido a su baja tolerancia a condiciones de sequía o lluvias intensas. Además, prospera en áreas con una humedad relativa entre 75 % y 80 % y requiere una exposición a la luz de aproximadamente 1 800 a 2 000 horas al año, lo cual equivale a unas 5 o 6 de luz solar diaria (Charpentier, 2014, p. 15).

Los tipos de suelo más apropiado para plantaciones de guadua son aquellos con texturas como; arenoso-limoso, franco-arenoso, francos, franco-limoso; los cuales se distinguen por tener perfiles de textura media o gruesa. Los suelos que contienen una gran cantidad de materia orgánica conservan una óptima humedad y poseen un sistema de drenaje adecuado son los más idóneos para el crecimiento de la guadua, en contraste, los suelos pesados o con una elevada concentración de arcilla dificultan su desarrollo (Charpentier, 2014, p. 15).

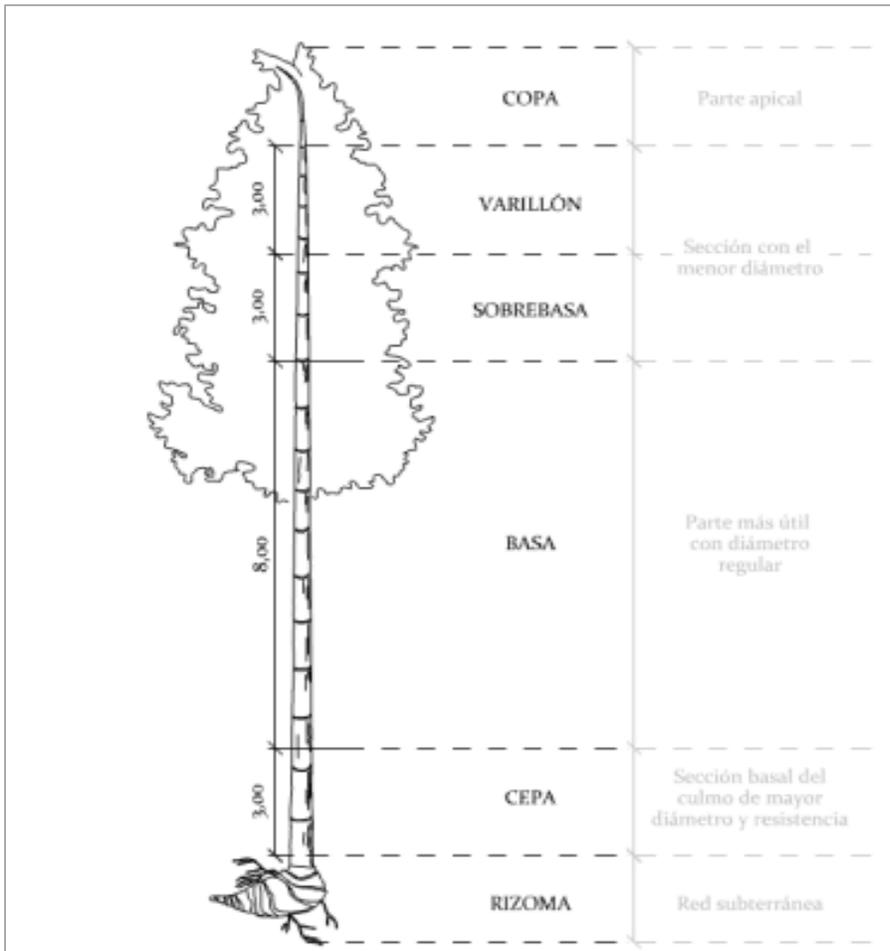
### **D. Descripción botánica**

- **Rizomas**

Los rizomas son tallos subterráneos que proporcionan soporte a la planta. Están compuestos de nudos y entrenudos que, a través de una epidermis rica en sílice, almacenan una cantidad significativa de nutrientes. Esta estructura es fundamental para el soporte de la planta, asimismo hay tres tipos de rizomas principales; paquimórficos, leptomórficos y anfipodiales, que se distingue por su tamaño, son cortos, gruesos y robustos, característicos de ciertos bambúes (Bartolomé, 2023). El rizoma paquimorfo tiene un aspecto similar al de un lagarto. Su longitud varía entre 20 cm y 40 cm, con un ancho de 20 cm, y el cuello del rizoma tiene un promedio de 17 cm a 20 cm de largo; los entrenudos en la parte superior del rizoma son más largos que los de

la parte basal; además desarrolla de 3 a 4 ramas de soporte a cada lado con diámetro de hasta 5 cm, y posee raíces adventicias cilíndricas en la zona superior y frontal, así como en los laterales de color café rojizo que alcanzan hasta 2,5 m de longitud (Oblitas, 2019, p. 18). Estas raíces son especializadas en absorber agua y nutrientes, mientras que la función del almacenamiento y soporte recae en gran medida sobre el rizoma. Alrededor del 40 % de raíces provienen del rizoma y el 60 % de la ramificaciones; de estas raíces nacen una raicillas denominadas alimentadoras y se encuentran en los primeros 30 cm del suelo (Martínez, 2020).

**Figura 2**  
*Estructura del bambú*



*Nota.* Estructura del bambú elaborado por Bartolomé (2023)

- **Culmo**

El culmo es conocido como caña, es la estructura vertical que se desarrolla desde la yema del rizoma y emerge a la superficie con un diámetro que alcanza entre 10 a 15 cm y alturas entre 15 a 20 m. En sus primeras etapas de crecimiento, el culmo es de color verde con rayas más oscuras, pero eso se convierte en tonos verdes amarillentos a verde grisáceo. Su estructura cilíndrica y sus entrenudos huecos, que presentan longitudes variables entre 10 a 23 cm en los primeros 10 y de 20 a 34 cm en el tercio medio y superior, esto le da resistencia y flexibilidad; además la pared del culmo puede medir hasta 2 cm (Oblitas, 2019).

Anatómicamente, el culmo está compuesto por células orientadas longitudinalmente, con cruces transversales en los nudos que refuerzan su estructura; esta característica varía según la especie de bambú, en guadua la dureza del culmo depende de la acumulación de polímeros en su composición, incluyendo sílice, lignina, celulosa y hemicelulosa. El culmo llega a su altura final entre 30 y 100 días, aunque continúa aumentando su resistencia y rigidez hasta los 7 años, cuando la dureza disminuye. La presencia de vellosidad blanca sobre la línea nodal y una yema solitaria protegida por un perfilo agudo muestran su desarrollo, evidenciando la adaptación de la guadua para soportar diversas condiciones climáticas (Bartolomé, 2023).

- **Hoja caulinar**

Tiene una textura coriácea y una forma triangular, con los bordes de la vaina y la lámina que son continuos y casi continuos. Es decidua, aunque el culmo basal tiene a permanecer unida por un periodo más prolongado. La lámina representa cerca de 20 % de tamaño de la vaina, y la esta tiene una longitud entre 55 y 77 cm y un ancho entre 65 y 72 cm, mostrando una notable aspereza en su cara abaxial. Los bordes de la hoja cuentan con pequeños pelos de tono café oscuro que se son deciduos (Lodoño, 2002).

- **Ramas**

Las ramas son de estructura sólida o macizas que crecen de manera solitarias, en ciertos casos, se desarrollan de forma atrofiada y son sustituidas por espinas de entre 10 a 15 cm. La ramificación es intravaginal, se observa una yema en cada nudo y de esta nacen las espinas, asimismo en el 1/3 superior desarrollan ramas con follaje, las cuales tienen una longitud de caña de hasta 2.7 m (Galindo, 2015).

- **Flores y semilla**

Las flores son pequeñas y duran poco tiempo, aproximadamente 48 horas, y tienen una apariencia similar a las orquídeas con tonos violáceos a rosáceos. Las partes terminales de las ramas superiores y el primer tercio de la espiga son donde se ubican. Son consideradas imperfectas porque tienen ambos órganos reproductores en el mismo tallo. Investigaciones indican que la planta florece alrededor de cada 120 años. La semilla tiene una forma parecida a la de un grano de arroz, con un interior de color blanco muy claro y una cáscara externa de tono café suave, y su tamaño es de alrededor de 5 a 8 mm de longitud y 3 mm de ancho (Galindo, 2015).

### **2.2.3. Propagación de bambú**

La propagación de *Guadua angustifolia* Kunth se realiza principalmente de manera asexual, ya que la propagación a través de semillas tiene poca viabilidad. La formación de semillas es desigual y limitada, además, su durabilidad es muy corta, lo que las vuelve inapropiadas para su propagación; por esto el método sexual no es el rentable económicamente en esta situación. Por otro lado, la guadua puede multiplicarse utilizando diferentes partes de la planta, destacando la eficacia de la utilización de rizomas (raíces subterráneas), secciones de culmo y los rebrotes juveniles o “chusquines” que aparecen en el rizoma (Botero, 2001).

#### **A. Propagación en base a semillas**

Perú Bambú (2013) afirma que las especies de bambú generan frutos del tamaño de un grano de arroz, los cuales pueden usarse como semillas para su propagación. No obstante, la producción de semillas en *Guadua angustifolia* es limitada, lo que hace que este método no se considerado como viable y aplicado en gran escala.

#### **B. Propagación por chusquines**

La propagación principal se realiza mediante chusquines, que se encuentra en la parte basal de la planta y se originan a partir de yemas adventicias en los rizomas. Estas yemas emergen después de la poda del culmo, además es considerado como el método más recomendado para la especie de *Guadua angustifolia*, ya que tiene un alto porcentaje de prendimiento y buen desarrollo, produciendo entre 2 y 12 plántulas en 4 meses. Sin embargo, su utilización está limitada por la falta de material vegetativo (Lárraga-Sánchez et al., 2011).

Un chusquín se describe como una plántula o rebrote que mide entre 20 y 80 cm de altura, tiene un solo tallo de 0,5 a 2,5 cm de diámetro y pocas hojas. Este brote empieza a surgir entre 2 y 3 meses después de que se corta el tallo principal (Araujo, 2015).

MIDAGRI (2011) recomienda la obtención de brotes en invierno, cuando la planta se encuentra en estado de reposo vegetativo. Después de la extracción, las plántulas deben colocarse en un semillero en un ambiente de invernadero con una matriz orgánica húmeda para promover la formación de raíces. Este período de acondicionamiento dura de 60 a 90 días, seguido del deshierbe y el ciclo. Durante este tiempo, la planta madre puede producir de 7 a 15 plántulas, las cuales se colocan en un recipiente con agua para evitar la deshidratación. Cada plántula debe ser desinfectada e inyectada con hormona de enraizamiento para asegurar su supervivencia y desarrollo. Para la propagación del chusquín se recomiendan camas de 1 a 1,20 metros de ancho, el largo se puede ajustar según el área de terreno disponible, la distancia entre camas es de 0,8 a 1 metro y la distancia entre plántulas es de 30 a 40 centímetros. La separación de las plántulas de la planta madre debe realizarse manualmente utilizando herramientas esterilizadas y es importante evitar manipular las raíces al momento de la cosecha. Se recomienda utilizar sulfato de potasio y nitrato de amonio en dosis de 0,5 g/L, y fertilizantes foliares con oligoelementos en dosis de 1 g/L. Las plántulas podadas necesitan un 50 % de sombra y deben mantenerse en el vivero durante 2-3 meses, se pueden trasplantar cuando alcancen una altura de 30 centímetros y se deben plantar cada 3 metros en campo definitivo.

### **C. Propagación por ramas basales**

La propagación mediante esquejes basales utiliza segmentos llamados ramas basales. Este método consiste en seleccionar plantas con las características deseadas y obtener la propagación a partir del tercio basal medio de la planta. Estos propágulos miden de tres a cinco centímetros de largo y deben contener una o más yemas axilares inactivas. Antes de plantar, prepara una bolsa con sustrato, coloca en ella los propágulos en forma horizontal y entiérrala a tres centímetros de profundidad (Galindo 2015, p. 21).

### **D. Propagación por segmento de tallo**

La propagación por segmentos de tallo implica cortar una sección de aproximadamente un metro de largo, que debe tener unos tres nudos de yemas o ramas. Los tallos provienen de cañas maduras que tienen entre tres y cuatro años. A la hora de plantarlas, es importante cubrir

los nudos con sustrato. Este método requiere una gran cantidad de material y por lo tanto no es adecuado para la propagación a gran escala. Para implementar esta técnica se utilizan bulbos jóvenes de 2 a 3 años, dividiéndolos en unidades de dos o tres nudos que contienen de 3 a 4 nudos con yemas en buen estado. Cava un hoyo entre cada dos nudos, llénalo con agua, luego sállalo y cúbrelo con tierra. Finalmente, plante las secciones verticalmente, en ángulo u horizontalmente (Galindo 2015, p. 21).

### **E. Propagación por rizoma con tallo**

La propagación a través de rizomas es un método antiguo y eficiente utilizado para propagar bambú, alcanzando una tasa de supervivencia casi total del 100 %. A pesar de ser eficaz para lograr la adquisición rápida de plantas jóvenes, resulta ser costoso a causa de la complicación en la extracción de raíces. Este método, que se asemeja a un trasplante, implica el uso de un tallo con 3-5 nudos y el rizoma basal extraído de plantas de 1 a 2 años- Los brotes aparecen entre 1 y 3 meses después de sembrar y desarrollar raíces. Es esencial elegir plantas saludables, evitar dañar el rizoma y los brotes, y sembrar antes de la temporada de lluvias para garantizar el éxito. A los 6 meses, las plantas están preparadas para ser trasplantadas al campo definitivo (Cano, 2020).

### **F. Propagación por trasplante directo**

La propagación por trasplante directo implica retirar la planta de del grupo de bambú y trasladarla a una nueva ubicación. Para utilizar este método, debe utilizar plántulas que tengan entre dos y tres años. La plantación debe realizarse manteniendo intactas todas las partes de la planta, incluidas ramas, hojas, rizomas y raíces. Cualquier signo de marchitamiento o deshidratación grave durante el transporte puede provocar la muerte de la planta (Aquino, 2019).

#### **2.2.4. Sustratos para la propagación de bambú**

Para garantizar la producción de plantas de *Guadua angustifolia* de alta calidad en vivero, se sugiere emplear sustratos elaborados con materiales accesibles que presenten buenas características físicas, como la aireación, drenaje, y capacidad para retener agua y con una densidad apropiada. Hoy en día, las mezclas de sustrato pueden prepararse con distintos materiales como los orgánicos, fibras, composte y productos industriales (Aquino 2019, p. 2). Además, para obtener plantones a partir de chusquines, estos deben ser plantados en sustratos

que contengan suelo agrícola, humus, arena fina o de río, y si es el caso de que la tierra agrícola sea arenosa, ya no debe utilizarse arena. A continuación, se describen los sustratos más comunes en la producción de chusquines:

***Arena.*** Este tipo de material es abundante y se utiliza principalmente arena de río lavada, debido a su bajo contenido de sales y alta porosidad, es ideal para enraizar esquejes debido a su capacidad limitada de retención de agua; se usa solo en mezclas (Ramos 2022, p. 5). En la producción de chusquines de *G. angustifolia* los sustratos mezclados brindan buenos resultados, ya se logra producir 5 a 10 chusquines por planta en un tiempo reducido, y normalmente se obtienen entre 6 y 8 brotes por planta (Alvarado et al., 2021, p. 14).

***Tierra agrícola.*** Este material como sustrato es abundante y su composición varía según su textura (proporción de arcilla, arena y limo), estructura y fertilidad (C.I.C y M.O). Es utilizado principalmente en mezcla con otros materiales para lograr el volumen deseado; se recomienda optar por tierras de bajo contenido de limo, ya que dificulta el drenaje y se puede secar y agrietar; es necesaria su desinfección (Ramos, 2022). Este sustrato por su contenido de materia orgánica debe ser extraído del horizonte A que generalmente es de un color de gris a negro (Aquino, 2019).

***Compost.*** Este sustrato es la resultante de la descomposición aeróbica de restos vegetales de fácil descomposición, como hojas, tallos o residuos de cultivos) mezclados con estiércol. Su composición varía mucho según los materiales utilizados; y en viveros este tipo de compost se conoce como tierra vegetal y se usa principalmente para llenado de bolsas (Ramos, 2022). Se aconseja compostar el tamo de café antes de usarlo como sustrato, debido a que los estudios demuestran que este proceso, no es apropiado como medio para enraizar material vegetal de bambú; ya que tiende a deteriorarse y probar su descomposición de las semillas o estacas (Montenegro, 2020).

***Aserrín.*** El aserrín en estado de descomposición es un sustrato económico, liviano y de fácil acceso. La retención de agua y la estructura porosa de las partículas dependen de grandes o pequeñas, o de si están mezcladas con viruta. Este sustrato de origen orgánico es abundante en carbono, sin embargo, no posee nitrógeno. Al ser aplicado con una solución nutritiva, se puede comenzar un proceso de descomposición parcial debido a las bacterias (Aquino, 2019). La

combinación de aserrín con arena en distintas concentraciones promueve un buen enraizamiento, prendimiento y volumen radicular de esquejes de *G. angustifolia* (Montenegro, 2020).

**Humus de lombriz.** Es similar a un compost pero este está más elaborado, debido a que la materia orgánica esta descompuesta por el sistemas digestivo de lombriz roja californiana, su principal ventaja es la gran cantidad de bacterias que contiene y estas benefician en la asimilación de los nutrientes en el material vegetativo (Ramos, 2022).

**Pajilla de arroz carbonizada.** El carbón de cascarilla de arroz como sustrato presenta buenas propiedades físicas y químicas; por ejemplo, tienen una densidad de 150 g/L, con el 53,95 de retención de agua y una capacidad de intercambio catiónico es de 5,5 meq/dl, con pH de 7,4, con 0,7 % de contenido de nitrógeno, 0,2 % de fósforo y 0,32 % de potasio. Las principales ventajas en la producción de plantas es que tiene una alta capacidad de retención de humedad, permite una alta penetración suficiente para generar plántulas fuertes, asimismo es un material libre de bacterias y hongos (Saboya, 2010).

**Sustratos alternativos.** Debido a la los costos elevados y escasez de algunos sustratos descritos anteriormente, y porque en la actualidad se promueve el uso de productos más orgánicos; por ello en Europa se están promoviendo investigaciones sobre el uso de materiales como cortezas, residuos forestales, residuos de la agroindustria, fibra de coco, residuos urbanos, lodos, cenizas, industria de la cerveza, residuos de pescado, etc. (Ramos, 2022).

### **2.2.5. Etapas de desarrollo de una plantación de bambú**

Mercedes (2006) describe todas las etapas de desarrollo de una plantación de bambú, además que su manejo depende del desarrollo fisiológico del tallo. Aunque el bambú alcanza su máximo desarrollo en menos de un año tras brotar o establecerse en el campo, no es adecuado para su uso en la construcción, debido a su baja resistencia y dureza; ya que muchas especies la consiguen a los 2 o 6 años. El desarrollo de una plantación de bambú pasa por varias etapas cualitativas, que varían según la especie y su edad, y se describen a continuación:

**Fase de brotación.** En esta etapa es el periodo inicial el que los tallos jóvenes y brotes del bambú comienza a surgir. Durante esta etapa, los entrenudos aún se han alargado, y las hojas que cubren el culmo aún son visibles. Esta fase ocurre durante los primero 180 días.

**Fase juvenil.** Esta etapa es conocida como fase biche, es decir los culmos empiezan a madurar; las hojas caulinares están parcialmente desprendidas, las ramas comienzan a formarse y el color de los brotes son verde intenso; la mayoría de los entrenudos ya se han desarrollado, y los nudos adquieren un color blanquecino. Esta etapa dura entre 6 y 12 meses.

**Fase madura.** Es conocida como la fase comercial, se caracteriza por tener una coloración verde pálido, las ramas están completamente desarrolladas y madera resistente. Esta etapa se da ente 1 y 4 años.

**Fase de sazónamiento.** El bambú comienza a perder resistencia, y los tallos comienzan a cubrirse los líquenes, el follaje es escaso, el color de los tallos se vuelve amarillento y esta fase se da entre los 4 y 6 años.

**Fase de envejecimiento.** Los tallos se degradan y tienen poco follaje casi seco.

#### **2.2.6. Importancia socioeconómica de *Guadua angustifolia* Kunth**

Investigaciones ofrecen una visión completa del mercado de *Guadua angustifolia*, destacándola como una oportunidad prometedora a futuro. Este se debe a que los actores actuales tienen la posibilidad de integrarse a la cadena productiva de la guadua, impulsando su desarrollo como una actividad económica clave para sostenibilidad de las regiones donde crece este recurso natural. A pesar de los desafíos, las circunstancias requeridas se están fortaleciendo, incluyendo el respaldo político, la investigación, la transferencia tecnológica, el respaldo de instituciones, y el interés de las empresas y consumidores, lo que está promoviendo a la guadua como recurso relevante. Esto no solamente recobra conocimientos antiguos y fortalece la estructura social, sino que además promueve el crecimiento sostenible de las zonas rurales y posibilita la llegada al cliente final con productos novedosos en los mercados locales e internacionales. Actualmente está tomando relevancia la producción de laminados de Guadua-Bambú, y el mercado proyecta un crecimiento prometedor debido a su versatilidad en usos como pisos, diseños de muebles en general, así como su empleo en construcción. Aunque no es una especie maderable, se ofrece como una alternativa a la madera por su rápido crecimiento, flexibilidad y resistencia. A nivel global, Estados Unidos y Europa (específicamente Francia, Alemania, Reino Unido y Bélgica) son importantes compradores de productos de guadua, incluyendo muebles, artesanías y láminas para pisos. La trazabilidad en la producción y el cumplimiento de estándares de calidad y normas

fitosanitarias son fundamentales, y resulta crucial innovar en el diseño con el fin de cumplir con las exigencias de dichos mercados (Vacca & Herrera, 2024).

### 2.2.7. *Abono Biosol*

Es una mezcla física elaborada con elementos compatibles para mantenerse estable, de esta forma puede aplicarse el producto sin que sufra alguna variable en su composición; en esta mezcla el nitrógeno favorece al desarrollo vegetativo e impulsa la formación del follaje. El fósforo interviene sobre el sistema radicular y el potasio aumenta la eficiencia de la hoja para elaborar azúcares y almidón.

Este Abono es totalmente elaborado por la cooperativa SOL & CAFÉ, contiene un Ph de 6.00 – 6.05 y presenta las siguientes características y composición:

- Mezcla de forma sólida y de color amarillo.
- El Biosol<sup>(MR)</sup> está compuesto por:

**Tabla 1**

*Composición de Biosol*

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
N	8	%
P	8	%
K	12,67	%
Ca	6,57	%
Mg	2,35	%
S	7,11	%
B	0,12	ppm
Cu	0,02	ppm
Fe	0,42	ppm
Mn	0,03	ppm
Mo	0,05	ppm
Zn	0,11	ppm
Si	0,27	ppm

*Nota.* Información nutricional del Biosol elaborado por la cooperativa SOL & CAFÉ (2022).

Elaborado en base a Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande (2020)

- Adicionalmente contiene ácidos húmicos y fúlvicos.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Chusquín:** El chusquín forma parte de una planta de bambú, este emerge del rizoma y está compuesto por un sistema completo que contiene tallos, hojas, ramas y raíces. Cada chusquín es capaz de producir entre 7 y 10 plantas nuevas en un lapso de 4 meses. Esta capacidad posibilita un rápido y denso crecimiento, lo cual resulta beneficioso para restaurar ecosistemas (Morocho & Gutiérrez 2018, p. 22)
- **Propagación:** Es el proceso por el cual se multiplica una especie vegetal, generando nuevas plantas a partir de la original; esta se puede realizar de dos maneras, asexual que es la reproducción vegetativa donde se generan plantas sin intervención de alguna fecundación, y sexual es cuando ocurre mediante semillas (Hernández 2019, p. 18).
- **Vivero:** Es un espacio especializado en la producción de material vegetal, donde se cultivan, germinan y desarrollan diversas especies de plantas y plántulas. En otras palabras, es un área destinada a la siembra, propagación y cuidado de plantas, lo que facilita su exhibición, selección y venta, para luego ser trasladadas a su lugar final (Hernández 2019, p. 10).
- **Biosol:** El biosol es un biofertilizante que le proporciona a la planta de manera equilibrada los nutrientes suficientes para su crecimiento y desarrollo (Cabos et al. 2019, p. 2).
- **Culmo:** Conocido también como caña, se forma verticalmente desde la yema del rizoma y sale a la superficie, alcanzando un diámetro máximo que permanecerá constante a lo largo de su vida. La forma es cilíndrica con espacios huecos entre los nudos, formados por células dispuestas en sentido longitudinal, a excepción de los nudos donde las células se organizan de forma transversal (Bartolomé 2023, p. 18).
- **Bambú:** Bambú se le denomina a un grupo de especies de plantas que pertenecen a la familia de las Poaceae, y se diferencian de otras especies por su morfología, velocidad de crecimiento, la forma de sus hojas, el diámetro de los culmos (Sánchez et al. 2016, p. 5)
- **Sustrato:** Es el medio que proporcionan el soporte necesario para retener agua, oxígeno y nutrientes en cantidades suficientes para el desarrollo adecuado de las plantas. Además, deben mantener un pH adecuado, sin niveles tóxico de elementos químicos y buena

conductividad eléctrica; al seleccionar el sustrato para la propagación de plantas se debe considerar sus propiedades físicas y químicas (Abanto-Rodríguez et al. 2016, p. 2).

- **Rizoma:** Según la definición realizada por la Real Academia Española (RAE), es un tallo subterráneo y horizontal que se distingue por su capacidad de crecimiento indefinido. Estos actúan como un sistema de reserva de nutrientes, lo que le permite ser resistente ante condiciones adversas y asegurar su propagación (Garnica 2019, p. 7).
- **Enraizante:** El principal propósito de los enraizantes es fomentar el crecimiento de raíces principales y promover el desarrollo de raíces secundarias, asegurando así un crecimiento saludable de los diversos tipos de cultivos, gracias a gran contenido de hormonas y nutrientes, estos pueden ser naturales o sintéticos (Guamán et al. 2019, p. 1).
- **Crecimiento:** Es el aumento permanente de una célula, tejido, órgano o individuo, lo que generalmente también conlleva un incremento de masa. Sin embargo, para que haya crecimiento no es suficiente con la simple división celular, ya que por sí solo no implica un aumento de nada (Courtis 2014, p. 2).

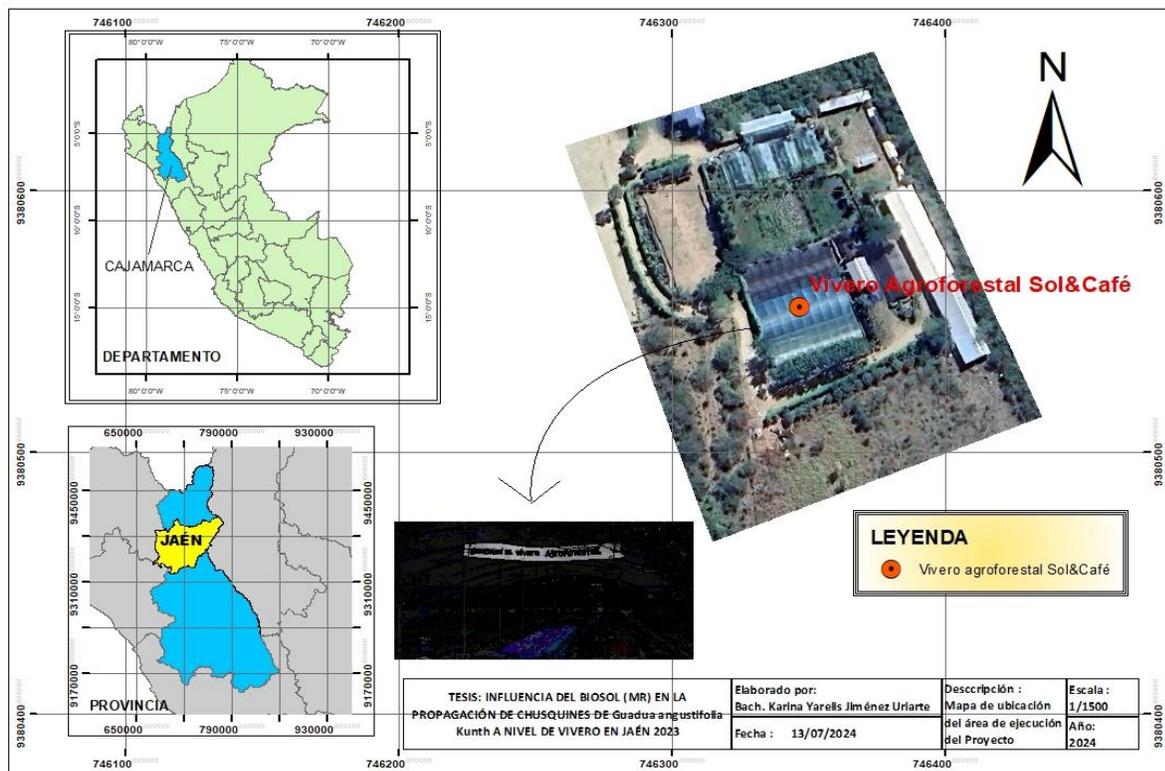
# CAPÍTULO III

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en el vivero de la Cooperativa Sol & Café, ubicado en la localidad de San Agustín, distrito de Bellavista, provincia de Jaén, en las coordenadas UTM 746268 E 9380720 N, a una altitud de 735 m.s.n.m.

**Figura 3**  
*Localización de la investigación*



*Nota.* Elaboración propia

### 3.2. Tipo y diseño de investigación

Según el propósito es una investigación de tipo aplicada, ya que se busca obtener información sobre la influencia del Biosol (MR) en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, la cual será aplicada por la sociedad interesada. Al respecto Vargas (2009)

menciona que este tipo de investigaciones tiene la finalidad del conocimiento en la práctica y su objetivo principal es que los nuevos conocimientos adquiridos sean de uso inmediato.

Según el nivel es explicativa, ya que permitió al investigador profundice con el tema estudiado y se elaboran más métodos que puedan ser probados. Según el diseño es una investigación experimental; ya que este tipo de investigación destacan por la manipulación de variables independiente y cuál es la influencia que tiene en la variable dependiente (Ramos-Galarza, 2021) y en este estudio el porcentaje de enraizamiento y el crecimiento permiten evaluar la influencia del Biosol<sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines. Para ello se usó un diseño de bloques completamente randomizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

### **3.3. Materiales experimentales**

- **Materiales de Campo**

Postes de madera, malla raschel, alambre, tubos, tablas, estacas, nailon, aguja punta roma, clavos, esmalte, carteles de policarbonato, esmalte, pinceles, hojas, lapicero, wincha.

- **Herramientas de campo**

Palana, barreta, martillo, nivel, rastillo, serrucho, cierra

- **Máquina de campo**

Motosierra

- **Recursos**

Tierra agrícola, arena, biocarbón, Rhizolex y Biosol<sup>(MR)</sup>

- **Equipos de gabinete**

Laptop, impresora, celular

- **Material de investigación**

**Chusquines de *Guadua angustifolia* kunth.**

Este material de propagación fue recolectado de plantas adultas que tienen de 8 a 9 años, la parcela de donde se extrajeron está ubicada en el caserío Palo Blanco, del distrito de Jaén, en las coordenadas UTM 740417 E Y 9369950 N en la zona 17.

**Figura 4**  
*Chusquines de Guadua angustifolia Kunth*



***Abono***

El Biosol <sup>(MR)</sup> es un producto elaborado por la Cooperativa Sol&Café, es de forma solida de color amarillo con un pH de 6; está compuesto por macro y micro nutrientes (tabla 1). La cooperativa lo utiliza para fertilización de los cultivos de café y cacao en las parcelas de los socios.

**Figura 5**  
*Biosol <sup>(MR)</sup>*



### 3.4. Factores, variables, niveles y tratamientos de estudio

**Tabla 2**

*Factores, variables, niveles y tratamientos de estudio*

<b>Factor</b>	<b>Variables</b>	<b>Niveles</b>	<b>Tratamiento</b>
Factor A	Biosol <sup>(MR)</sup>	A1: Suelo agrícola + arena + biocarbón	T1
		A2: Suelo agrícola + arena + biocarbón + 1% de Biosol	T2
		A3: Suelo agrícola + arena + biocarbón + 2% de Biosol	T3
		A4: Suelo agrícola + arena + biocarbón + 4% de Biosol	T4

### 3.5. Diseño experimental y arreglo de factoriales

#### a) Diseño experimental

Para la investigación se utilizó el diseño de bloques completamente randomizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

#### b) Arreglo de tratamientos

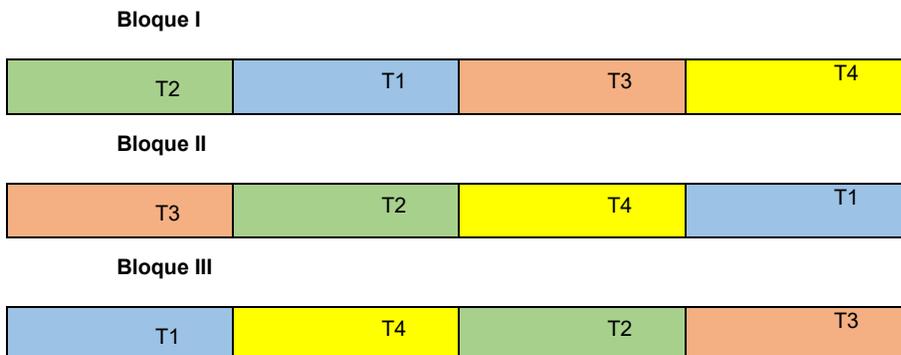
Se consideraron cuatro tratamientos, donde uno fue el testigo, constituido por sustrato simple sin adición de Biosol <sup>(MR)</sup>, y los otros tres tratamientos estuvieron constituidos por diferentes dosificaciones de Biosol <sup>(MR)</sup> los mismos se efectuaron en tres bloques (repeticiones), tal como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3***Diseño experimental y arreglo de factoriales*

Tratamiento	Descripción	Repeticiones / N° individuos		
		Bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	Suelo agrícola + arena + biocarbón	25	25	25
T2	Suelo agrícola + arena + biocarbón + 1% de Biosol	25	25	25
T3	Suelo agrícola + arena + biocarbón + 2% de Biosol	25	25	25
T4	Suelo agrícola + arena + biocarbón + 4% de Biosol	25	25	25
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

*Nota.* Los individuos son los chusquines que se propagaron en las camas de repique, las mismas que constituyen los bloques. Por lo tanto, las unidades experimentales son los chusquines repicados en cada sustrato.

### 3.6. Croquis del experimento

**Figura 6***Croquis del experimento*

### **3.7. Evaluaciones realizadas**

Correspondieron a las dimensiones de la variable dependiente “propagación de chusquines”, y es el enraizamiento de los chusquines y el crecimiento de los chusquines. Estas evaluaciones se realizaron según el siguiente detalle.

***Enraizamiento de chusquines.*** Se evaluaron el número de raíces por chusquín, y la longitud de la raíz mayor. Esta evaluación se llevó a cabo cada 15 días a partir del repique del chusquín, hasta los 60 días.

***Crecimiento de chusquines.*** Se evaluó el número de brotes, y la longitud del brote mayor. Esta evaluación se realizó juntamente con la evaluación del enraizamiento.

### **3.8. Procedimiento**

#### ***3.8.1. Camas de propagación y sustratos***

##### **Acondicionamiento de camas de propagación**

Para la instalación de estas se empezó con la limpieza del espacio que fue otorgado por el vivero de la Cooperativa Sol&Café, se realizó el diseño y posterior a ello se efectuó el trasado para la instalación de postes para armar el túnel y las camas de almacigo; después de ello se procedió a colocar los postes de 1,50 m de altura en hoyos de 40 cm de profundidad, todo está procedimiento se hizo usando barretas para realizar los hoyos, se usó el nylon y el nivel que permitió que los postes se instalaran a un mismo nivel.

Al concluir con la instalación de los postes para el túnel, se continuó con la instalación las camas de almacigo las mismas que tuvieron las siguientes características: cada cama fue de 4,80 m de largo x 1,20 m de ancho y 0,20 m de alto; esta estuvo compuesta por subcamas de 1,20 m de ancho x 1,20 m de largo; para el armado de estas se usaron tablas de 1 pulgada y estacas de 40 cm que sirvieron como soportes para las tablas.

Cuando ya se tuvo los postes y las camas de almacigo correctamente instalados se procedió al armado del tinglado del túnel con la finalidad de proporcionar sombra a las camas de almacigo, para ello se usaron tubos, alambre galvanizado N° 16 y 20 m malla raschel de 80 % de luz.

**Figura 7**  
*Camas de propagación de chusquines*



**Preparación de sustratos**

Para la preparación de los sustratos primeramente se zarandeó la tierra orgánica, después de ello se realizó la mezcla teniendo en cuenta la composición de cada uno de los tratamientos que fue en las siguientes proporciones 60 % de tierra agrícola, 20 % arena y 20 % de biocarbón y como se detallan a continuación:

**Tabla 4**

*Composición y cantidades para la elaboración de los sustratos según cada tratamiento*

Composición	Requerimiento de materiales por tratamiento (m <sup>3</sup> )			
	T1	T2	T3	T4
Tierra agrícola	0,52	0,52	0,52	0,52
Arena	0,17	0,17	0,17	0,17
Biocarbón	0,17	0,17	0,17	0,17
Biosol	0	½ kg (1%)	1 kg (2%)	2 kg (4%)

Cuando se tuvieron las camas con los sustratos se procedió a realizar la desinfección de este, para esto se usó Rhizolex ® -T en polvo mojable 20 gr por cada 20 litros de agua, la solución fue vertida en la regadera para poder regar el sustrato y poder desinfectarlo.

## Figura 8

### Composición y mezcla de sustratos utilizado



### 3.8.2. Recolección de material vegetativo y siembra de chusquines

#### Recolección de material vegetativo

El material vegetativo se recolecto de la parcela de bambú ubicada en caserío Palo Blanco, con coordenadas UTM 740421E 9369958N esta tiene una edad de 8 años, se extrajeron los chusquines con ayuda de barretas y fueron colocados en baldes con agua para posteriormente podarlos y ser sembrados en cada una de las camas con los tratamientos de investigación.

## Figura 9

### Recolección de chusquines



### **Siembra de chusquines**

La siembra de los chusquines se realizó teniendo en cuenta un distanciamiento de 0,25 cm de chusquín a chusquín, con una cantidad de 25 chusquines por tratamiento y un total de 100 chusquines por bloque; el distanciamiento de 25 cm X 25 cm que se les dio fue para permitir un mejor desarrollo para las raíces.

#### **Figura 10**

*Siembra de chusquines en las camas preparadas con los sustratos ensayados*



#### **3.8.3. Manejo de la cama de repique**

Para el manejo de las camas se tuvieron en cuenta las siguientes actividades que se realizaron durante los 60 días de evaluación, estas actividades fueron las siguientes:

**Riego:** Este se realizó con frecuencia (dejando un día) y se realizó de manera directa usando una manguera.

**Deshierbo:** De suma importancia para mantener a las camas de repique libre de maleza que hubiera podido afectar el desarrollo de los chusquines de guadua, este se ejecutó cada vez que era necesaria por la presencia de maleza.

**Control de sombra y ventilación:** Para el manejo de la sombra se levantaba la malla raschel por el lado derecho del túnel, para que así las camas de repique reciban el sol y aeración al mismo tiempo, para esta actividad se tuvo en cuenta que el sol de la mañana era más potente por el lado derecho de las camas; por lo que en horas de la mañana hasta las 12 pm se mantenía

la malla raschel de manera normal formando un túnel y por las horas de la tarde se levantaba permitiendo que mayor luz solar ingrese a las camas de repique con el material vegetativo.

**Figura 11**

*Manejo de la cama de repique de chusquines*



#### **3.8.4. Toma, registro y procesamiento de datos**

Las actividades que hicieron este procedimiento son las siguientes:

**Toma de datos:** Se realizó cuatro mediciones de brotes y raíces, durante 60 días. Para su evaluación se extrajeron los chusquines de la cama de enraizamiento y posteriormente se volvieron a sembrar.

**Figura 12**

*Toma de datos de las variables dependientes*



**Registro de datos:** Para esto se usaron registros con un formato que contenía indicadores como las repeticiones y tratamientos, y en la se permitía registrar las cualidades como el número y tamaño de brotes y el número y medida de las raíces.

**Procesamiento de datos:** los datos registrados en los formatos, fueron digitalizado y tabulados en una hoja de cálculo, luego se procedió a su procesamiento con estadística descriptiva para generar tablas y figuras estadísticas que permitieron entender mejor los resultados; sin embargo, al ser una tesis experimental, los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de significación de Tukey, con lo que se validaron las hipótesis planteadas. Para el procesamiento de los datos se utilizaron los softwares MS Excel y SPSS V25.

### **3.9. Presentación de la información**

La información que se originó al concluir la investigación se presenta en tablas y gráficos estadísticos que muestran en resumen los resultados obtenidos, los cuales fueron utilizados para analizarlos e interpretarlos para después confrontar la hipótesis planteada. Los resultados que se obtuvieron fueron contrastados con resultados que se hayan obtenido en investigaciones ejecutadas por otros autores por medio de discusiones debidamente fundamentadas y citadas. Por último, toda esta información originada durante la investigación es detallada en un informe final de tesis usando el formato aprobado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca; para la redacción se tomó en cuenta la norma APA 7<sup>a</sup> edición.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

Con los datos obtenidos durante las evaluaciones en vivero y luego de su análisis estadístico descriptivo e inferencial, se elaboraron las tablas y figuras que se describen a continuación

##### 4.1.1. Formulación del sustrato para el enraizamiento y crecimiento de chusquines

**Tabla 5**  
*Composición de sustratos y abonos utilizados*

<b>Tratamiento</b>	<b>Nombre</b>	<b>Componentes</b>	<b>Formula</b>
T 01	Sustrato base	Suelo agrícola + arena + biocarbón	60 % + 20 % +20 %
T 02	Sustrato base + 1% de Biosol	Suelo agrícola + arena + biocarbón + Biosol	60 % + 20 % +20 % + 1 %
T 03	Sustrato base + 2 % de Biosol	Suelo agrícola + arena + biocarbón + Biosol	62 % + 20 % +20 % +2 %
T 04	Sustrato base + 4 % de Biosol	Suelo agrícola + arena + biocarbón + Biosol	63 % + 20 % +20 % + 4 %

Como se observa en la tabla 5, los sustratos están compuestos por una mezcla de suelo agrícola + arena + biocarbón + Biosol. Estos fueron formulados de acuerdo a los tratamientos determinados en el diseño experimental. Hay sustratos simples, como sustratos más completos que agregan un porcentaje de Biosol, lo mismo que se esperó que influya en el enraizamiento y crecimiento de chusquines.

**Tabla 6***Composición de sustrato y abono expresado en volumen*

<b>Sustrato</b>	<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Suelo Agrícola (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Arena (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biocarbón (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biosol (m<sup>3</sup>)</b>
sustrato base	1,2	0,72	0,24	0,24	0
sustrato base + 1% de biosol	1,2	0,72	0,24	0,24	0,012
sustrato base + 2% de biosol	1,2	0,72	0,24	0,24	0,024
sustrato base + 4% de biosol	1,2	0,72	0,24	0,24	0,048

En la tabla 6 se muestran el volumen utilizado de cada componente de los sustratos para las dos camas construidas.

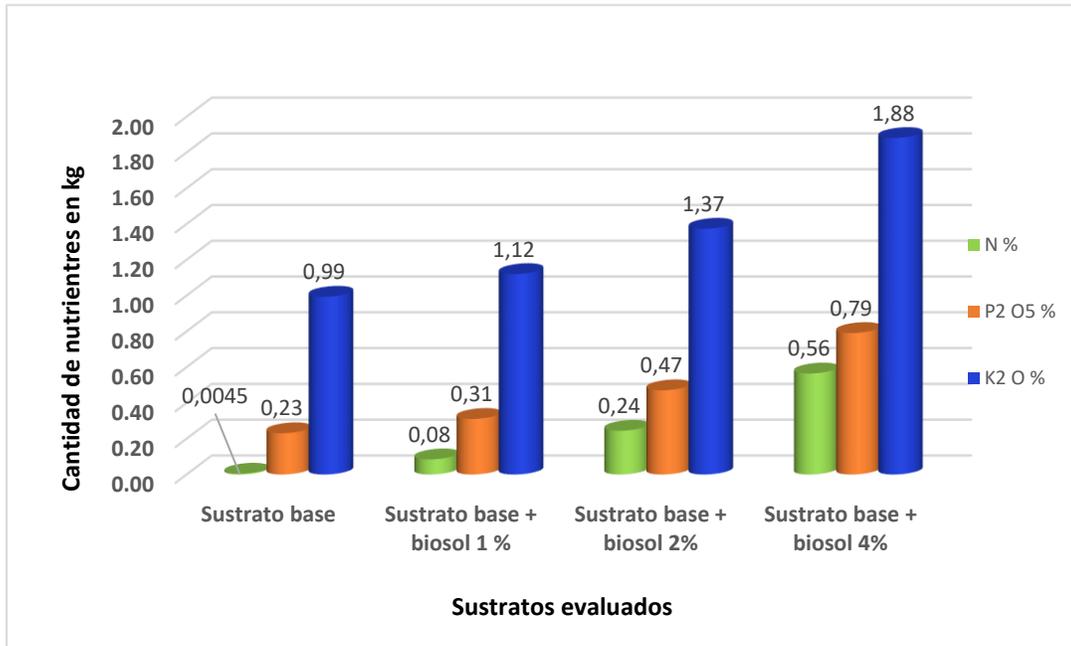
**Tabla 7***Contenido de nutrientes de los sustratos ensayados*

<b>Nutrientes</b>	<b>Sustrato base</b>	<b>Sustrato base + Biosol 1 %</b>	<b>Sustrato base + Biosol 2%</b>	<b>Sustrato base + Biosol 4%</b>
N %	0,0045	0,08	0,24	0,56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0,23	0,31	0,47	0,79
K <sup>2</sup> O %	0,99	1,12	1,37	1,88
Ca %	2,66	2,73	2,86	3,12
Mg %	1,00	1,02	1,07	1,17
S %	0,00	0,07	0,21	0,50

*Nota:* Elaborado en base al análisis químico del sustrato y ficha técnica del Biosol <sup>(MR)</sup>

Se debe agregar, que según el análisis realizado al sustrato, se obtuvo un pH de 6,95, y el contenido de materia orgánica del mismo fue de 64,80 %, por lo que se considera un sustrato orgánico.

**Figura 13**  
*Contenido de nutrientes de los sustratos ensayados*



En la tabla 7 figura 13, se visualiza la concentración de nutrientes NPK, en los sustratos, determinados tomando en cuenta el análisis de suelo realizado y la composición química establecidos en la ficha técnica del abono utilizado. Los datos se expresan en Kg de nutriente por el total de sustrato preparado.

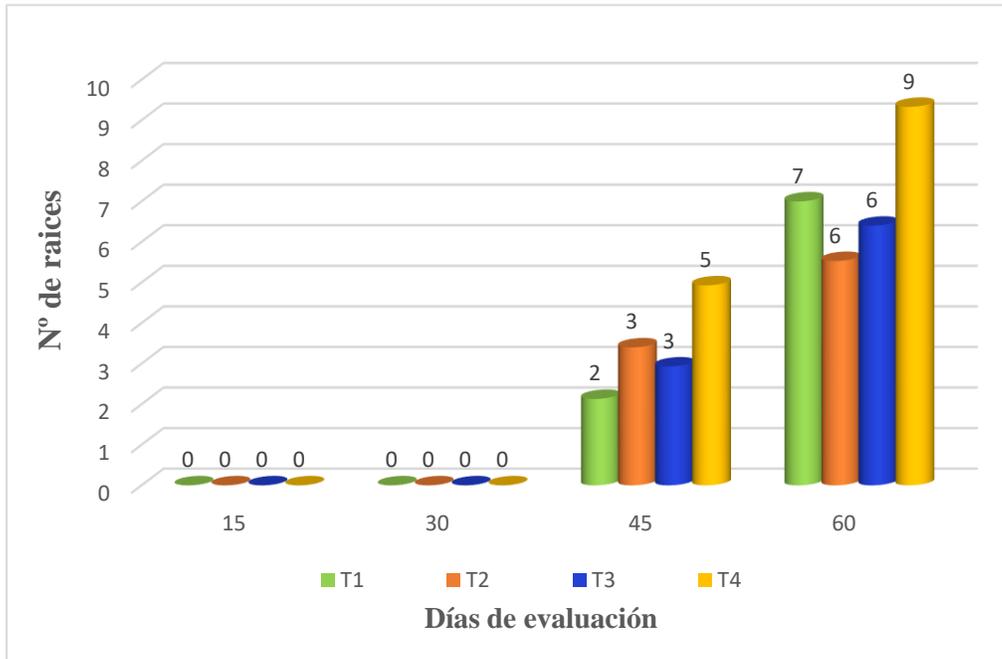
#### 4.1.2. Enraizamiento de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth instalado en sustrato enriquecido con Biosol <sup>(MR)</sup>

**Tabla 8**  
*Número de raíces de chusquines de *guadua angustifolia* Kunth*

Días	T1	T2	T3	T4
15	0	0	0	0
30	0	0	0	0
45	2	3	3	5
60	7	6	6	9

**Figura 14**

*Número de raíces de chusquines de guadua angustifolia Kunth*



En la tabla 8 y figura 14, se visualiza el número de raíces de chusquines, donde el mayor número encontrado fue en el día 60 con 9 raíces promedio por chusquín en el tratamiento donde se adicionó 4 % de Biosol; mientras que en el día 45 en el tratamiento que solo no tiene Biosol, obtuvo 2 raíces promedio por chusquín, siendo este el número más bajo de raíces obtenidas.

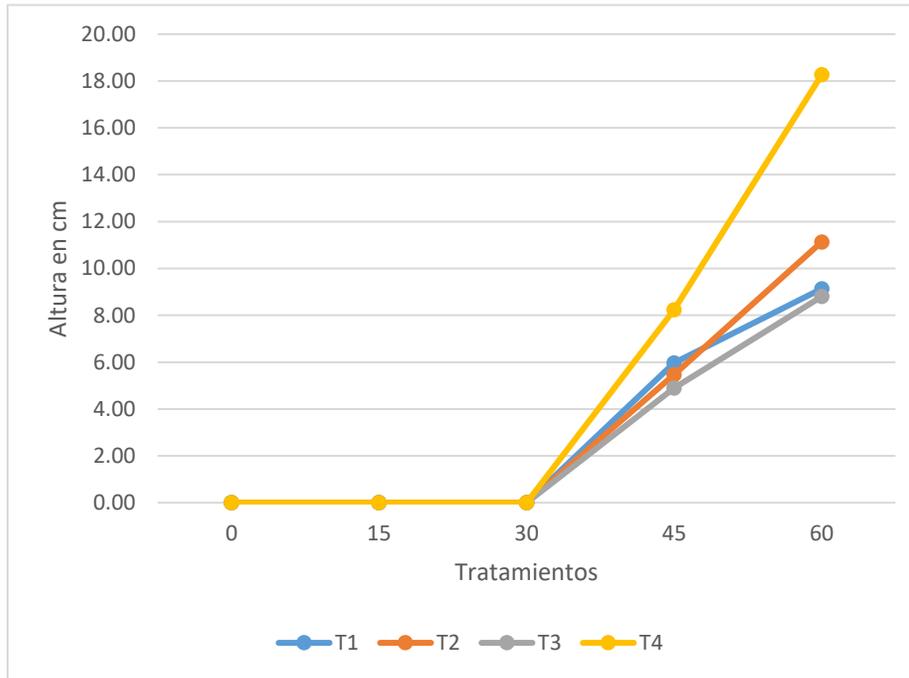
**Tabla 9**

*Longitud de raíz mayor de chusquines de Guadua angustifolia Kunth*

Días	Tratamientos (longitud raíz en cm)			
	T1	T2	T3	T4
15	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00
45	5,97	5,47	4,90	8,23
60	9,13	11,13	8,80	18,27

**Figura 15**

*Longitud de la raíz mayor de chusquines de Guadua angustifolia Kunth*



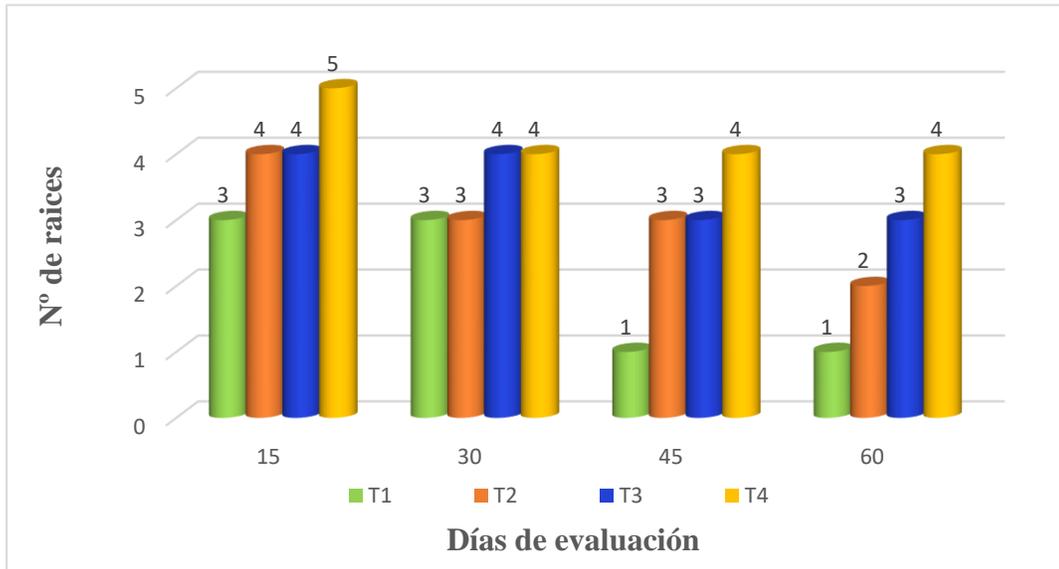
En la tabla 9 y figura 15, se puede visualizar las combinaciones de los tratamientos donde se observa en el día 45 el tratamiento donde se aplicó 4 % de Biosol, alcanzo la mayor longitud de raíz, siendo este de 8,23 cm y el tratamiento donde se aplicó 2 % de Biosol alcanzo los valores más bajos en crecimiento de raíz, siendo este de 4,90 cm. Mientras que en el día 60 el tratamiento donde se adicionó 4 % de Biosol alcanzo la mayor longitud de raíz con 18,27 cm y el tratamiento donde se adicionó 2 % de Biosol, solo alcanzo una longitud de raíz de 8,80 cm siendo este el de menor crecimiento.

#### 4.1.3. Crecimiento de brotes de chusquines de *Guadua angustifolia*

**Tabla 10**

*Número de brotes de chusquines de Guadua angustifolia Kunth*

Días	T1	T2	T3	T4
15	3	3	1	1
30	4	3	3	2
45	4	4	3	3
60	5	4	4	4

**Figura 16***Número de brotes de chusquines de Guadua angustifolia Kunth*

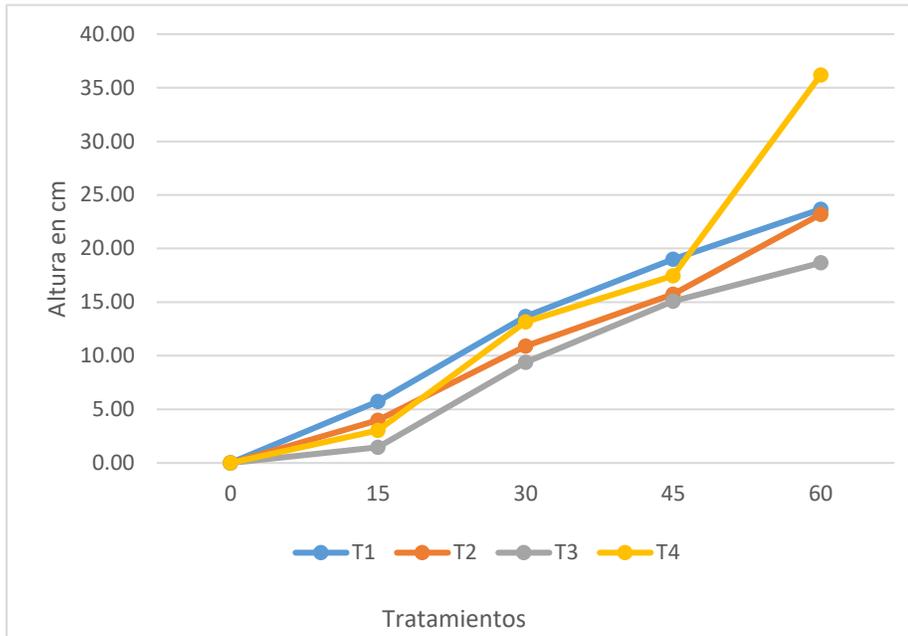
En la tabla 10 y figura 16, se visualiza el número de brotes de chusquines, donde el mayor número encontrado fue en el día 15 con 5 brotes en el tratamiento donde se adicionó 4 % de Biosol y biocarbón; mientras que, a los días 45 y 60 el tratamiento donde no se aplicó Biosol, se obtuvo solo una raíz siendo este el valor más bajo. Puede observarse también que la dosificación de 4 % de Biosol, generó el mayor número de brotes, durante las tres evaluaciones realizadas, evidenciando el efecto que el Biosol genera sobre la producción de brotes.

**Tabla 11***Crecimiento en altura del chusquin de Guadua angustifolia Kunth*

Promedio	T1	T2	T3	T4
<b>0</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>15</b>	5,73	4,00	1,47	3,03
<b>30</b>	13,67	10,91	9,39	13,17
<b>45</b>	19,00	15,73	15,10	17,47
<b>60</b>	23,67	23,20	18,67	36,20

**Figura 17**

*Crecimiento en altura del chusquin de Guadua angustifolia Kunth*



En la tabla 8 y figura 15, se visualiza que en el sustrato formado de suelo agrícola + arena + biocarbón + 4 % de Biosol ha generado el mayor crecimiento de los chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, alcanzando 36,20 cm, mientras que el sustrato formado de suelo agrícola + arena + biocarbón + 2 % de Biosol ha tenido el menor crecimiento en altura de chusquines, alcanzando solo 18,67 cm.

#### **4.1.4. Influencia del Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación en vivero de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth.**

Con el objetivo de contrastar la hipótesis general planteada, se realizaron dos pruebas, un análisis de varianza y la prueba de Tukey. La hipótesis general planteada en el proyecto de investigación fue: “El uso de Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, logra una influencia significativa en el enraizamiento y crecimiento de los mismos”. Esta hipótesis fue contrastada en función a los objetivos específicos, aplicando las pruebas establecidas.

- **Número de brotes de chusquines**

Para determinar la influencia del Biosol en el número de brotes de los chusquines, se plantearon las siguientes hipótesis específicas.

**Ho:** El uso de Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, no logra una influencia significativa en el número de brotes de los chusquines.

**Ha:** El uso de Biosol (MR) en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, logra una influencia significativa en el número de brotes de los chusquines.

Para las pruebas se aplicó un nivel de significancia de 0,05. Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05, se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha) o hipótesis del investigador.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico se muestran en la siguiente tabla

**Tabla 12**  
*Análisis de varianza de numero de brotes de Guadua angustifolia Kunth*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	4,93	3	1,64	0,43	0,74	4,76
Bloques	17,42	2	8,71	2,27	0,18	5,14
Error	23,01	6	3,83			
Total	45,36	11				

**$\alpha = 0,05$**

En la tabla 11, se puede observar en análisis de varianza ANVA, aplicado al número de brotes promedio producidos por chusquín, alcanza una probabilidad mayor a 0,05 en ambas fuentes de variación. Los tratamientos al tener una probabilidad de 0,7398 nos indica que la hipótesis del investigador no ha sido aceptada, por lo que se tiene que aprobar la hipótesis nula, lo que indica que la dosificación de Biosol no influye en el número de brotes promedio por chusquín. El uso de diseño de bloques genera una significancia mayor a 0,05 por lo que se concluye que las variables intervinientes en la propagación de chusquines no influye en el número de brotes promedio de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth.

- **Longitud del brote mayor del chusquín**

Para determinar la influencia del Biosol en la longitud del brote mayor del chusquín, se plantearon las siguientes hipótesis específicas.

**Ho:** El uso de Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, no logra una influencia significativa en la longitud del brote mayor del chusquín.

**Ha:** El uso de Biosol (MR) en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, logra una influencia significativa en la longitud del brote mayor del chusquín.

Para las pruebas se aplicó un nivel de significancia de 0.05. Entonces decimos:

Si Sig. > 0.05, se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si Sig. < 0.05, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha) o hipótesis del investigador.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico se muestran en la siguiente tabla

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de la altura del brote mayor de chusquines según tratamientos*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	662,46	3	220,82	6,15	0,03	4,75
Bloques	81,39	2	40,69	1,13	0,38	5,14
Error	215,55	6	35,92			
Total	959,40	11				

**$\alpha = 0,05$**

En la tabla 12, se visualiza el análisis de varianza ANVA, aplicado al crecimiento del brote mayor promedio del chusquín. Como puede verse, en el caso de los tratamientos ensayados, la probabilidad es menor a 0,05, por lo que nos indica que, si hay influencia de la dosificación de Biosol en el crecimiento de los brotes, lo que aprueba la hipótesis planteada en la investigación. Sin embargo, en el caso de los bloques, el valor es mayor a 0,05, lo que indica que no influyeron en el crecimiento de los brotes del chusquín, y esto significa un control de las variables intervinientes que fueron homogéneas para todos los bloques.

Considerando que existe diferencia estadística en la varianza de los tratamientos, entonces se realizó una prueba post hoc de Tukey, con el objetivo de determinar cuál fue la dosis que más influyó en el crecimiento del brote mayor promedio del chusquín.

**Tabla 14**

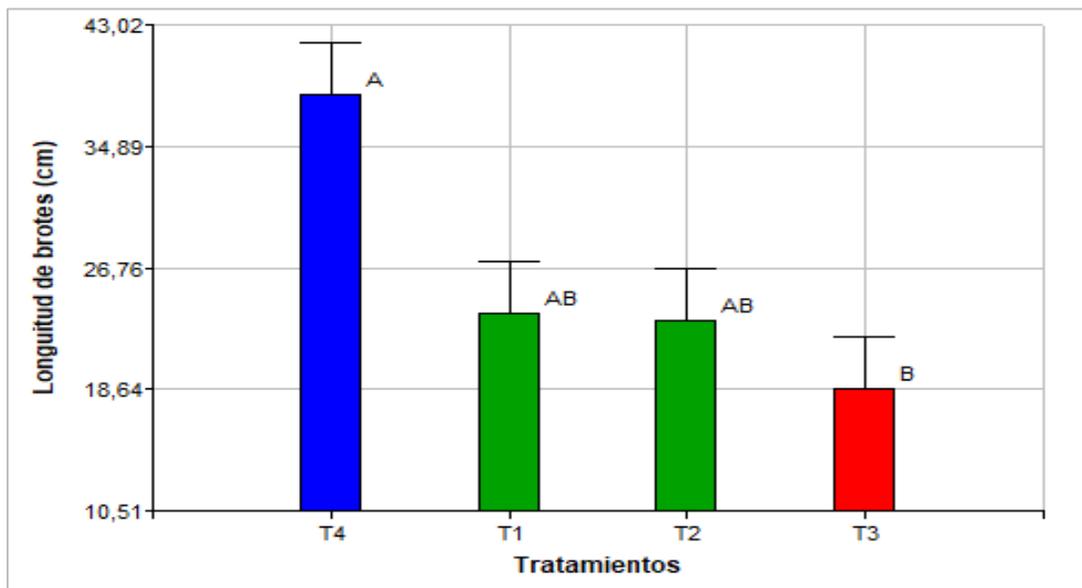
*Prueba Tukey para el crecimiento del brote mayor del chusquín según tratamientos*

Tratamientos	Medias	n°	E.E.	Jerarquía de los tratamientos	
T4	36,20	3	3,46	A	
T1	23,67	3	3,46	A	B
T2	23,20	3	3,46	A	B
T3	18,67	3	3,46	B	

DMS=16,94105 Alfa=0,05 Error: 35,9244 gl: 6

**Figura 18**

*Jerarquización de los tratamientos según el crecimiento del brote mayor del chusquín*



En la tabla 13 y figura 18, es visible el hallazgo de la prueba post hoc de Tukey, a un nivel de significancia de 0,05, que el tratamiento donde se adicionó 4 % de Biosol, la longitud del brote mayor alcanza el más alto crecimiento. Sin embargo, el tratamiento donde se adicionó 2 % de Biosol, alcanza el menor crecimiento del brote mayor del chusquín. Mientras que los otros dos tratamientos, tiene un comportamiento promedio.

- **Número de raíces del chusquín**

Para determinar la influencia del Biosol en el número de raíces del chusquín, se plantearon las siguientes hipótesis específicas.

**Ho:** El uso de Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, no logra una influencia significativa en el número de raíces del chusquín.

**Ha:** El uso de Biosol (MR) en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, logra una influencia significativa en el número de raíces del chusquín.

Para las pruebas se aplicó un nivel de significancia de 0.05. Entonces decimos:

Si Sig. > 0.05, se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si Sig. < 0.05, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha) o hipótesis del investigador.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico se muestran en la siguiente tabla

**Tabla 15**

*Análisis de varianza del número de raíces de los chusquines según tratamientos*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	23,81	3	7,94	1,18	0,39	4,76
Bloques	7,29	2	3,64	0,54	0,61	5,14
Error	40,37	6	6,73			
Total	71,47	11				

**$\alpha = 0,05$**

En la tabla 14, se puede observar en análisis de varianza ANVA, aplicado al número de raíces promedio producidos por chusquín, alcanza una probabilidad mayor a 0,05 en ambas fuentes de variación. Los tratamientos al tener una probabilidad de 0,3931 nos indica que la hipótesis del investigador no ha sido aceptada, por lo que se tiene que aprobar la hipótesis nula, lo que indica que la dosificación de Biosol no influye en el número de raíces promedio por chusquín. El uso de diseño de bloques genera una significancia mayor a 0,05 por lo que se concluye que las variables intervinientes en la propagación de chusquines no influye en el número de raíces promedio de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth.

- **Longitud de la raíz mayor del chusquín**

Para determinar la influencia del Biosol en la longitud de la raíz mayor del chusquín, se plantearon las siguientes hipótesis específicas.

**Ho:** El uso de Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, no logra una influencia significativa en la longitud de la raíz mayor del chusquín.

**Ha:** El uso de Biosol (MR) en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, logra una influencia significativa en la longitud de la raíz mayor del chusquín.

Para las pruebas se aplicó un nivel de significancia de 0,05. Entonces decimos:

Si Sig. > 0,05, se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha) o hipótesis del investigador.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico se muestran en la siguiente tabla

**Tabla 16**  
*Análisis de varianza de longitud de la raíz mayor del chusquín según tratamientos*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	287,33	3	95,78	16,58	0,01	4,76
Bloques	148,91	2	74,45	12,89	0,01	5,14
Error	34,67	6	5,78			
Total	470,91	11				

**$\alpha = 0,05$**

En la tabla 15, se visualiza el análisis de varianza ANVA, aplicado a los tratamientos y los bloques del crecimiento en longitud de la raíz mayor de los chusquines. El valor de probabilidad para los tratamientos fue de 0,0026, por lo que se dice que la dosis de Biosol influye significativamente en el crecimiento de la raíz mayor del chusquín, aceptándose la hipótesis del investigador. Por otra parte, el diseño de bloques también influyó en el crecimiento de la raíz mayor del chusquín, por lo que se tiene que indagar cuales variables intervinientes influyeron de manera diferenciada en cada bloque.

Tomando en cuenta que el ANVA tiene significancia positiva es necesario realizar una jerarquización de los tratamientos para determinar de manera precisa, cual fue el que más influyó en el crecimiento del chusquín.

**Tabla 17**

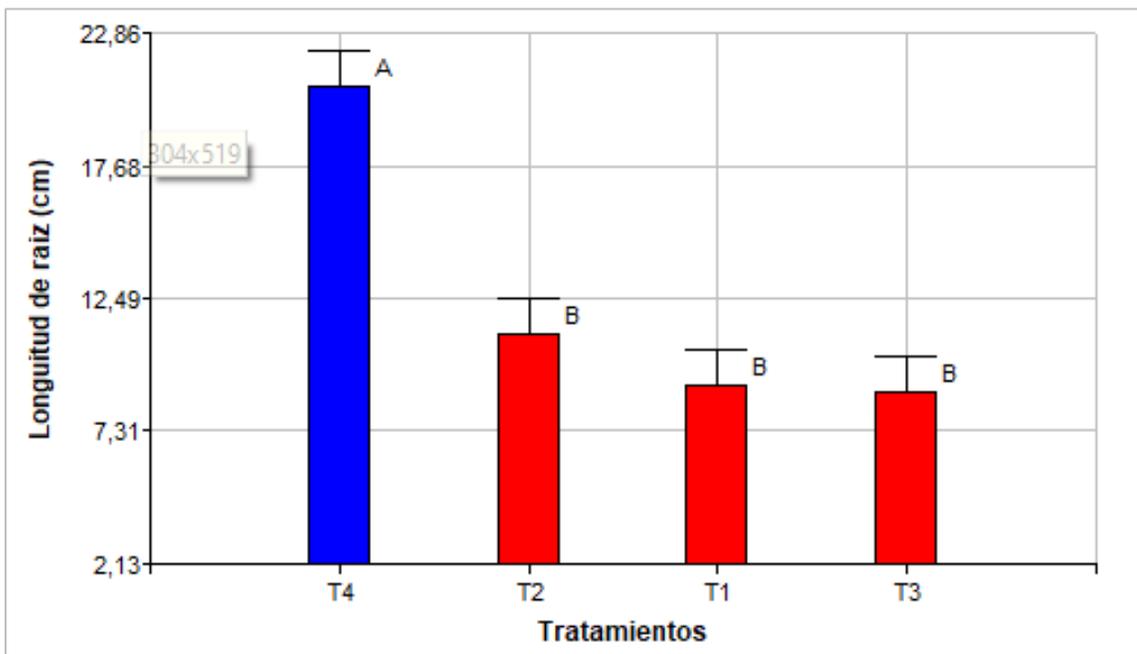
*Prueba de Tukey de la longitud de la raíz mayor del chusquín por tratamiento*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Jerarquía de los tratamientos
T4	18,27	3	1,39	A
T1	11,13	3	1,39	B
T2	9,13	3	1,39	B
T3	8,80	3	1,39	B

DMS=6,79400 Alfa=0,05 Error: 5,7778 gl: 6

**Figura 19**

*Jerarquización de longitud de raíces según tratamientos*



En la tabla 16 y figura 19, puede verse que el tratamiento donde se aplicó 4 % de Biosol, promovió el mayor crecimiento de la raíz de los chusquines, logrando una diferencia significativa sobre los demás tratamientos. Las otras dosificaciones y el testigo, alcanzaron un crecimiento muy similar, por lo que estadísticamente son iguales, no existiendo una diferenciación jerárquica entre ellos.

**Tabla 18**

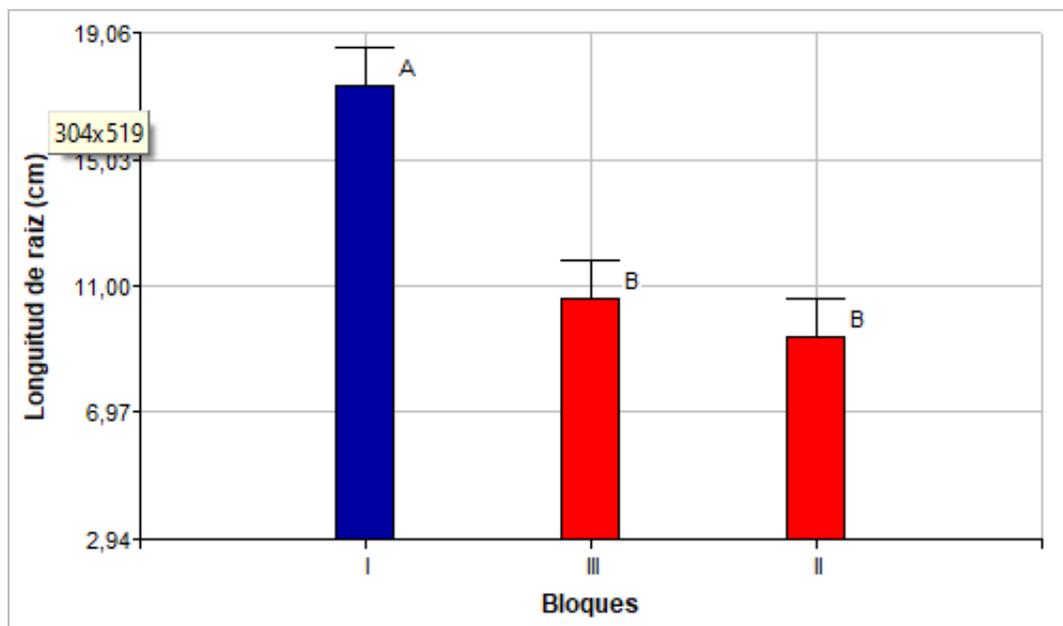
*Prueba Tukey de longitud de raíces según bloques*

Bloques	Medias	n	E.E.	Jerarquía de los tratamientos
I	17,40	4	1,20	A
III	10,60	4	1,20	B
II	9,40	4	1,20	B

DMS=5,21506 Alfa=0,05 Error: 5,7778 gl: 6

**Figura 20**

*Jerarquización de numero de raíces según bloques*



En la tabla 16 y figura 20, puede verse la diferencia estadística significativa que alcanzó el bloque I en el crecimiento de la raíz mayor de los chusquines, siendo este superior a la longitud de raíz de los chusquines de las camas II y III. Esto nos indica que las variables intervinientes fueron similares en los bloques II y III, mientras que en el bloque I, algunas variables intervinientes fueron diferentes con los de los otros bloques.

## 4.2. Discusiones

Una vez concluido el proceso de investigación en el procesamiento e interpretación de los resultados, se puede afirmar que se ha logrado responder el problema de investigación planteado de conocer la influencia del Biosol en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth a nivel de vivero; al respecto los resultados debidamente procesados metodológicamente y tras un proceso riguroso de análisis estadístico muestran que la adición de Biosol influye positivamente en el crecimiento de los chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth tanto en la parte aérea como en la raíz. Para arribar a la presente conclusión, se tuvo que salvar algunos inconvenientes como conseguir material vegetativo de *Guadua angustifolia* Kunth de calidad para garantizar la producción de los chusquines, agenciarse de sustratos que garanticen una homogeneidad aceptable de condiciones físicas, fisicoquímicas y químicas, así como generar un ambiente de investigación controlado a nivel de vivero.

Alcanzar la respuesta a la pregunta de investigación planteada significó seguir un proceso concatenado de pasos segmentados por los objetivos específicos planteado, los mismos que a continuación se resuelven en función a los resultados obtenidos y el análisis y discusión que se genera a partir de ellos, para validar la investigación.

Primeramente, se planteó diseñar o dosificar un sustrato apropiado para la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, con la adición de un abono compuesto denominado Biosol. De esta manera, se formularon cuatro sustratos, uno denominado “base”, por contener suelo agrícola, arena y biocarbón, y los otros tres fueron sustratos enriquecidos con una dosificación de 1 %, 2 % y 4 % de Biosol. Al sustrato base se le practicó un análisis químico para determinar su riqueza en nutrientes, así como otras propiedades fisicoquímicas, que complementadas con la composición del Biosol permitió determinar la composición química aproximada de todos los sustratos. Puede verse en la tabla 6, que el sustrato preparado es rico en nutrientes, macronutrientes y un alto contenido de materia orgánica. La riqueza de nutrientes es directa en función a la dosificación del Biosol, por lo que se esperó que esto influya sobre todo en el crecimiento del chusquín. Algunos investigadores como Alvarado (2021), Rueda (2021) y Cano (2020), concuerdan que el mejor sustrato es usar tierra agrícola en combinación con arena, siendo esto la base de cualquier otro sustrato enriquecido. Por su parte Cruz (2024), Aguilar (2022) y Cano (2020), resaltan la importancia de utilizar sustratos orgánicos en la propagación de

chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth, por promover un mejor desarrollo de los chusquines en vivero; esto se asemeja al uso de biocarbón en la presente investigación. Por su parte Carhuatocto (2022), establece en su investigación la importancia de combinar abonos orgánicos con abonos o fertilizantes, ya que estos promueven un mejor crecimiento de los chusquines; esto se compatibiliza con el uso del Biosol en la presente investigación.

Como segundo paso, se midió el enraizamiento de los chusquines en el sustrato enriquecido con Biosol. Para esto se procedió a medir el número de raíces promedio por chusquín y la longitud de la raíz mayor promedio por chusquín. En cuanto al número de raíces, se logró determinar que al adicionar 4 % de Biosol al sustrato, se produjeron nueve raíces en promedio a los sesenta días de cultivo, esto indica que tanto el sustrato como el abono contribuyeron a producir mayor número de brotes; sin embargo, la diferencia lograda en los tratamientos no fue muy alta entre ellos, ya que al aplicar el análisis de varianza, dio como resultado que no hubo diferencia estadística significativa, por lo que desde el punto de vista de la estadística inferencial, no existiría diferencia significativa entre las diferentes dosificaciones de Biosol y su uso en la producción de número de raíces. Por su parte Alvarado (2021), logró mayor producción de raíces al utilizar un sustrato base más un abono orgánico denominado vermicompost, indicando que el uso de abonos orgánicos promueve la formación de raíces y brotes en la propagación de chusquines.

En cuanto al crecimiento de la raíz, se obtuvo que el mayor crecimiento se logró cuando al sustrato se le agregó 4 % de Biosol, alcanzando una longitud promedio de 18,27 cm; este crecimiento es superior a cualquier otra dosificación de Biosol o el sustrato sin abono. Por su parte Alvarado (2021) y Carhuatocto (2022), indican que el sustrato orgánico promueve la producción y crecimiento de raíces, garantizando el prendimiento de los chusquines del bambú; esto compatibiliza con la adición de un fertilizante compuesto rico en macro y micro nutrientes, los cuales ha promovido el crecimiento de las raíces, para aprovechar mejor la abundancia de nutrientes en buenas condiciones de humedad. Del mismo modo, se practicó una prueba de estadística inferencial, determinándose que la diferencia en longitud que alcanzó el tratamiento con 4 % de Biosol, tiene una diferencia estadística significativa sobre los demás tratamientos, garantizando de esta manera su resultado; esto nos indica que usar 4 % de Biosol en el sustrato base, garantiza un crecimiento óptimo de las raíces del chusquín.

En cuanto al objetivo que plantea medir el crecimiento del chusquín propagado en sustrato enriquecido con Biosol, se tuvo en primer lugar que al adicionar Biosol en cualquiera de las dosis propuestas produce menos brotes que el sustrato base puro. La presencia de nutrientes no logró estimular de manera superior la formación de brotes en los chusquines, no logrando superar a los brotes producidos por el sustrato sin abono; sin embargo, la diferencia obtenida entre los tratamientos no es muy grande, y al aplicar el análisis estadístico inferencial, se encontró que no existe diferencia estadística significativa, por lo que de acuerdo al ANVA y prueba de Tukey, no existe diferencia entre los tratamientos ensayados. Alvarado (2021) en su investigación indica que el uso de abono orgánicos tipo compost promueve un mayor número de brotes; esto difiere con lo obtenido en la presente investigación, donde el uso del abono no logró superar al sustrato base o testigo. Sin embargo, Rueda (2021) logró resultados similares, a los obtenidos en la presente investigación, donde el testigo o sustrato base, alcanzó el mayor número de brotes en la propagación de bambú, alcanzando 11 brotes por chusquín. Este resultado, nos indicaría que los nutrientes tanto macro como micro, no son responsables de promover brotes, si no que esta función lo realizarían las hormonas vegetales como son las citoquininas, tal como lo determinaron Granda et al. (2023) en su investigación.

En lo que se refiere al crecimiento del brote del chusquín, se obtuvo que al agregar 4 % de Biosol, se alcanzó el mayor crecimiento, con 36,20 cm en promedio. Este resultado indica que los nutrientes del abono agregado, si bien no promueven un mayor número de brotes, si influyen positivamente en el crecimiento de los brotes generados, y este crecimiento está en relación directa con la dosis aplicada. este comportamiento se repite en los encontrados por otros investigadores, quienes determinaron que el uso de sustratos orgánicos y abonos orgánicos promueven un mayor crecimiento de los brotes o parte aérea del chusquín; este es el caso de Cruz (2024), quien logró 17 cm de longitud, al aplicar sustratos ricos en materia orgánica; de igual manera Carhuatocto (2022), alcanzó 25,60 cm al usar sustrato enriquecido con abono orgánico a base de guano de cuy. Por su parte Aguilar (2022), alcanzó 26,24 cm de longitud de brote al usar un sustrato enriquecido con aserrín descompuesto.

En el cuarto objetivo planteado se buscó determinar la influencia del uso del Biosol en la propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth; para esto se aplicó la estadística inferencial basado en el Análisis de varianza – ANVA y la prueba de Tukey. Como resultado de este análisis, se obtuvo que en cuanto al número de brotes y número de raíces producidas en

promedio por chusquín, no existe diferencia significativa, por lo que el uso de Biosol para enriquecer el sustrato ensayado, no logró los resultados esperados, planteados en la hipótesis de la presente investigación, no lográndose validar. Por su parte, al contrastar las hipótesis específicas planteadas en el capítulo de resultados, en cuanto al crecimiento de los brotes y raíces, se obtuvo que el análisis de varianza dio como resultado que si existen resultados con diferencia estadística significativa al evaluar los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos; y, por su parte la prueba de Tukey, determinó que para ambos casos, crecimiento de brotes y crecimiento de raíces, la adición de 4 % de Biosol al sustrato, promueve el mayor crecimiento, y este tiene una superioridad específica sobre los demás tratamientos. Tomando en cuenta los resultados de la estadística inferencial, se recomendaría utilizar una dosificación de 4 % de Biosol para propagar chusquines, por garantizar un mayor crecimiento de brotes y raíces.

Luego de realizado el análisis y discusión de los resultados, se arriba a conclusiones generales de la presente investigación, afirmándose que existe influencia en el crecimiento de chusquines tanto en la parte aérea como raíz, al aplicar Biosol como abono para enriquecer el sustrato. Esta aseveración está amparada por una metodología rigurosa de experimentación, así como por un análisis estadístico tanto descriptivo como inferencial que consolidan los resultados obtenidos. Los resultados obtenidos, se alinean con los conocimientos necesarios para propagar vegetativamente la *Guadua angustifolia* Kunth en vivero, fortaleciendo el conocimiento científico, técnico y práctico existente a la fecha en la silvicultura de esta especie. Los resultados obtenidos, son fácilmente replicables, permitiendo la aplicabilidad del experimento sin mayores dificultades por silvicultores de programas y proyectos donde se propaga esta especie forestal. En conclusión, se logró alcanzar los objetivos planteados, validándose parcialmente la hipótesis planteada, así como satisfacer las justificaciones que dieron origen a la presente investigación científica.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se formulo los sustratos para la propagación chusquines, obteniéndose un sustrato base compuesto por suelo agrícola + arena + biocarbón, y sustratos compuestos por el sustrato base + Biosol al 1, 2 y 4 %.

Se midió el enraizamiento de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth instalado en sustrato enriquecido con Biosol <sup>(MR)</sup>, encontrándose que el número de raíces y el mayor crecimiento de raíz fue el compuesto por sustrato base + Biosol al 4 %, alcanzando 9 raíces en promedio por chusquín y 18,27 cm de longitud respectivamente.

Se midió el crecimiento de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth instalado en sustrato enriquecido Biosol <sup>(MR)</sup>, encontrándose que el mayor número de brotes se dio en el sustrato base, obteniéndose 5 brotes en promedio por chusquín, y el mayor crecimiento de brotes se dio en el sustrato base + Biosol 4 %, alcanzando 36,20 cm de longitud de brote.

Se determinó la influencia del Biosol <sup>(MR)</sup> en la propagación en vivero de chusquines, obteniéndose que el Biosol influye significativamente en el crecimiento de los brotes y de la raíz, siendo la dosis de 4 % la más importante. Sin embargo en el número de botes y raíces la dosis de Biosol no influyo significativamente.

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda a las instituciones públicas o privadas, tomar en cuenta los resultados que se obtuvo en la investigación para promover a la propagación de chusquines De *Guadua angustifolia* Kunth, usando Biosol como abono.

Se recomienda a la Universidad Nacional de Cajamarca promover en sus estudiantes de Ingeniería Forestal a realizar investigaciones, donde se consideren otras dosis de Biosol para lograr una mejor propagación de chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth.

Se recomienda a otros investigadores interesados en indagar sobre la especie, ensayar con otros sustratos y fertilizantes orgánicos, así como otros métodos de propagación diferente a los chusquines.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto-Rodriguez, C., García-Soria, D., Guerra-Árevalo, W., Murga- Orrillo, H., Saldaña-Ríos, G., Vázquez-Reátegui, D., & Tadashi-Sakazak, R. (2016). Organic substrates in *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) plants Production. *Scientia Agropecuaria*, 7, 341–347. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.23>
- Aguilar, L. A. (2022). *Propagación de dos especies de bambúes a través de esquejes, con cuatro sustratos orgánicos en el distrito de Rupa Rupa, Ciudad de Tingo María - fase de vivero* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/aa67540d-6b74-45c0-ace9-5090b3a60fe4/content>
- Aguirre, L. R. (2019). *Efecto de dos enraizadores y tras mezclas de sustrato en la propagación vegetativa de bambú (Guadua angustifolia Kunth) mediante brotes de rizoma en vivero - Aucayacu* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4ab0841e-fb38-42aa-ac2b-8d916d1c0e60/content>
- Alvarado, A., Munzón, M., & Pilaloe, W. (2021). Efecto comparativo de tres sustratos en la propagación y crecimiento de dos especies de cañas del género *Guadua*. *Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(14), 179–191. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/117/287>
- Añazco, M. (2013). Estudio de vulnerabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte del Perú. *Unión Europea - Red Internacional Del Bambú y Ratán*, 135. [http://www.usmp.edu.pe/centro\\_bambu\\_peru/pdf/Estudio\\_de\\_vulnerabilidad\\_del\\_bambu.pdf](http://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Estudio_de_vulnerabilidad_del_bambu.pdf)
- Aquino, K. (2019). *Propagación de dos especies de bambú, mediante acodo subterráneo en*

- Tingo Maria - Huánuco* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].  
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>
- Araujo, D. (2015). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne Y Guadua angustifolia Kunth establecidas en campo definitivo, Tulumayo - Tingo María*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].  
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/632>
- Bartolomé, P. (2023). *Bambú, de tradición a futuro* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica de Madrid]. [https://oa.upm.es/75445/1/TFG\\_Jun23\\_Bartolome\\_Saenz\\_deTejada\\_Paula.pdf](https://oa.upm.es/75445/1/TFG_Jun23_Bartolome_Saenz_deTejada_Paula.pdf)
- Botero, L. (2001). Reproducción de la guadua angustifolia por el método de chusquines. *International Bamboo and Rattan Organization (INBAR)*, 1–16. <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2020/05/1489453532.pdf>
- CABI. (2021). Guadua angustifolia. *Compendio CABI, Esta hoja*.  
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.26057>
- Cabos, J., Bardales, C. B., León, C. A., & Gil, L. A. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*, 26(3).  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300021&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300021&script=sci_arttext)
- Camus, L. (2021). *Efecto de dos enraizantes en la producción de plantones de bambú (Guadua angustifolia) anexo de Shucayacu – Yambrasbamba - Amazonas, 2019* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Amazónica (Perú)].  
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6608950>
- Cano, 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].  
<http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/4484/cano-rodriguez-bruno-german.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Carhuatocto, E. (2022). *Propagación de chusquines de bambú (Guadua angustifolia Kunth), utilizando sustratos mejorados, en el distrito de Calzada - Moyobamba - San Martín*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Charpentier, G. (2014). Manejo Integrado del Bambú (*Guadua angustifolia*). *Dirección Regional Central Sur*, 10–11.
- Cooperativa SOL & CAFÉ. (2022). *Ficha Técnica del Biosol(MR)* (p. 4).
- Courtis, A. (2014). Crecimiento y Desarrollo Cátedra de Fisiología Vegetal. In *FaCENA-UNNE* (p. 17). [http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guía de Estudio-Crecimiento y desarrollo.pdf](http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guía%20de%20Estudio-Crecimiento%20y%20desarrollo.pdf)
- Cruz, F. D. (2024). *Efecto de tres sustratos orgánicos en la propagación de chusquines de bambú (Guadua angustifolia Kunth) en Tabaconas, San Ignacio - Perú* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca].  
[https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7065/TESIS FLOR DELIRA CRUZ HUANCAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7065/TESIS%20FLOR%20DELIRA%20CRUZ%20HUANCAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Galindo, D. (2015). *Evaluación de medios de cultivo para la propagación In-Vitro de bambú (Guadua angustifolia; Poaceae); La Democracia, Escuintla* [Tesis de Grado, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Galindo-Dilia.pdf>
- Garnica, R. (2019). Elementos para una escritura y una antropología rizomáticas. *Cuiculco. Revista de Ciencias Antropológicas*, 26(76), 129–151.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-84882019000300129&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-84882019000300129&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Gómez, H. J. P., Rodríguez, S. I., & Ramal, R. (2020). El Bambú: Una Solución Ecológica Sustentable Como Material De Construcción. *Tzhoecoen*, 12(2), 253–262.  
<https://doi.org/10.26495/tzh.v12i2.1264>

- Granda, G., Lalangui, L., Ramirez, T., Torres, N., & Tufiño, V. (2023). *Propagación de caña guadua a través de chusquines*. Tesis de Grado, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- Guamán, R., Leython, S., & Martínez, T. (2019). Enraizantes naturales en *Coffea canephora* var. robusta (L. Linden) A. Chev. *Investigatio*, 12, 93–102.  
<https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/305/201>
- Hernández, J. E. (2019). Conceptos para el establecimiento, operación de viveros y propagación de material vegetal. In *Servicio Nacional de Aprendizaje*.  
[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5556/concepto\\_establecimientos\\_operacion\\_viveros\\_final.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5556/concepto_establecimientos_operacion_viveros_final.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Kalanzi, F., & Mwanja, C. K. (2023). Effect of nodal cutting position and plant growth regulator on bud sprouting of *Dendrocalamus giganteus* Wall. Ex Munro in Uganda. *Advances in Bamboo Science*, 2, 100016. <https://doi.org/10.1016/j.bamboo.2023.100016>
- Kumari, A., Kumar, A., Singh, S., & Joshi, R. (2023). Synergistic interaction between morpho-physiological traits linked with the propagation of bamboo species through culm and rhizome (offset) cuttings. *South African Journal of Botany*, 155, 196–204.  
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.02.008>
- Lárraga-Sánchez, N., Gutiérrez-Rangel, N., López-Sánchez, H., Pedraza-Santos, M. E., Vargas-Hernández, J., Santos-Pérez, G., & Santos-Pérez, U. I. (2011). Propagación vegetativa de tres especies de Bambú. *Ra Ximhai*, 205–218. <https://doi.org/10.35197/rx.07.02.2011.05.nl>
- Lodoño, J. (2002). *Morfología de la Guadua angustifolia Kunth*. Palakas.  
[https://palakas.jimdofree.com/nosotros/información-guadua/morfología/#:~:text=Los caracteres que diferencian a,la lamina foliar%3B \(4\)](https://palakas.jimdofree.com/nosotros/información-guadua/morfología/#:~:text=Los caracteres que diferencian a,la lamina foliar%3B (4))
- Luna, P., Lizarazo-Marriaga, J., & Mariño, A. (2024). Alkali and Plasma-Treated *Guadua angustifolia* Bamboo Fibers: A Study on Reinforcement Potential for Polymeric Matrices.

*Journal of Renewable Materials*, 12(8), 1399–1416.

<https://doi.org/10.32604/jrm.2024.052669>

Martínez, J. (2020). *Propagación in vitro de Guadua angustifolia (bambú), a partir de microestacas de plantas desarrolladas en invernadero* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria la Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4390/martinez-torres-jessica-milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mercedes, J. R. (2006). Guía Técnica Cultivo del Bambú. In *Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF*.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2011). *Bambú: “Biología, Cultivo, Manejo y Usos en el Perú”* (p. 68).

[https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1273/1/Bambú Biología%2C cultivo%2C manejo y usos en el Perú.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1273/1/Bambú%20Biología%2C%20cultivo%2C%20manejo%20y%20usos%20en%20el%20Perú.pdf)

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), & Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2022). *Estrategia Nacional para el Desarrollo del Bambú (PROBAMBÚ) 2022-2025*.

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3930542/Estrategia Nacional para el Desarrollo del Bambú %28PROBAMBÚ%29 2022-2025.pdf.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3930542/Estrategia%20Nacional%20para%20el%20Desarrollo%20del%20Bambú%20PROBAMBÚ%202022-2025.pdf)

Montenegro, K. (2020). *Impacto de cinco sustratos en la propagación por esquejes de Bambú (Guadua angustifolia Kunth), en la provincia de Jaén - Cajamarca* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/167>

Morocho, F., & Gutiérrez, G. (2018). Propagación, manejo y silvicultura. In *Bambucyt. Círculo de Investigación del Bambú*.

<http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/BAMBUCYT.pdf>

Oblitas, W. (2019). Micropropagación in vitro de *Guadua angustifolia* Kunth en Jaen, Cajamarca

- [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. In *Repositorio Institucional UNC*.  
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/3286>
- Perú Bambú. (2013). *Métodos propagación del Bambú (Guadua angustifolia)* (pp. 1–3).  
[http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT\\_REPORTS/pd428\\_06/PD\\_428-06\\_R.2 \(F\)  
Propagación G Angustifolia.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/pd428_06/PD_428-06_R.2_(F)_Propagación_G_Angustifolia.pdf)
- Quiroga, W. (2023). *Influencia de métodos de propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunth en campo definitivo, Satipo* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/9564>
- Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Ramos, J. (2022). *Sustratos para la propgación y siembra en invernaderos* (p. 12).  
<https://issuu.com/jefeersonramos/docs/spp.4.sustratos>
- Rueda, G. M. (2021). *Evaluar el efecto de tres sustratos para la propagación asexual de Guadua angustifolia en el vivero agroforestal al Timbre, Cantón Esmeraldas, parroquia San Mateo* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15920/1/33T00303.pdf>
- Saboya, G. (2010). *Análisis técnico y económico en la producción de la cascarilla de arroz carbonizada (CAC) como sustrato para la propagación vegetativa de estacas juveniles de caoba (Swietenia macrophylla king) en cámara de sub-irrigación, Pucallpa, Perú*". [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ucayali].  
[http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3296/000001326T.pdf?sequence=1&is  
Allowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3296/000001326T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sánchez, M. T., Espuna, J. A., & Roux, R. S. (2016). El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua Amplexifolia*. *Nova Scientia*, 8(17). <https://doi.org/10.21640/ns.v8i17.451>

- Segui, P. (2023). *Bambú en arquitectura y construcción de casas ¿Por qué su uso?* OVACEN.  
<https://ovacen.com/bambu-en-la-arquitectura-sustentable/>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2021). Manual de manejo integral del bambú (Guadua angustifolia Kunth). In *Experiencias en la región Amazonas*.
- Ticona, J., & Mamani, J. R. (2019). Evaluación de la propagación de bambú (Guadua angustifolia Kunth y Guadua angustifolia bicolor) con diferentes segmentos vegetativos, en la estación experimental Sapecho. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6, 16–23.
- Torres, E. Y. (2017). *Bambú una cultura y una evolución* (p. 66). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. [https://oa.upm.es/47077/1/TFG\\_Torres\\_Franco\\_Erika.pdf](https://oa.upm.es/47077/1/TFG_Torres_Franco_Erika.pdf)
- Tropicos. (2024). *Guadua angustifolia Kunth*. Missouri Botanical Garden.  
<https://www.tropicos.org/name/25512646>
- Vacca, J. C., & Herrera, L. (2024). Estudio de mercado de la Guadua angustifolia Kunth y los productos derivados carbón activado y laminados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 6863–6878. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.10043](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10043)
- Vargas, Z. R. (2009). La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155–165.  
<http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/538>

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

#### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es la Influencia del Biosol<sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth a nivel de vivero en Jaén 2023?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la Influencia del Biosol<sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth a nivel de vivero en Jaén 2023</p>			
	<p><b>Específico 01:</b></p> <p>Formular el sustrato para el enraizamiento y crecimiento de chusquines utilizando diferentes dosis de Biosol<sup>(MR)</sup> como abono.</p>	<p>Determinar la Influencia del Biosol<sup>(MR)</sup> en la propagación de chusquines de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth a nivel de vivero en Jaén 2023.</p>	<p><b>Independiente</b></p> <p>Biosol<sup>(MR)</sup></p> <p><b>Dependiente</b></p> <p>Propagación de chusquines</p>	<p>Diseño experimental por bloques totalmente randomizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones.</p>
	<p><b>Específico 02:</b></p> <p>Medir el enraizamiento de chusquines de bambú instalado en sustrato enriquecido biosol<sup>(MR)</sup>.</p>			
	<p><b>Específico 03:</b></p> <p>Medir el crecimiento de chusquines de bambú instalado en sustrato enriquecido biosol<sup>(MR)</sup>.</p>			

**Anexo 2.** Datos de mediciones realizadas

<b>Tratamiento</b>	<b>Individuos</b>	<b>Bloque I</b>				<b>Bloque II</b>				<b>Bloque III</b>			
<b>Indicador</b>		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Número de brotes</b>	<b>1</b>	6,00	3,00	5,00	4,00	4,00	1,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1,00	3,00
	<b>2</b>	5,00	5,00	4,00	3,00	11,00	2,00	11,00	7,00	1,00	2,00	1,00	11,00
	<b>3</b>	2,00	15,00	4,00	3,00	2,00	5,00	5,00	7,00	3,00	1,00	1,00	1,00
	<b>4</b>	6,00	5,00	3,00	2,00	16,00	4,00	4,00	6,00	2,00	2,00	5,00	3,00
	<b>5</b>	6,00	4,00	2,00	2,00	11,00	2,00	6,00	7,00	4,00	4,00	3,00	3,00
	<b>Promedio</b>	5,00	6,40	3,60	2,80	8,80	2,80	5,80	6,00	2,60	2,60	2,20	4,20
<b>Longitud del mayor brote</b>	<b>1</b>	30,00	28,00	26,00	35,00	18,00	23,00	20,00	36,00	20,00	12,00	13,00	47,00
	<b>2</b>	39,00	22,00	25,00	44,00	15,00	43,00	15,00	48,00	28,00	9,00	7,00	35,00
	<b>3</b>	32,00	20,00	30,00	33,00	8,00	19,00	13,00	39,00	26,00	12,00	6,00	31,00
	<b>4</b>	26,00	23,00	20,00	31,00	15,00	15,00	34,00	37,00	17,00	32,00	9,00	39,00
	<b>5</b>	32,00	18,00	22,00	37,00	25,00	40,00	25,00	49,00	24,00	32,00	15,00	35,00
	<b>Promedio</b>	31,80	22,20	24,60	36,00	16,20	28,00	21,40	41,80	23,00	19,40	10,00	37,40
<b>Número de raíces por chusquin</b>	<b>1</b>	15,00	10,00	4,00	6,00	4,00	1,00	1,00	3,00	6,00	7,00	7,00	4,00
	<b>2</b>	18,00	6,00	3,00	14,00	8,00	10,00	5,00	4,00	6,00	4,00	4,00	14,00
	<b>3</b>	3,00	2,00	10,00	10,00	4,00	2,00	11,00	12,00	6,00	4,00	4,00	6,00
	<b>4</b>	11,00	2,00	5,00	11,00	4,00	2,00	9,00	12,00	2,00	12,00	4,00	13,00
	<b>5</b>	11,00	8,00	6,00	8,00	5,00	2,00	16,00	12,00	2,00	11,00	7,00	11,00
	<b>Promedio</b>	11,60	5,60	5,60	9,80	5,00	3,40	8,40	8,60	4,40	7,60	5,20	9,60
<b>Longitud de la raíz mayor</b>	<b>1</b>	27,00	14,50	10,00	32,00	8,00	2,00	2,00	11,00	7,00	14,00	7,00	17,00
	<b>2</b>	6,00	7,50	6,00	17,00	6,00	8,00	13,00	26,00	12,00	8,00	3,00	19,00
	<b>3</b>	6,00	10,00	15,00	18,00	4,00	8,00	12,00	19,00	5,00	6,00	4,00	20,00
	<b>4</b>	10,00	40,00	12,00	46,00	8,00	5,00	10,00	12,00	6,00	16,00	10,00	17,00
	<b>5</b>	23,00	10,00	12,00	26,00	5,00	5,00	7,00	17,00	4,00	13,00	9,00	15,00
	<b>Promedio</b>	14,40	16,40	11,00	27,80	6,20	5,60	8,80	17,00	6,80	11,40	6,60	17,60

**Anexos 2.1.** Datos tabulados para procesamiento estadístico para número y longitud de raíces

<b>BLOQUES</b>	<b>Días</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>I</b>	15				
	30				
	45	3,0	4,2	2,2	3,8
	60	11,6	5,6	5,6	9,8
<b>II</b>	15				
	30				
	45	1,6	3,6	5,6	6,8
	60	5,0	3,4	8,4	8,6
<b>III</b>	15				
	30				
	45	1,8	2,4	1,0	4,2
	60	4,4	7,6	5,2	9,6

<b>BLOQUES</b>	<b>Días</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>I</b>	15				
	30				
	45	4,4	6,4	6,0	7,0
	60	14,4	16,4	11,0	10,0
<b>II</b>	15				
	30				
	45	8,7	3,8	7,5	7,1
	60	6,2	5,6	8,8	10,0
<b>III</b>	15				
	30				
	45	4,8	6,2	1,2	10,6
	60	6,8	11,4	6,6	11,6

**Anexos 2.2.** Datos tabulados para procesamiento estadístico para número y longitud de brotes

BLOQUES	TOMA DE TADOS	T1	T2	T3	T4
I	15	2,4	4,2	1,0	1,4
	30	3,6	5,2	2,4	2,6
	45	3,6	5,4	3,0	2,6
	60	5,0	6,4	3,6	2,8
II	15	4,0	1,4	1,6	1,4
	30	4,8	1,6	3,6	3,0
	45	5,0	3,2	3,8	3,4
	60	8,8	2,8	5,8	6,0
III	15	2,4	2,8	0,0	1,4
	30	4,2	3,0	2,0	1,4
	45	4,2	2,8	2,0	2,4
	60	2,6	2,6	2,2	4,2

BLOQUES	TOMA DE TADOS	T1	T2	T3	T4
I	15	9,5	5,8	2,7	3,9
	30	18,9	14,8	12,5	10,3
	45	25,6	17,3	20,2	14,6
	60	31,8	22,2	24,6	19,0
II	15	4,4	4,0	1,7	4,0
	30	13,4	12,56	13,5	15,6
	45	18,2	21,6	21,2	17,6
	60	16,2	28,0	21,4	33,4
III	15	3,3	2,2	0,0	1,2
	30	8,7	5,4	2,2	13,6
	45	13,2	8,3	3,9	20,2
	60	23,0	19,4	10,0	30,8

### Anexo 3. Procesamiento estadístico de los datos

#### Número de raíces

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de raíces (N°)	12	0,44	0,00	36,70

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,10	5	6,22	0,92	0,5243
Tratamientos	23,81	3	7,94	1,18	0,3931
Bloques	7,29	2	3,64	0,54	0,6078
Error	40,37	6	6,73		
Total	71,47	11			

##### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,33130

Error: 6,7278 gl: 6

Tratamientos Medias n E.E.

T4	9,33	3	1,50	A
T1	7,00	3	1,50	A
T3	6,40	3	1,50	A
T2	5,53	3	1,50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

##### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,62749

Error: 6,7278 gl: 6

Bloques Medias n E.E.

I	8,15	4	1,30	A
III	6,70	4	1,30	A
II	6,35	4	1,30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Longitud de raíces

Nueva tabla : 02/12/2024 - 16:25:23 - [Versión : 30/04/2020]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de raíz (cm)	12	0,93	0,87	18,77

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	444,82	5	88,96	16,10	0,0020
Tratamientos	298,27	3	99,42	18,00	0,0021
Bloques	146,55	2	73,28	13,26	0,0063
Error	33,14	6	5,52		
Total	477,97	11			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,64318

Error: 5,5241 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	21,02	3	1,36	A
T2	11,13	3	1,36	B
T1	9,13	3	1,36	B
T3	8,80	3	1,36	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,09929

Error: 5,5241 gl: 6

Bloques	Medias	n	E.E.	
I	17,40	4	1,18	A
III	10,76	4	1,18	B
II	9,40	4	1,18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Número de brotes

Nueva tabla : 02/12/2024 - 15:32:01 - [Versión : 30/04/2020]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de bloques	12	0,49	0,07	44,50

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,35	5	4,47	1,17	0,4215
Tratamientos	4,93	3	1,64	0,43	0,7398
Bloques	17,42	2	8,71	2,27	0,1843
Error	23,01	6	3,83		
Total	45,36	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,53473

Error: 3,8344 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	5,47	3	1,13 A
T4	4,33	3	1,13 A
T2	3,93	3	1,13 A
T3	3,87	3	1,13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,24845

Error: 3,8344 gl: 6

Bloques	Medias	n	E.E.
II	5,85	4	0,98 A
I	4,45	4	0,98 A
III	2,90	4	0,98 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Longitud de brotes

Nueva tabla : 02/12/2024 - 17:10:57 - [Versión : 30/04/2020]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de brotes (cm)	12	0,78	0,59	23,07

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	743,85	5	148,77	4,14	0,0565
Tratamientos	662,46	3	220,82	6,15	0,0292
Bloques	81,39	2	40,69	1,13	0,3825
Error	215,55	6	35,92		
Total	959,40	11			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=16,94105

Error: 35,9244 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	38,40	3	3,46	A
T1	23,67	3	3,46	A B
T2	23,20	3	3,46	A B
T3	18,67	3	3,46	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,00392

Error: 35,9244 gl: 6

Bloques	Medias	n	E.E.	
I	28,65	4	3,00	A
II	26,85	4	3,00	A
III	22,45	4	3,00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 4. Ficha técnica del Biosol <sup>(MR)</sup>



# FICHA TECNICA

### 1. INFORMACION NUTRICIONAL

MACRONUTRIENTES	%
Nitrógeno (NO <sub>3</sub> )	8.00
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8.00
Potasio (K <sub>2</sub> O)	12.67
Calcio (CaO)	6.57
Magnesio (MgO)	2.35

MICRONUTRIENTES	%
Boro	0.12 ppm
Cobre	0.02 ppm
Fierro	0.42 ppm
Manganeso	0.03 ppm
Molibdemo	0.05 ppm
Zinc	0.11 ppm
Silice	0.27 ppm

CARACTERISTICAS QUIMICAS	
PH	6.00-6.05

 Peje, El Chaupe N°101  
Urb. Los Sauces  
JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

 (+51)076 431 002  
 solcafe@solcafe.com.pe

 Coop. Sol&cafe  
 @www.solcafe.com.pe



SOLICITANTE : COOPERATIVA DE SERVICIOS MULTIPLES - SOL&CAFÉ LTDA

ANÁLISIS Nº : 205-01EOS-2020

PREDIO : COOPERATIVA DE SERVICIOS MULTIPLES - SOL&CAFÉ LTDA

LUGAR : JAEN

MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA

FECHA DE RECEP. : 3/02/2020

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : BIOSOL

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N <sub>v</sub> )	7.96	%	MEOS-008	Kjeldahl
Fósforo Total (P <sub>205</sub> )	5.17	%	MEOS-009	Colorimétrico
Potasio Total (K <sub>20</sub> )	12.81	%	MEOS-010	FAAS
Cobre Total (Cu)	9.49	ppm	MEOS-016	FAAS
Zinc Total (Zn)	70.52	ppm	MEOS-017	FAAS
Manganeso Total (Mn)	23.96	ppm	MEOS-018	FAAS
Hierro Total (Fe)	1055.56	ppm	MEOS-019	FAAS
Boro Total (B)	9.95	ppm	MEOS-020	Colorimétrico

Los resultados están expresados en muestra original.

**DONDE:**

% : Masa / Masa  
ppm : mg / Kg

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea  
MEOS : Método Propio del Laboratorio.

**NOTA:**

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

  
MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón  
JEFE DEL LABORATORIO



  
MSc. Agr. Julio Castro Lazo  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú  
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563  
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

## Anexo 5. Resultado del análisis del sustrato base

 Instituto Nacional de Innovación Agraria	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 200</b>	 INACAL DA - Perú Acreditado																																																																																																																																																									
<b>INFORME DE ENSAYO</b> <b>N° 111184-24 / SU / LABSAF - BAÑOS DEL INCA</b>																																																																																																																																																											
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>																																																																																																																																																											
Cliente : KARINA GIMENEZ URIARTE Propietario / Productor : KARINA GIMENEZ URIARTE Dirección del cliente : JR. MARISCAL URETA N° 1864-JAEN-CAJAMARCA Solicitado por : CLIENTE Muestreado por : CLIENTE Número de muestra(s) : 1 Producto declarado : Suelo Presentación de las muestras(s) : BOLSA DE PLÁSTICO Referencia del muestreo : RESERVADO POR EL CLIENTE Procedencia de muestra(s) : JAEN-JAEN-CAJAMARCA Fecha(s) de muestreo : 2024-10-08 (***) Fecha de recepción de muestra(s) : 2024-10-15 Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA Fecha(s) de análisis : Del 2024-10-16 al 2024-11-08 Cotización del servicio : 486-24-BI Fecha de emisión : 2024-11-15																																																																																																																																																											
<b>II. RESULTADO DE ANÁLISIS</b>																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>1</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Código de Laboratorio</td> <td>SU2967-BI-24</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Matriz Analizada</td> <td>Suelo</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Muestreo</td> <td>2024-10-08</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)</td> <td>8:00</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Condición de la muestra</td> <td>Conservada</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)</td> <td>No Indica</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	ITEM	1								Código de Laboratorio	SU2967-BI-24	-	-	-	-	-	-	-	Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	Fecha de Muestreo	2024-10-08	-	-	-	-	-	-	-	Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	8:00	-	-	-	-	-	-	-	Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-	-	-	Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	No Indica	-	-	-	-	-	-	-																																																																																												
ITEM	1																																																																																																																																																										
Código de Laboratorio	SU2967-BI-24	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Fecha de Muestreo	2024-10-08	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	8:00	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	No Indica	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>Unidad</th> <th>LC</th> <th></th> <th colspan="5">Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH.</td> <td>unid. pH</td> <td>0,10</td> <td>7,4</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Acidez Intercambiable</td> <td>cmol (+)/Kg</td> <td>0,50</td> <td>--</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Aluminio Intercambiable</td> <td>cmol (+)/Kg</td> <td>0,50</td> <td>--</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Carbonato De Calcio Equivalente</td> <td>%</td> <td>0,50</td> <td>9,3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Materia Organica</td> <td>%</td> <td>0,10</td> <td>4,5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fósforo Disponible</td> <td>mg/kg</td> <td>0,50</td> <td>160,2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>mS/m</td> <td>1,00</td> <td>34,4</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Árena</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>69</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Arcilla</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>11</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Limo</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>20</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Clase Textural</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Franco Arenoso</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Potasio disponible (*)</td> <td>mg/kg</td> <td>0,50</td> <td>698,6</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Calcio (*)</td> <td>cmol (+)/Kg</td> <td>0,05</td> <td>22,11</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Magnesio (*)</td> <td>cmol (+)/Kg</td> <td>0,05</td> <td>0,93</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Potasio (*)</td> <td>cmol (+)/Kg</td> <td>0,05</td> <td>0,49</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Sodio (*)</td> <td>cmol (+)/Kg</td> <td>0,05</td> <td>0,11</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo	Unidad	LC		Resultados					pH.	unid. pH	0,10	7,4	-	-	-	-	-	Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	--	-	-	-	-	-	Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	--	-	-	-	-	-	Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,50	9,3	-	-	-	-	-	Materia Organica	%	0,10	4,5	-	-	-	-	-	Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	160,2	-	-	-	-	-	Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	34,4	-	-	-	-	-	Árena	%	-	69	-	-	-	-	-	Arcilla	%	-	11	-	-	-	-	-	Limo	%	-	20	-	-	-	-	-	Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	-	-	-	-	-	Potasio disponible (*)	mg/kg	0,50	698,6	-	-	-	-	-	Calcio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	22,11	-	-	-	-	-	Magnesio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	0,93	-	-	-	-	-	Potasio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	0,49	-	-	-	-	-	Sodio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	0,11	-	-	-	-	-		
Ensayo	Unidad	LC		Resultados																																																																																																																																																							
pH.	unid. pH	0,10	7,4	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	--	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	--	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,50	9,3	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Materia Organica	%	0,10	4,5	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	160,2	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	34,4	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Árena	%	-	69	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Arcilla	%	-	11	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Limo	%	-	20	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Potasio disponible (*)	mg/kg	0,50	698,6	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Calcio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	22,11	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Magnesio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	0,93	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Potasio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	0,49	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
Sodio (*)	cmol (+)/Kg	0,05	0,11	-	-	-	-	-																																																																																																																																																			
				Firmado digitalmente por: CABRERA HDY 03 Hector Antonio FAU 20131305884 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 18/11/2024 09:08:27:0500																																																																																																																																																							
Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare Acreditado con la Norma NTP-ISO/IEC 17025:2017 LABSAF (Nombre)																																																																																																																																																											

### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Acidez y Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC/NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.25, AS-33 2002 Determinación de Acidez y Aluminio Intercambiable (AS-33 método de Cloruro de Potasio).
Carbonato De Calcio Equivalente	Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC/NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.25, AS-29 2002 Determinación de los carbonatos de calcio equivalente (AS-29 Método de neutralización ácida).
Materia Orgánica	NOM-021-REC/NAT-2000; 2da Sección. 2002; Ítem 7.1.7 AS-07 2002 Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley and Black)
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC/NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.10, AS-11 2002 Determinación de fósforo extractible en suelos neutros y ácidos (AS-11 Método de Bray y Kurtz).
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC/NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.12, AS-12 // EPA 6010 D. Revisión 5. 2018). Validado (modificado y aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de potasio disponible en suelos con saturación de.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.049:2023 2023 CALIDAD DE AGUA. Conductividad electrolítica en agua. Método de ensayo
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC/NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.3, AS-09 2002 Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos).
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K Intercambiable)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC/NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.12, AS-12 // EPA 6010 D. Revisión 5. 2018. Validado (aplicado fuera del alcance). Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para bases intercambiables: Ca, Mg, Na y K) // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.

### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingresó la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento.
- Este Informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

(\*\*\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

### V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Mariela Cervantes Peralta - Responsable del LABSAF - BAÑOS DEL INCA

Firma

#### FIN DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:  
CABREFA HUYOS Hector  
Antonio FAU 20 131303994 soft  
Método: Soy el autor del documento  
Fecha: 19/11/2024 00:00:34.0500



**Datos del documento**  
 Tipo de documento: FACTURA ELECTRONICA  
 Serie y correlativo: F002-1140  
 Fecha: 15-10-2024  
 Hora: 15:21:16

Emisor	Adquiriente / Usuario
RUC: 202097030 Nombre: ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA - LAMBAYEQUE Dirección: Jr. Wacocha 2/N, LOS BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA Sucursal: EEA. BAÑOS DEL INCA Teléfono:	Identificación: RUC - REGISTRO UNICO DE CONTRIBUYENTES Número de identificación: 1070487760 Nombre: JIMENEZ URIARTE KARINA YARELI Dirección: JR. MARISCAL URETA N° 1894, PÉREZ, PISAEN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA, PERU

Cantidad	Unidad	Código	Código SUNAT	Descripción	Valor unitario	Importe
1.000	UNIDAD	00011	0	ANALISIS DE FERTILIDAD+ TEXTURA + PARAM. HIDRICOS	S/ 60.00	S/ 60.00

**Información adicional**  
 POR SERVICIO DE ANÁLISIS FERTILIDAD + TEXTURA + PARÁMETROS HIDRICOS EN SUELOS  
 REF. NOTA DE VENTA N° 000178  
 EMITIDO EN EL JR. WIRACUCHA SIN - BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

**Total Impuestos**  
 Total IGV 18%: S/ 9.18

**Totales del documento**  
 Total Gravados: S/ 69.18  
 Importe total de la venta: S/ 60.00

Monto en letra: **SESENTA Y 00/100 SOLES**

Forma de Pago: **Contado**



Representación impresa de una FACTURA DE VENTA ELECTRÓNICA  
 Puede descargar su comprobante desde el sitio:  
<http://factura.thefactorytika.com.pe/consulta-documentos>



**Anexo 6.** Panel fotográfico de la investigación



foto 1 y 2. Tamizado de materiales para sustrato y dosificación del desinfectante



Foto 3 y 4. Mezcla de componentes del sustrato



Foto 5 y 6. Pesado e identificación de componentes de sustrato y abono



Fotos 7, 8 y 9. Recolección de chusquines



Fotos 12 y 13, sembrado de chusquines