

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



“EFECTO DE UN ENRAIZANTE NATURAL Y UN SINTÉTICO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth.) EN CAJAMARCA”

T E S I S

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO FORESTAL

Presentado por la Bachiller:

YESSICA GAVIDIA VÁSQUEZ

Asesores:

Ing. M.Sc. WALTER RICARDO RONCAL BRIONES

Ing M.Sc. ALEX WILFREDO HUATAY SALDAÑA

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Yessica Gavidía Vásquez
DNI: N° 74713628
Escuela Profesional/Unidad UNC:
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
2. Asesor:
M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
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:
EFFECTO DE UN ENRAIZANTE NATURAL Y UN SINTÉTICO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth.) EN CAJAMARCA
6. Fecha de evaluación: 02/09/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 7%
9. Código Documento: oid: 3117:490459663
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/09/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones DNI: 16732728

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintitrés días del mes de junio del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 124-2025-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EFFECTO DE UN ENRAIZANTE NATURAL Y UN SINTÉTICO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth.) EN CAJAMARCA**", realizada por la Bachiller **YESSICA GAVIDIA VÁSQUEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las diecisiete horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las dieciocho horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. Mg. Sc. Luis Dávila Estela
PRESIDENTE

Ing. Oscar Rogelio Saenz Narro
SECRETARIO

Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
VOCAL

Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres: Adelaida Vásquez Ruiz y Oscar Gavidia Bustamante.

A mi hermano: Antoni Daniel Gavidia Vásquez

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme estar con vida y salud, a mis padres y hermano.

A mis asesores: Ing. M.Sc. Walter Ricardo Roncal Briones y al Ing. M.Sc. Alex Wilfredo Huatay Saldaña, por el tiempo, enseñanza, paciencia y por darme la oportunidad de realizar este estudio de investigación.

Al Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela por su apoyo y orientación en este trabajo de investigación.

Al Bach. Ervis Vicel Saavedra Luna que siempre me ha estado apoyando para poder cumplir esta meta.

A la Empresa Pan American Silver por brindarme un espacio para la instalación del proyecto en el vivero “El Pacae”

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Descripción del problema.....	2
1.2.	Formulación del problema.....	3
1.3.	Justificación	3
1.4.	Objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Hipótesis de la investigación.....	4
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1.	Antecedentes.....	5
2.2.	Bases teóricas	11
2.2.1.	La propagación vegetativa de bambú	11
2.2.2.	Uso de bioestimulantes en la propagación vegetativa.....	13
2.2.3.	El bambú (G. angustifolia) Kunth	15
2.3.	Definición de términos.....	17
2.3.1.	Chusquín	17
2.3.2.	Bioestimulante natural	17
2.3.3.	Bioestimulante sintético	18
2.3.4.	Propágulo	18
2.3.5.	Vivero	18

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Ubicación.....	19
3.2. Accesibilidad.....	19
3.3. Materiales.....	20
3.3.1. Material experimental.....	20
3.3.2. Equipos, insumos y materiales.....	20
3.3.3. Materiales de escritorio.....	20
3.4. Metodología.....	20
3.4.1. Variables.....	20
3.4.2. Diseño experimental, arreglos de los tratamientos.....	24
3.4.3. Procedimiento.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Evaluación de la tasa de supervivencia, enraizamiento y desarrollo de propágulos de bambú	29
4.1.1. Supervivencia de propágulos (SP) de bambú	29
4.1.2. Número de brotes de los propágulos de bambú.....	30
4.1.3. Altura del brote de los propágulos de bambú	31
4.1.4. Número de raíces de los propágulos de bambú	33
4.1.5. Longitud de raíces de los propágulos de bambú.....	35
4.1.6. Porcentaje de enraizamiento de propágulos de bambú	40
4.2. Comparación de la eficacia del bioestimulante natural y sintético en la propagación vegetativa de bambú	41

4.3. Análisis de la viabilidad económica de utilizar bioestimulante natural versus sintético en la propagación vegetativa de bambú, considerando costos de producción.	43
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1. Conclusiones	46
5.2. Recomendaciones	46
VI. BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propagación de especies con el bioestimulante de gel de sábila	14
Tabla 2. Factores, niveles y tratamientos en estudio	23
Tabla 3. Análisis de varianza para el número de brotes.....	30
Tabla 4. Prueba de rangos múltiples Diferencia Mínima Significativa (LSD) para el número de brotes.....	31
Tabla 5. Análisis de varianza para la altura de brotes.....	32
Tabla 6. Prueba de rangos múltiples LSD para la altura de brotes	32
Tabla 7. Análisis de varianza para el número de raíces.....	34
Tabla 8. Prueba de rangos múltiples LSD para el número de raíces	34
Tabla 9. Análisis de varianza para la longitud de raíces <i>G. angustifolia</i>	36
Tabla 10. Prueba de rangos múltiples LSD para la longitud de raíces	36
Tabla 11. Costo de producción con gel de sábila al 25 %.....	43
Tabla 12. Costo de producción con el bioestimulante Root – Hor al 0,5%	44
Tabla 13. Relación costo/beneficio en la propagación de <i>G. angustifolia</i> utilizando bioestimulante natural y sintético	44
Tabla 14. Croquis de distribución de tratamientos en el campo experimental	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Los propágulos en desarrollo (chusquines)	12
Figura 2. Ubicación del vivero El Pacae en el valle de Condebamba	19
Figura 3. Recolección de penca la sábila	25
Figura 4. Penca de sábila cortada por la mitad.....	25
Figura 5. Aplicación del bioestimulante a los propágulos de bambú (<i>G. angustifolia</i>).....	26
Figura 6. Siembra de propágulos de bambú (<i>G. angustifolia</i>) en las bolsas con sustrato	26
Figura 7. Evaluación de los propágulos (chusquines) de <i>G. angustifolia</i>	27
Figura 8. Número y porcentaje por cada tratamiento	29
Figura 9. Gráfica de medias Diferencia Mínima Significativa (LSD) para el número de brotes	31
Figura 10. Gráfica de medias LSD para la altura del brote	33
Figura 11. Gráfica de medias LSD para el número de raíces	35
Figura 12. Gráfica de medias LSD para la longitud de raíces	37
Figura 13. Medición de altura de brotes y longitud de raíces de los propágulos (chusquines) ..	38
Figura 14. Número y porcentaje de enraizamiento (PE).....	40

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el vivero de propiedad de la Empresa Pan American Silver, ubicado al suroeste del valle Condebamba, distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, con el objetivo de evaluar el efecto del bioestimulante natural (gel de sábila) y sintético (Root-Hor); se utilizó propágulos (chusquines) de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), gel de sábila (*Aloe vera*) en concentraciones de 25, 50, 75 y 100% y Root-Hor al 0,5%. Nuestros resultados revelaron que el gel de sábila al 25% (T1) logra mayor: formación de brotes (3,45 brotes por propágulo), altura de brote (23,59 cm), número de raíces (15,45), longitud de raíces (22,78), supervivencia y enraizamiento (90%) de propágulos de bambú indicando efecto superior frente al bioestimulante sintético y demás tratamientos estudiados. Asimismo, al analizar la viabilidad económica se determinó que el bioestimulante sintético es más económico que el natural, ya que propagar una planta con gel de sábila genera costos de producción de 2,17 soles y con bioestimulante sintético de 1,82 soles. Sin embargo, al realizar el análisis de costo-beneficio el bioestimulante natural supera en un 10% de supervivencia de propágulos frente al bioestimulante sintético, siendo el que genera mayor rentabilidad económica.

Palabras clave: propagación vegetativa, bambú, propágulo, gel de sábila, Root-Hor

ABSTRACT

This research was conducted at the Pan American Silver nursery, located southwest of the Condebamba Valley, in the Cachachi district of the Cajabamba province, Cajamarca department. The aim was to evaluate the effects of natural (aloe vera gel) and synthetic (Root-Hor) biostimulants. Bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) propagules (chusquines), aloe vera (Aloe vera) gel at concentrations of 25, 50, 75, and 100%, and Root-Hor at 0.5% were used. Our results revealed that 25% aloe vera gel (T1) achieves greater: shoot formation (3.45 shoots per propagule), shoot height (23.59 cm), number of roots (15.45), root length (22.78), survival and rooting (90%) of bamboo propagules indicating a superior effect compared to the synthetic biostimulant and other treatments studied. Likewise, when analyzing the economic viability, it was determined that the synthetic biostimulant is cheaper than the natural one, since propagating a plant with aloe vera gel generates production costs of 2.17 soles and with synthetic biostimulant of 1.82 soles. However, when performing the cost-benefit analysis, the natural biostimulant exceeds propagule survival by 10% compared to the synthetic biostimulant, being the one that generates the highest economic profitability.

Keywords: vegetative propagation, bamboo, propagule, aloe vera gel, Root-Hor

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países con mayor masa boscosa en Latinoamérica, pero se viene deforestando gran cantidad de especies arbustivas y arbóreas por motivos de la minería ilegal, agricultura migratoria, tala ilegal de especies maderables y otros; ocasionando grandes crecidas, inundaciones y desbordamientos en la parte baja de las cuencas (Villar, Marcelo y Baselly, 2018). Frente a esta situación se plantea forestar y reforestar con especies de rápido crecimiento y que tenga impacto sobre recursos como el agua, el suelo y la biodiversidad (Prado, 2015), dentro de las cuales se encuentra el bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) (Poicón, 2015). El bambú es el presente y el futuro para el desarrollo sostenible de nuestro país, también es considerada dentro de las estrategias nacionales para la lucha contra el cambio climático y recuperación de áreas degradadas (SERFOR, 2018).

En Latinoamérica, países como Brasil, Perú y Colombia albergan en sus territorios una gran variedad de especies de bambú. Uno de los géneros más importantes es la *Guadua* que, etimológicamente es el nombre otorgado por los pueblos que habitaban en el continente americano para referirse al bambú, quienes ya tenían una idea en el desarrollo artesanal para la transformación de esta especie (Acosta et al., 2021).

Debido a los largos ciclos de floración y las semillas son escasas e irregulares, no es muy común propagar por vía sexual; el método más utilizado, efectivo y común es la reproducción asexual con material vegetativo de las diferentes partes de la planta como, ramas, yemas, tallos y rizomas (Acosta et al., 2021).

Es importante propagar esta especie para desarrollar un protocolo de propagación y contribuir así a la forestación en los valles interandinos de la Región Cajamarca con fines de defensa ribereña y mitigar la erosión, propiciar la regulación hídrica de las microcuencas, la belleza paisajística, el tratamiento de aguas residuales y la recuperación de suelos degradados;

razones por las que se plantea de evaluar el efecto del gel de sábila (*Aloe vera* (L.) Burm.f.) y un bioestimulante sintético (Root – Hor) en la propagación de bambú en vivero en Cajamarca.

1.1. Descripción del problema

El bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) es una planta de más rápido crecimiento del planeta y con una capacidad intrínseca de rebrotar (Mercedes, 2006), además es ampliamente reconocida en la defensa o protección de fajas marginales que son vulnerables en la época de lluvia al aumentar el nivel y fuerza de agua, ocasionando desbordes y derrumbes (SERFOR, 2022); debido a que su sistema de raíces y rizomas ayuda armar y sostener el suelo. Por medio de sus ramas y hojas captan la humedad del ambiente y la depositan al suelo lo que garantiza la disponibilidad de agua (SERFOR, 2018).

SERFOR (2021) menciona que la propagación mediante chusquines la probabilidad de prendimiento en vivero es alta. Asimismo, Cotrina (2017) en su investigación comparó la propagación vegetativa de ramas laterales y chusquines de *G. angustifolia*. Obtuvo que el mejor método de propagación fue por chusquines, en comparación con el de ramas laterales.

Córdova (2019) mencionan que la aplicación de gel de sábila es la mejor alternativa, obteniéndose plantas con mejor crecimiento y desarrollo, tanto del sistema radicular como del follaje, alcanzando así mayores porcentajes de enraizamiento, con plántulas de mejor calidad; debido a que la sábila contiene 98,5% de agua, también están presentes los ácidos urónicos, fructosa y compuestos fenólicos de gran poder antioxidante.

Arancibia y Domínguez (2019) utilizó 5 ml (0,5%) de bioestimulante de Root – hor en la propagación de estacas de bambú, obtuvo resultados muy buenos en la propagación con el 53% de estacas brotadas y un brote en promedio para estacas con un nudo y 77 % de estacas brotadas y 2.2. brotes en promedio para estacas con dos nudos.

Según las investigaciones encontradas definen la calidad de la especie de bambú y del bioestimulante natural (gel de sábila) y sintético (Root – hor), es por eso que se planteó

esta investigación sobre la propagación de bambú (*G. angustifolia*) mediante la aplicación de cuatro dosis del gel de sábila (*Aloe vera* (L.) Burm.f.) y una dosis del bioestimulante sintético (Root – Hor).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de un bioestimulante natural y un sintético en la propagación vegetativa de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en Cajamarca?

1.3. Justificación

Cajamarca viene afrontando los diferentes problemas de erosión hídrica por la excesiva deforestación, entonces la plantación del bambú resulta una muy buena alternativa de forestación, esto se da gracias al sistema radicular, el cual posee rizomas que evitan que el suelo sea lixiviado; de igual manera en el suelo se forma un colchón con aquellas hojas que caen, las cuales refuerzan la infiltración de las aguas superficiales formándose así acuíferos subterráneos quienes a su vez protegen las fuentes de agua (MINAGRI, 2011).

El propósito de la investigación también es conocer la efectividad del bioestimulante natural con diferentes dosis en comparación del sintético; asimismo, de obtener resultado cual de los dos bioestimulantes es más viable económicamente en la propagación de bambú. Así, contribuir con el conocimiento sobre propagación.

Es por eso que se planteó el tema sobre el efecto de un bioestimulante natural y un sintético en la propagación vegetativa de bambú en Cajamarca.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de un bioestimulante natural y un sintético en la propagación vegetativa de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en Cajamarca.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la tasa de supervivencia, enraizamiento y desarrollo de propágulos de bambú (*G. angustifolia*) tratados con diferentes concentraciones de bioestimulante natural y sintético.
- Comparar la eficacia del bioestimulante natural y sintético en la propagación vegetativa de bambú (*G. angustifolia*) en Cajamarca.
- Analizar la viabilidad económica de utilizar bioestimulante natural versus sintético en la propagación vegetativa del bambú (*G. angustifolia*), considerando costos de producción y beneficios obtenidos.

1.5. Hipótesis de la investigación

Ha La aplicación de un bioestimulante natural (gel de sábila) tiene efecto que el bioestimulante sintético (Root – Hor) en la propagación vegetativa del bambú (*G. angustifolia*) en Cajamarca.

Ho La aplicación de un bioestimulante natural (gel de sábila) tiene un nulo efecto que el bioestimulante sintético (Root – Hor) en la propagación vegetativa del bambú (*G. angustifolia*) en Cajamarca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Giraldo et al. (2009) evaluaron el efecto de dos bioestimulantes (gel de *Aloe vera* y Hormonagro) en tres especies forestales (*Gliricidia sepium*, *Trichanthera gigantea*, *Salix humboldtiana*) promisorias para la recuperación de suelos; la investigación se llevó a cabo en el Municipio de Dosquebradas, en el departamento de Risaralda, Colombia. Después de los 60 días de la aplicación de los bioestimulantes obtuvieron como resultado que el gel de *A. vera* produjo un mejor efecto sobre el enraizamiento de las tres especies, sobresaliendo más en la especie *S. humboldtiana*.

Alvarado y Munzón (2020) realizaron un estudio en Ecuador sobre la evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como bioestimulantes y diferentes sustratos para la propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina*. Utilizaron el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 4 y 4 repeticiones. Cada repetición estuvo integrada de 35 estacas de las cuales se evaluaron 15. Para la comparación de los ocho tratamientos (arena de río + hoja rasca+ los bioestimulantes naturales y tierra amarilla + cascarilla de arroz) se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% de probabilidad. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento, vigor de las plantas, longitud de raíces, emisión de brotes y peso de raíces. El tratamiento más importante fue tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de sábila que obtuvieron un 54,17% de prendimiento.

Jo et al. (2020) desarrollaron una investigación para evaluar el efecto del bioestimulante del gel de *Aloe vera* L. en la adaptación de vitroplantas de plátano en la Biofábrica de Pinar del Río – Cuba. Aplicaron *A. vera* a los 7 y 15 días trasplantados al umbráculo, en concentraciones del 2, 4 y 6% de forma foliar y al sustrato. Utilizaron un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones con un total de 315 plantas. Las variables que evaluaron fueron: supervivencia, altura de la planta, número de hojas, diámetro de pseudo-tallo, número de las

raíces, longitud de las raíces, diámetro de las raíces y volumen radical. Obtuvieron como resultado que en las aplicaciones foliares de *A. vera* al 4 y 6% fueron las mejores en las variables de altura, número de hojas, diámetro del pseudo tallo y longitud de raíces; y la aplicación foliar de *A. vera* al 6% fue el mejor comportamiento para el número de raíces.

Córdova (2019) realizó una evaluación sobre la aplicación de gel de vegetales en la propagación asexual de estacas de valeriana (*Valeriana sp*) en el Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua – Ecuador. Utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de $2 \times 3 + 2$, con tres repeticiones. Evaluó dos tipos de estacas (sin hojas T1 y con hojas T2), tres extractos vegetales de sábila (*Aloe vera*), lenteja (*Lens culinaris*) y sauce (*Salix alba*). Para los resultados se efectuó con el análisis de varianza, pruebas de Diferencia Mínima Significativa y de Tukey al 5%; obtuvo como resultado que el gel de sábila fue el mejor bioestimulante produciendo el mayor volumen de raíces (1,26 ml), mejor crecimiento en longitud de raíces (7,28 cm), mayor peso de raíces (0,47 g), área foliar (3,14 cm²) y porcentaje de estacas enraizadas (92,36%).

Morales (2021), en Ecuador, realizó una evaluación de la eficacia de dos bioestimulantes naturales a base de lenteja (*Lens culinaris*) y sábila (*Aloe vera*) en álamo plateado y aliso en el vivero de Las Acacias del barrio San Sebastián de Salcedo. Empleó dos diferentes porcentajes de bioestimulantes (25 y 50%), 1 testigo y 2 repeticiones que obtuvo 12 tratamientos (25% bioestimulante, 50% bioestimulante y testigo x lenteja y 25% bioestimulante, 50% bioestimulante y testigo x sábila) con 10 plantas por cada tratamiento, los programas estadísticos Infostat y Excel que le ayudó a determinar los análisis de varianza y la prueba Tukey al 5%. El diseño experimental que utilizó fue un DBA, en el que se evaluaron un método de producción. Las variables que evaluó fueron: germinación, altura de la planta, rendimiento por porcentaje y

enraizamiento. Obtuvo que el tratamiento del bioestimulante a base de sábila al 50% refleja un porcentaje del 95% de especies germinadas tanto de aliso como de álamo plateado.

Bailón (2022) en Ecuador desarrolló un estudio para evaluar el efecto de tres bioestimulantes naturales (sábila, canela y agua de coco) en la reproducción asexual mediante esquejes de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud y *Swietenia macrophylla king* en vivero. Aplicó un diseño factorial 2 x 4 con un total de 8 tratamientos (sábila, canela, agua de coco y testigo + caoba y sábila, canela, agua de coco y testigo + *Maclura tinctoria*) incluido el testigo y 3 repeticiones, logrando un total de 24 unidades experimentales, apoyado de la prueba de significancia de Tukey al 5% se utilizó los programas de InfoStat y Excel. Obtuvieron que la interacción con el Moral fino + canela fue un mayor rendimiento ya que alcanzó los mejores promedios en la evaluación que corresponde a los 30, 60, 90 días, fue muy significativo demostrando diferencias estadísticas entre ellos.

Cobeña y Paz (2023) realizaron un estudio sobre propagación vegetativa de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante estacas con la implementación de tres sustancias bioestimulantes en la parroquia la Unión del Cantón Valencia – Ecuador. Aplicaron un diseño completamente al azar, con 5 repeticiones en cada unidad experimental con un total de 40 esquejes sembrados y utilizaron tratamientos como son: *Aloe vera* al 5 y 10%, *Clitoria ternatea* al 5 y 10%, bioestimulante sintético (Raizer) y un control absoluto. Obtuvieron como resultado que entre los bioestimulantes naturales, el *A. vera* al 10% fue el mejor bioestimulante en la reproducción de estacas de cacao porque incrementó la biomasa fresca de la parte aérea, peso radicular y mayor porcentaje de prendimiento en las estacas.

Tinta (2022) en Ecuador realizó una evaluación de extractos vegetales para el enraizamiento de arrayán (*Luma apiculata*) y álamo (*Populus alba*) mediante propagación por estacas. Los tratamientos que empleó fueron ocho que resultaron de la combinación de los

factores en estudio, dos especies de estacas y cuatro extractos vegetales (sábila, llantén, maíz y limón combinado con agua de coco) más un testigo hormonal para cada especie. Utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial $2 \times 4 + 2$ con tres repeticiones y se efectuó la prueba de Tukey al 5%. Las variables que evaluó fueron: porcentaje de enraizamiento, longitud de raíces, número de raíces, volumen radicular, número de brotes 30, 45 y 60 días y longitud del brote 30,45 y 60 días. Concluye que el enraizamiento de estacas en la especie arrayán fue de 0% y el álamo en las variables número de raíces y volumen radicular se registraron diferencias significativas a los 60 días, quien presentó el mayor promedio con 4,67 y 1,27 cm³ respectivamente; y los resultados en la variable longitud de brote en el testigo de álamo quien presentó la mayor longitud de brote con un promedio de 10,97 cm. Finalizó mencionando que la aplicación de extractos vegetales como bioestimulantes es una alternativa natural frente a la hormona comercial para la propagación por estacas en la especie de álamo.

Miranda et al. (2023) realizaron un estudio sobre el efecto de un hidrogel natural a base de *Aloe vera* en diferentes dosis sobre parámetros de crecimiento del *Lycopersicum esculentum* L. en la provincia de Pinar del Río – Cuba. Utilizaron semillas de *Lycopersicum esculentum* L., una mezcla de sustrato de 50% de capa vegetal de un suelo pardo sin carbonato y 50% de humus y también la aplicación del gel de *A. vera* al 5 y 8% vía foliar. Emplearon un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Las variables a estudiar fueron: longitud de tallo, diámetro de tallo, número de hojas, número de raíces, longitud de raíces y volumen radical. Obtuvieron como resultado que el bioestimulante a base de *A. vera* con dosis al 5% que se aplicó vía foliar obtuvo los mejores resultados en todas variables indicadas.

Arancibia y Domínguez (2019) realizaron un estudio sobre propagación vegetativa de tres especies de bambú en la selva oriental. Instalaron un experimento de propagación vegetativa por especie (*G. weberbaueri*, *G. lynnclarkiae* y *G. angustifolia*). Consideraron los factores y niveles

que fueron: Factor A: estaca con un nudo y estaca con dos nudos y Factor B: estaca con aplicación de bioestimulante y estaca sin aplicación de bioestimulantes; el bioestimulante que utilizaron fue Root – Hor a una concentración de 5 ml disueltos en un L de agua. Realizaron evaluaciones quincenales de la germinación y, a los tres meses, se evaluó el enraizamiento. Las variables que evaluaron fueron la supervivencia, el porcentaje de germinados, el número de brotes y el enraizamiento. La especie de *G. angustifolia* presentó altos porcentajes de germinación con más del 50% en la mayoría de los tratamientos.

Flores (2019) realizó un estudio sobre el efecto del bioestimulante Root – Hor en el enraizamiento del bambú (*G. angustifolia*) en condiciones de vivero de la Unidad Académica de Sistemas Integrales de Producción en Tulumayo – Huánuco. Utilizó Root – Hor (0,0 ml, 5,0 ml y 7,5 ml) y sección de cañas (base, medio, ápice y ramas). Empleó el diseño completamente al azar (DCA) con 12 tratamientos, interactuándose dosis de bioestimulante Root – Hor (A) y secciones de caña (B). Obtuvo como resultado que existe diferencia significativa en la interacción de factores, donde se registró mayor porcentaje de enraizamiento y longitud radicular con la interacción de: 5,00 ml de Root – Hor y nivel basal, obteniéndose 100% de enraizamiento y 85,30 cm de longitud de raíz.

Camus (2020) determinó el efecto de dos bioestimulantes en la producción de plantones de bambú (*G. angustifolia*), un bioestimulante químico (Root – Hoor 10 ml + 1 l de agua) y un bioestimulante orgánico (agua de coco 750 ml + 4 L de agua). Las combinaciones fueron: 10 ml de Root – Hoor + 1 l de agua, 750 ml de agua de coco + 4 l de agua y testigo sin aplicación. Las variables que evaluó fueron: porcentaje de prendimiento, número de brotes y volumen radicular. Obtuvo que el mejor porcentaje de prendimiento fue el tratamiento 2 con un 83%, este resultado se logró con la aplicación del agua de coco (750 ml de agua de coco + 4 l de agua).

Palacios y Vallejos (2020) realizaron una evaluación del enraizamiento de esquejes de Bambú (*G. angustifolia*) utilizando tres dosis de agua de coco (*Cocus nucifera* L.). Las tres dosis de agua de coco que emplearon con sus respectivas dosis fueron de 100, 75, 50 y 0% para enraizar los esquejes del bambú, con cuatro tratamientos realizando 10 muestras por tratamiento, haciendo un total de 40 unidades experimentales. Evaluaron 3 variables que fueron: porcentaje de prendimiento, número de raíces y tamaño de las raíces. Destacó la dosis del 50% de agua de coco donde obtuvieron un porcentaje de 30% de prendimiento.

Taboada (2020) en Jaén se realizó una investigación sobre la propagación vegetativa de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) mediante esquejes inducidos en tres sustancias de bioestimulantes naturales. Utilizó un análisis de varianza de un Diseño de Bloques completamente al azar (DBCA) con 10 tratamientos (extracto de lenteja, extracto de frijol, extracto de haba con las dosis de 5, 10,15% y un testigo) y la prueba de Duncan al 5%. Se ejecutó la propagación vegetativa por esquejes inducidos en bioestimulantes naturales a diferentes concentraciones (5, 10 y 15%), utilizando como único sustrato aserrín. Se determinó que el extracto de lenteja al 5% es el mejor tratamiento como enraizador.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. La propagación vegetativa de bambú

▪ Propagación sexual

La propagación sexual es por semilla botánica, las plantas de bambú producen frutos similares a los del arroz, que pudieran ser utilizados como semillas para su propagación. Sin embargo, la formación de semillas en *G. angustifolia* es escasa e irregular. Por lo tanto, este no es un método regularmente utilizado (PERUBAMBÚ, 2013).

▪ Propagación asexual

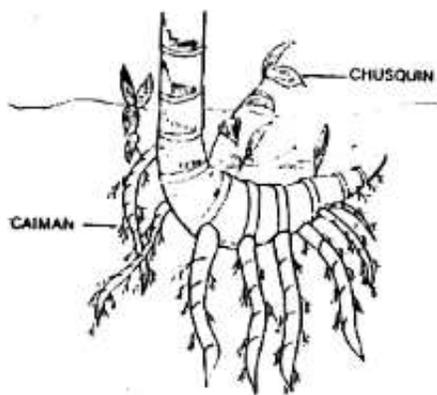
El bambú, al igual que otras especies vegetales, puede ser propagado a partir de diversas partes de la planta. Los más utilizados son las secciones de tallos, rizomas, riendas laterales, esquejes de tallos tiernos y multiplicación de plántulas (chusquines) (PERUBAMBÚ, 2013).

Propagación por chusquines

Se denomina chusquín a los brotes basales del rizoma del bambú, se encuentran unidas por diminutas raicillas las cuales a su vez están unidas al rizoma madre; tienen alturas entre 20 y 80 cm, un talluelo con diámetro de 0,5 a 2,5 cm, con pocas hojas que comienza a emerger en 2 o 3 meses después de cortado. Los chusquines son un mecanismo de defensa de planta al no tener follaje que promueva la fotosíntesis producto de poblaciones que han sido sobre aprovechadas (plantas cosechadas) o afectadas por incendios, quemas o acción de viento (Botero, 2012). La extracción de chusquines se realiza durante el invierno, periodo donde se encuentran en reposo vegetativo, extrayendo las plantitas con mucho cuidado sin afectar a la planta madre ni al hijuelo (MINAGRI, 2011).

Figura 1.

Los propágulos en desarrollo (chusquines)



Nota. Adaptado de la *guía técnica cultivo de bambú*, por Mercedes (2006).

Propagación por cortes del rizoma

Es la forma más segura y efectiva, su eficiencia en términos de supervivencia casi siempre es del 100%. Los rizomas se obtienen de 1 a 4 años de edad luego de la plantación. Los brotes a partir de cortes de rizomas aparecen a los 30 y 35 días de haberles plantado (Botero, 2012).

Sección del tallo

Esta forma de propagación tiene como resultados del 50% al 80% de prendimiento. Se toman partes de culmo que posean dos o más nudos, los cuales posteriormente, se siembran de manera directa en el suelo de manera horizontal o vertical, aplicando sustrato de elección y regar con agua (Acosta et al., 2021).

Sección de tallos con agua

La siembra de secciones de tallo se puede realizar horizontal o vertical. Se mejoran los prendimientos incorporando agua a los entre nudos y se puede emplear tallos de distintas dimensiones pero que contengan siempre un nudo con yema activa para que desarrolle la nueva planta. Esta forma de propagación tiene como resultados un 70% de prendimiento (Botero, 2012).

2.2.2. Uso de bioestimulantes en la propagación vegetativa

2.2.2.1. Bioestimulante natural

Sábila (*Aloe vera*)

Según Domínguez et al. (2012) citado por Jó et al. (2020) la composición química de la sábila contiene lo siguiente: antraquinonas, vitaminas minerales, calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre hierro, manganeso, fosforo. Carbohidratos, esteroides, aminoácidos, saponinas, taninos, heteróxidos. Todos estos compuestos químicos que son: lo aminoácidos, hormonas, enzimas, vitaminas y los azúcares tienen un efecto estimulante en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La sábila contiene hormonas como la auxina y giberelinas que incrementan la división celular, el fosfato de manosa que ejerce estimulación sobre las células y se evidencia la interacción entre el polisacárido y los receptores celulares, contiene manosa y glicoproteínas que estimulan la actividad celular del sistema inmune y así el crecimiento de la planta. (Del Ángel, 2017citado por Jó et al., 2020)

El gel de sábila es muy rico en aminoácidos (ácido glutámico y arginina), lactatos y ácidos orgánicos. Para aprovechar su poder enraizador se extrae el gel de las pencas y se coloca en contacto con la parte vegetativa de la plántula para enraizar (Alvarado y Munzón, 2020).

Tabla 1.

Propagación de especies con el bioestimulante de gel de sábila

Bioestimulante	Especie	Dosis que usaron	Tiempo de inmersión	Autor y año
Gel de sábila	<i>Ficus benjamina</i>	50 %	30 min	(Alvarado y Munzón, 2020)
Gel de sábila	<i>Populus alba</i> y <i>Alnus acuminata</i>	25 y 50 ml	Se aplicó en un intervalo de 7 días	(Morales, 2021)
Gel de sábila	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Trichanthera gigantea</i> y <i>Salix humboldtiana</i>	6%	30 min	(Giraldo et al., 2009)
Gel de sábila	<i>Musa sp.</i>	2, 4 y 6 %	Se aplicó en el día 7 y 15	(Jó et al.,2020)
Gel de sábila	<i>Sambucus nigra</i> L.	200 ml	10 min	(Ticona, 2022)

Nota. Esta tabla muestra las investigaciones sobre enraizamiento de especies forestales y frutales, utilizando como bioestimulante de gel de sábila a diferentes dosis y tiempos.

2.2.2.2. Bioestimulante sintético

El Grupo Andina (2022) describe al bioestimulante Root – Hor; como:

Es un bioestimulante líquido que penetra en los tejidos celulares y ocasiona una favorable concentración de auxinas, básicamente el Ácido Alfa Naftalenacético (ANA) y el Ácido Indol Butírico (AIB) en la planta, estimulando el desarrollo radicular. En conjunto las fitohormonas actúan en la formación de raíces, especialmente en estacas, acodos y frutales, esquejes de diversos cultivos, emitiendo raicillas en corto tiempo.

Ingredientes activos:

Ácido Alfa Naftalenacético	0,40 %
Ácido 3 Indol Butírico	0,10 %
Ácidos Nucleicos	0,10 %
Sulfato de Zinc	4,00 %
Solución Nutritiva	95,40 %

Para el enraizamiento de esquejes, en un recipiente verter 5 ml de Root – Hor por 1 l de agua, introducir las estacas 3 cm del nivel de agua del recipiente, durante 3-5 min, luego de la aparición de las primeras hojas, se complementa con una segunda aplicación foliar.

2.2.3. El bambú (*G. angustifolia*) Kunth

2.2.3.1. Distribución

Según SERFOR (2021) el bambú se encuentra en todos los continentes, con excepción de Europa y en las zonas polares existen bambúes nativos. Los bambúes tienen un rango de distribución muy amplio, desde los 51° de latitud norte (*Sasakurilensis*) hasta 47° de latitud sur (*Chusquea culeou*); y desde el nivel del mar hasta los 4300 msnm. En América, existen 41 géneros y 451 especies, las cuales se distribuyen desde los Estados Unidos (*Arundinaria gigantea*), hasta el sur de Chile (*Chusquea culeo*), pero la mayoría se encuentran entre los trópicos de Cáncer y Capricornio.

En Perú existen plantaciones instaladas de *G. angustifolia* que se encuentran casi en su totalidad en las provincias del nororiente del país, en los departamentos de Amazonas, Cajamarca y Piura, generalmente se encuentra en las zonas medias de las cuencas. También existen departamentos que están iniciando plantaciones como Pasco, Cusco, Junín, San Martín y Huánuco (SERFOR, 2022)

2.2.3.2. Descripción de la especie

A. Origen del nombre vulgar de *Guadua angustifolia* Kunth (POACEAE)

Cotrina (2017) menciona que, en 1822 el botánico alemán Karl Sigmond Kunth le dio el nombre de “Guadua” con el que los indígenas de Colombia y Ecuador se referían a este bambú.

Más conocida como bambú, pero tiene además los siguientes nombres comunes que lo conocen Guadua, guadua macana (Colombia), caña brava (Ecuador), Caña de Guayaquil (Costa-Perú) o bambú macho (Mala - Cañete) (Gonzales, 2005).

B. Descripción botánica

B.1. Estructura subterránea

▪ Rizoma o caimán

La raíz del bambú se denomina rizoma o caimán y se diferencia por la forma y hábito de ramificación. Presenta raíces secundarias que permiten asimilar los nutrientes del suelo y provee de anclaje a la planta, también sirve como elemento básico para la propagación del bambú, que asexualmente se realiza por ramificación de rizomas. Posee tres partes: el cuello del rizoma, el rizoma propiamente dicho y las raíces secundarias. (Mercedes, 2006).

B.2. Estructura aérea

Según SERFOR (2021) menciona que la estructura aérea del bambú es la siguiente:

▪ Caña, tallo o culmo

Es el eje aéreo segmentado donde emerge del rizoma que alcanza una altura promedio de 15 m y 10 cm de diámetro, formando por el cuello, entrenudos y nudos, con un espesor de pared de 1.5 a 2 cm en la base. La longitud del entre nudo es menor en la base y aumenta en la punta. El tallo es la porción más útil, es que color verde y posee en los nudos una doble banda pubescente (vellosidad) de color blanco que caracteriza a la especie. Es posible encontrar presencia de agua en la cavidad interna de la caña.

▪ Yema

Es una pequeña estructura encerrada por la primera hoja modificada de una rama. Está situada encima de la línea nodal en direcciones opuestas, que tiene potencial para desarrollar raíz y tallos durante la propagación.

▪ Hoja caulinar

Nace en cada nudo del tallo, de forma triangular. Es de color marrón. Su función es proteger las yemas y el tallo durante la etapa inicial del desarrollo y crecimiento de la planta. Se

caen al activarse las yemas. Están protegidas por un tipo de vellosidad (siso) que al contacto puede ser urticante.

- **Ramas**

Las ramas crecen de manera opuesta por encima de la línea nodal a partir de las yemas. Se desarrollan una vez culminado el crecimiento total del tallo y son importantes porque sostienen a las hojas. Se puede encontrar ramas primarias, secundarias y terciarias.

- **Hojas**

Las hojas son alternas, angostas y largas, forman la estructura básica en el proceso fotosintético; y están constituidas por vaina y lámina. La forma de las hojas permitió generar la denominación de la especie *Guadua angustifolia* (angustus= angosto, folium= hoja).

- **Inflorescencia**

Es esporádica o de poca frecuencia, con intervalos de tiempo irregular y de forma aislada. La inflorescencia está formada por espiguillas y presenta una o más flores cubiertas por brácteas que protegen las semillas, estas son similares al grano de arroz. Las semillas son de baja viabilidad y poco poder germinativo.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Chusquín

Se denomina chusquín a los brotes basales del rizoma del bambú, se encuentran unidas por diminutas raicillas las cuales a su vez están unidas al rizoma madre; tienen alturas entre 20 y 80 cm, un talluelo con diámetro de 0,5 a 2,5 cm, con pocas hojas que comienza a emerger en 2 o 3 meses después de cortado (Botero, 2012).

2.3.2. Bioestimulante natural

Son productos de origen natural que estimulan el enraizamiento de estacas, acodos, esquejes y rizomas ya sean leñosos o herbáceos. Los bioestimulantes naturales se pueden

realizar a través de geles, infusión, etc. de diferentes especies vegetales para la producción de plantas en el marco de la agricultura orgánica (González y Hecheverría, 2004).

2.3.3. Bioestimulante sintético

Son compuestos sintetizados químicamente, que se han convertido en las primeras herramientas capaces de controlar el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas por lo que su uso ha aumentado en los últimos años (Alcántara et al., 2019).

2.3.4. Propágulo

El propágulo es la parte de una planta capaz de originar vegetativamente otro individuo (RAE, 2024). Es una modalidad de reproducción asexual en vegetales, por lo que se obtiene nuevas plantas y órganos individualizados (CIDEA, 2006).

2.3.5. Vivero

Es un establecimiento o un lugar adecuado para la propagación de semillas con la finalidad que crezcan y se desarrollen. El vivero ofrece las condiciones ambientales idóneas (manejo de la humedad, temperatura y cantidad de luz) para la adaptación de las plantas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

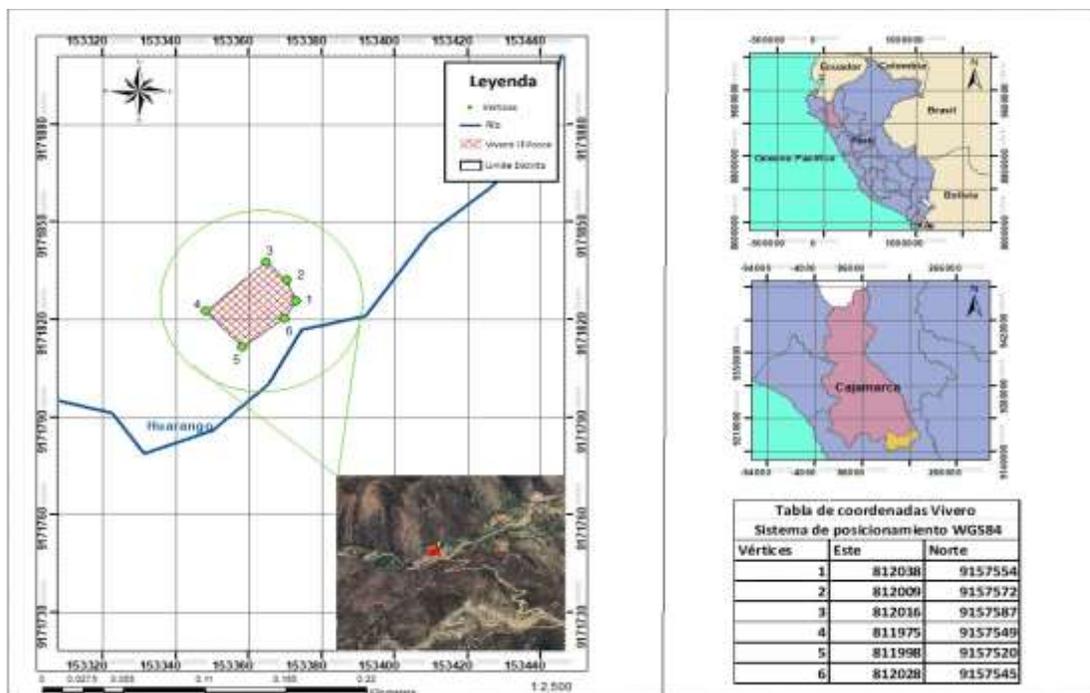
La presente investigación se realizó en el vivero El Pacae de la Empresa Pan American Silver, ubicado al sur-oeste del valle Condebamba en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba y departamento de Cajamarca; cuyas coordenadas geográficas referenciales son de: 812038E - 9157554N, 812016E – 9157587N, 811975E – 9157549N y 811998 – 9157520N, zona 17 y a una altitud de 2281 msnm. La temperatura varía de 4 °C a más de 22 °C y una humedad relativa en un rango de 65% y 72% (SENAMHI, 2023) (Figura 2).

3.2. Accesibilidad

Para llegar al vivero se debe partir desde la ciudad de Cajamarca, realizando un recorrido por la carretera a Cajabamba hasta el desvío de Pomabamba perteneciente a la provincia de Cajabamba, ubicada a 100 Km. Luego desde el desvío de Pomabamba hacia el vivero El Pacae, ubicado a 25 Km.

Figura 2

Ubicación del vivero El Pacae en el valle de Condebamba



3.3. Materiales

3.3.1. *Material experimental*

- Propágulos de bambú (chusquines)
- Bioestimulante natural (gel de sábila)
- Bioestimulante sintético

3.3.2. *Equipos, insumos y materiales*

- Turba
- Tierra agrícola
- Arena de río
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Tijera de podar de mano
- Regadera
- Palana
-
- Baldes
- Jarra graduada
- Pipeta graduada
- Zaranda
- Malla raschel
- Regla milimetrada
- Libreta de campo
- Formatos de evaluación

3.3.3. *Materiales de escritorio*

- Laptop
- Impresora
- Tinta
- Calculadora

3.4. Metodología

3.4.1. *Variables*

3.4.1.1. **Variable independiente**

- Bioestimulante natural (gel de sábila)

- Bioestimulante sintético

3.4.1.2. Variable dependiente

- Supervivencia de propágulos (chusquines)
- Porcentaje de enraizamiento de los propágulos
- Número de brotes
- Altura del brote
- Número de raíces
- Longitud de raíces

3.4.1.3. Factores, niveles y tratamientos en estudio

Los factores, niveles y tratamientos a estudiar se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2

Factores, niveles y tratamientos en estudio

Factores	Niveles	Descripción de tratamientos	Tratamiento	Código
Propágulo de bambú (chusquín)	gel de sábila (dosis)	25% de gel de sábila	T1	CT1
		50% de gel de sábila	T2	CT2
		75% de gel de sábila	T3	CT3
		100% de gel de sábila	T4	CT4
	bioestimulante sintético	0,5% de bioestimulante sintético	T5	CT5
	Testigo	0% de bioestimulante natural y sintético	T0	CT6

Nota. Esta tabla muestra que se utilizó el propágulo (C) en combinación con el gel de sábila (T1, T2, T3, T4), Root – Hor (T5) y Testigo (T0) dando lugar al CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 y CT0.

3.4.2. Diseño experimental, arreglos de los tratamientos

El experimento se instaló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos incluyendo el testigo y 20 repeticiones para cada tratamiento (Tabla 14). Se utilizó un propágulo de bambú por unidad experimental, con un total de 120 propágulos. Se realizó el análisis estadístico utilizando software como el Excel y Statgraphics.

3.4.3. Procedimiento

3.4.3.1. Fase de campo

- **Recolección del material de propagación**

El material de propagación se recolectó de los bosques de bambú del distrito de Florida, de la provincia de San Miguel

3.4.3.2. Fase de vivero

Todas las actividades se llevaron a cabo en el vivero “El Pacae” que estuvo ubicado al sur-oeste del valle Condebamba en el distrito de Cachachi y son las siguientes:

- **Preparación del sustrato**

La preparación del sustrato a emplear estuvo compuesta de tierra agrícola (TA), arena (AR) y turba (T), en proporción de 1:3:1, luego se tamizó los sustratos utilizando una zaranda para quede libre de material grueso y por último se realizó la mezcla del sustrato.

- **Desinfección del sustrato**

Se desinfectó el sustrato utilizando 250 ml de formol al 40% en 15 l de agua en una solución final de 15 l, solución que se aplicó al sustrato de manera uniforme, luego se cubrió con un plástico de polietileno negro durante 4 días con el fin de incrementar su efectividad desinfectante, posterior a ello se retiró el plástico para liberar residuos de formol y quede listo para el llenado de bolsas.

- **Llenado de bolsas**

Las bolsas a usar fueron de polietileno con dimensiones de 7 x 5 pulgadas, se llenó las bolsas con en el sustrato preparado y desinfectado, y finalmente quedó listo para el repique de los propágulos.

- **Preparación del bioestimulante natural**

Se inició con la recolección de las pencas de sábila, extrayendo de 5 plantas un total de 50 pencas de sábila (10 pencas por planta) del caserío de Malcas del distrito de Condebamba de la provincia de Cajabamba (Figura 3), las pencas de sábila cortadas de la planta se dejó remojar con agua en un balde durante 24 h con el fin de eliminar el acíbar ya que podría ocasionar mortandad en las plantas, luego se cortó por la mitad para obtener el gel (Figura 4), y se midió las dosis de 25, 50, 75, 100% y 0,5% respectivamente, por consiguiente estos bioestimulantes se colocaron en envases en donde se les añadió el agua hasta llegar a 1 L.

Figura 3

Recolección de pencas la sábila



Figura 4

Extracción de gel de sábila



- **Aplicación de los tratamientos**

Los propágulos (chusquines) recolectados se trató bajo inmersión parcial en cada tratamiento durante un tiempo de 30 min (Figura 5).

Figura 5

*Aplicación de los bioestimulantes (sábila y Root – hor) a los propágulos de bambú (*G. angustifolia*)*



- **Siembra de propágulo de bambú (*G. angustifolia*)**

Después de aplicar los tratamientos con las dosis respectivas se procedió a colocar cada propágulo en bolsas con sustrato de manera aleatoria, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones (Figura 6).

Figura 6

*Siembra de propágulos de bambú (*G. angustifolia*) en las bolsas con sustrato*



- **Labores culturales**

Riego

El riego se realizó con mayor frecuencia durante las primeras tres semanas con la finalidad de mantener el sustrato bien húmedo, después se regó en intervalos de uno a dos días dependiendo de la humedad del sustrato.

Tinglado o protección

Los propágulos repicados se cubrieron con un plástico negro para que se mantenga en fase oscura durante tres semanas con el objetivo de estimular la emergencia de brotes de bambú, posteriormente se cubrió con malla raschel durante dos meses para mantener la humedad y evitar que los propágulos se deshidraten y por último se retiró la malla raschel para que los propágulos se adapten al ambiente para campo definitivo.

Deshierbos

Se realizó manualmente quitando las malas hierbas con el fin de evitar la competencia con el bambú, además de prevenir el ataque de plagas y enfermedades.

- **Toma de datos**

La toma de datos se realizó cada 15 días teniendo en cuenta las siguientes variables: número de brotes y altura del brote, después de los cuatro meses se repitió la evaluación para todas las variables indicadas (Figura 7).

Figura 7

Evaluación de los propágulos (chusquines) de bambú



3.4.3.3. Fase de gabinete

A. Tratamiento y análisis de los datos

Los datos fueron ordenados y sistematizados para realizar el análisis de los siguientes parámetros:

Supervivencia de propágulos (SP). Después de 120 días de instalado el ensayo se evaluó la supervivencia de propágulos (chusquines) de *G. angustifolia*. Esta se realizó mediante la observación y el conteo directo. Los datos se procesaron con la fórmula de la supervivencia planteada por Camus (2020):

$$SP (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas vivas}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas}} \times 100$$

Porcentaje de enraizamiento de los propágulos (PE). Después de 4 meses de instalada la investigación se evaluó el porcentaje de enraizamiento. Según Camus (2020) se utilizó la siguiente formula:

$$PE (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas enraizadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas}} \times 100$$

Número y altura de brotes. Esta variable fue evaluada cada 15 días mediante el conteo de brotes y se midió el brote más joven desde el nudo hasta el ápice.

Número y longitud de raíces. Esta variable se evaluó después de los 4 meses de instalado el ensayo mediante el conteo de raíces y medición de longitud con regla milimétrica.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existe significancia estadística entre tratamientos, comparación de medias (LSD) para determinar tratamientos con mejores resultados. La información se presentó en forma de tablas y figuras.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

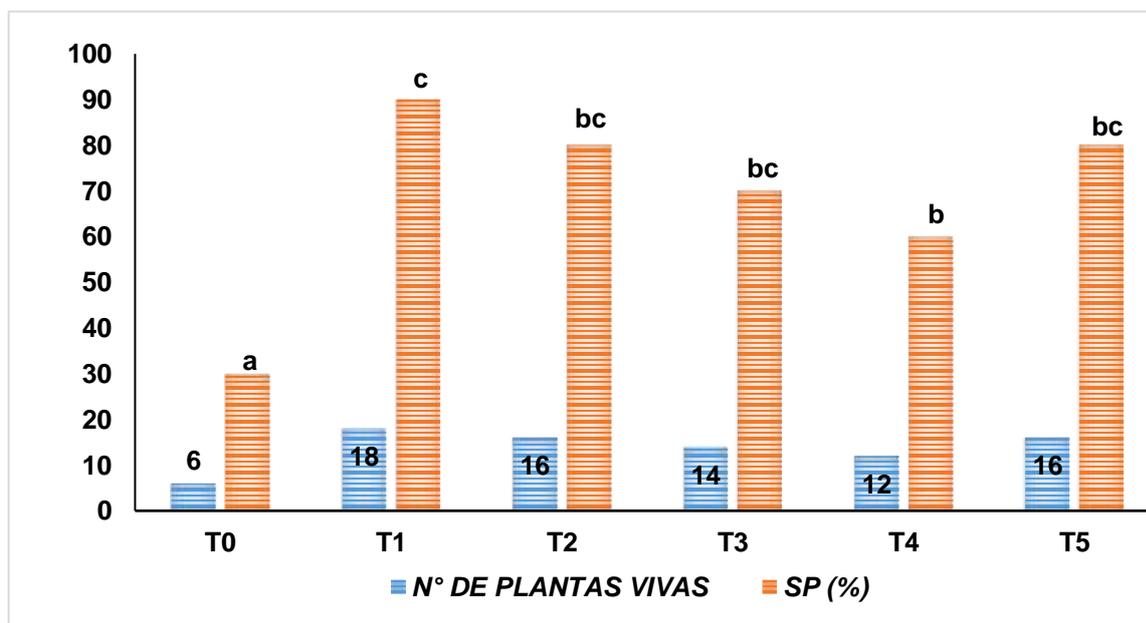
4.1. Evaluación de la tasa de supervivencia, enraizamiento y desarrollo de propágulos de bambú

4.1.1. Supervivencia de propágulos (SP) de bambú

La Figura 8 muestra el resultado de la supervivencia de los propágulos, indicando que no hay diferencias significativas entre tratamientos (T1 a T5), pero si muestra diferencias significativas todos los tratamientos frente al testigo (T0), también se puede decir que el T1 (gel de sábila al 25%) fue el mejor con un 90% de supervivencia, seguido por el T5 (bioestimulante sintético al 0,5%) y el T2 (gel de sábila al 50%) con 80% de supervivencia. Esto indica que el gel de sábila es un bioestimulante eficaz en la propagación de bambú, al igual que en la propagación de *Coffea canephora*, *Ficus benjamina*, que lograron supervivencias de 66,25% y 54,17% respectivamente, debido a las concentraciones de auxinas, giberelinas y citoquininas en el gel de sábila (Villon, 2021; Alvarado y Munzón, 2020).

Figura 8

Supervivencia de propágulos



4.1.2. Número de brotes de los propágulos de bambú

En la Tabla 3, el ANOVA muestra diferencias estadísticamente significativas con un P-valor de 0,000 para el número de brotes, indicando que al menos un tratamiento difiere de los demás. En la Tabla 4 y Figura 9 se muestra que el T1 (gel de sábila al 25%) obtiene la mejor media con un valor de 3,45 brotes por propágulo, estos resultados indican que es el mejor tratamiento para generar brotes en bambú; estos resultados confirman que el gel de sábila tiene efectos positivos en la producción de nuevas células vegetales, generando nuevos brotes y yemas axilares (Bailón, 2022). Utilizar gel de sábila en la propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina* genera 1,95 brotes por planta (Alvarado y Munzón, 2020). Gel de sábila más agua de coco genera brotes en la especie de álamo (*Populus alba*) logrando en promedio 2,20 brotes por planta (Tinta, 2022). Esto demuestra que el gel sábila es un producto eficiente en la generación de brotes en las plantas.

Tabla 3

Análisis de varianza para el número de brotes

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	5	122,44	24,48	16,09	0,000
Error experimental	114	173,55	1,52		
TOTAL	119	295,99			

Nota. **= significativo (P -valor < 0,05); **F.V.:** fuente de variación; **G.L.:** grados de libertad; **SC:** suma de cuadrados; **CM:** cuadrados medio; **F:** Fisher

Tabla 4

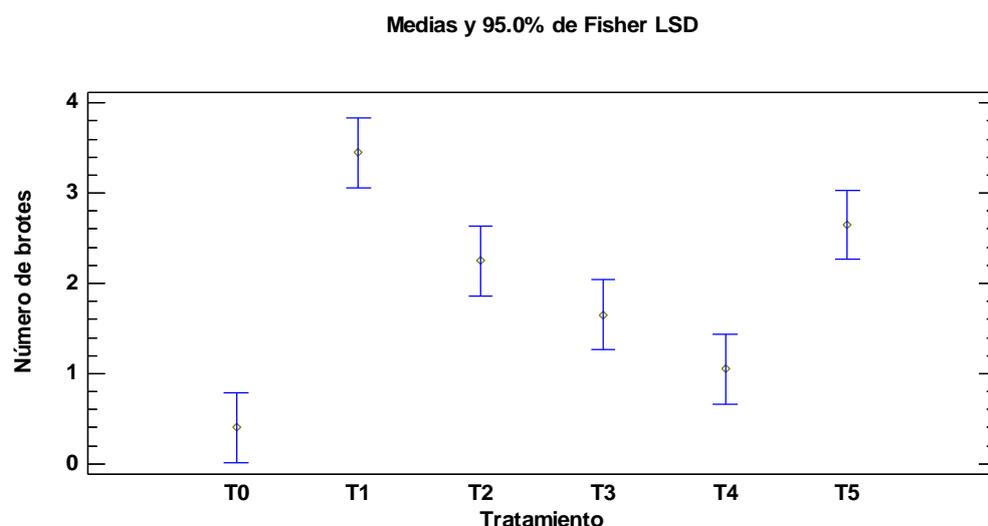
Prueba de rangos múltiples Diferencia Mínima Significativa (LSD) para el número de brotes

Tratamiento	Media LSD	Grupos Homogéneos
T0	0,40	a
T4	1,05	ab
T3	1,65	bc
T2	2,25	cd
T5	2,65	d
T1	3,45	e

Nota. Medias para el número de brotes. Grupos de letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

Figura 9

Gráfica de medias Diferencia Mínima Significativa (LSD) para el número de brotes



4.1.3. Altura del brote de los propágulos de bambú

Se observa que el T1 (gel de sábila al 25%) obtuvo una media de 23,59 cm que es superior a los demás tratamientos (Tabla 6); además, en la Tabla 5 muestra que el P-valor de 0,000 lo cual quiere decir que al menos un tratamiento difiere de los demás. Posteriormente se muestra en la Figura 10 que no existe intersección entre el T0 con los demás tratamientos, es decir no se encuentra diferencias significativas; entonces el estimulante natural y sintético tiene disponibilidad de sustancias en su composición química,

es por eso que favorece el crecimiento de los propágulos de bambú. Coincidiendo con Giraldo et al. (2009), señala que es muy importante emplear estimuladores de enraizamiento tanto naturales como sintéticos para obtener mejores resultados posibles en el crecimiento de plantas.

Tabla 5

Análisis de varianza para la altura del brote

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	5	6007,66	1201,53	14,57	0,000
Error experimental	114	9398,5	82,443		
TOTAL	119	15406,2			

Nota. **= significativo (P -valor $< 0,05$); **F.V.:** fuente de variación; **G.L.:** grados de libertad; **SC:** suma de cuadrados; **CM:** cuadrados medio; **F:** Fisher

Tabla 6

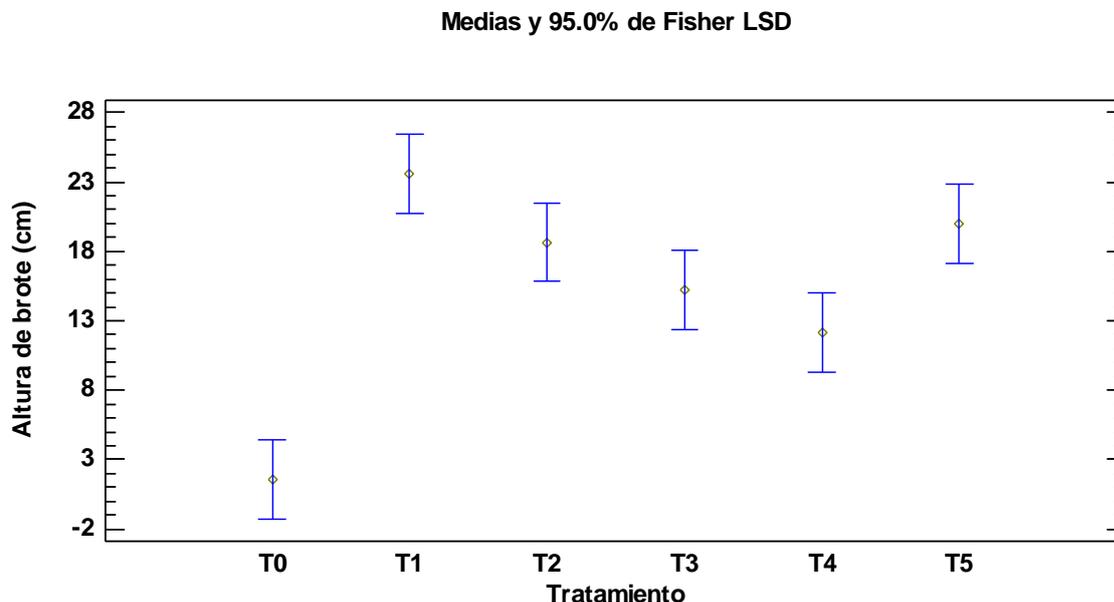
Prueba de rangos múltiples LSD para la altura del brote

Tratamiento	Media LS	Grupos Homogéneos
T0	1,55	a
T4	12,19	b
T3	15,22	bc
T2	18,65	cd
T5	19,96	cd
T1	23,59	d

Nota. Medias para la altura del brote. Grupos de letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

Figura 10

Gráfica de medias LSD para la altura del brote



4.1.4. Número de raíces de los propágulos de bambú

En la Tabla 7 se puede observar que el ANOVA muestra diferencias estadísticamente significativas con un P-valor de 0,000 para el número de raíces, es decir que al menos un tratamiento difiere de los demás tratamientos; y, a través de la comparación de rangos múltiples, el T1 (gel de sábila al 25%) es el que sobresale con una media de 15,45 raíces, siendo superior a los demás tratamientos (Tabla 8) y en la Figura 11 nos muestra que el T1 no existe intersección con los demás tratamientos lo cual quiere decir que difiere de los demás. Asimismo, Cobeña y Paz (2023) evaluaron el efecto de los extractos naturales en la propagación de cacao, en la cual encontraron que el gel de sábila al 10% produce más biomasa fresca de raíz (9,23 g) en comparación al bioestimulante natural de *Clitoria ternatea* al 5 y 10%. Además, Rodríguez y Hecheverría (2004) encontraron efectos estimulantes de crecimiento en los extractos estudiados y correspondió al gel de *Aloe vera* como el mejor comportamiento en la formación de raíces en la especie de *Matricaria recutita* L.; este hecho demostró la presencia de actividad auxínica.

Tabla 7*Análisis de varianza para el número de raíces*

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	5	2762,07	552,413	22,24	0,000
Error experimental	114	2831,80	24,8404		
TOTAL	119	5593,87			

Nota. **= significativo (P -valor < 0,05); **F.V.:** fuente de variación; **G.L.:** grados de libertad; **SC:** suma de cuadrados; **CM:** cuadrados medio; **F:** Fisher

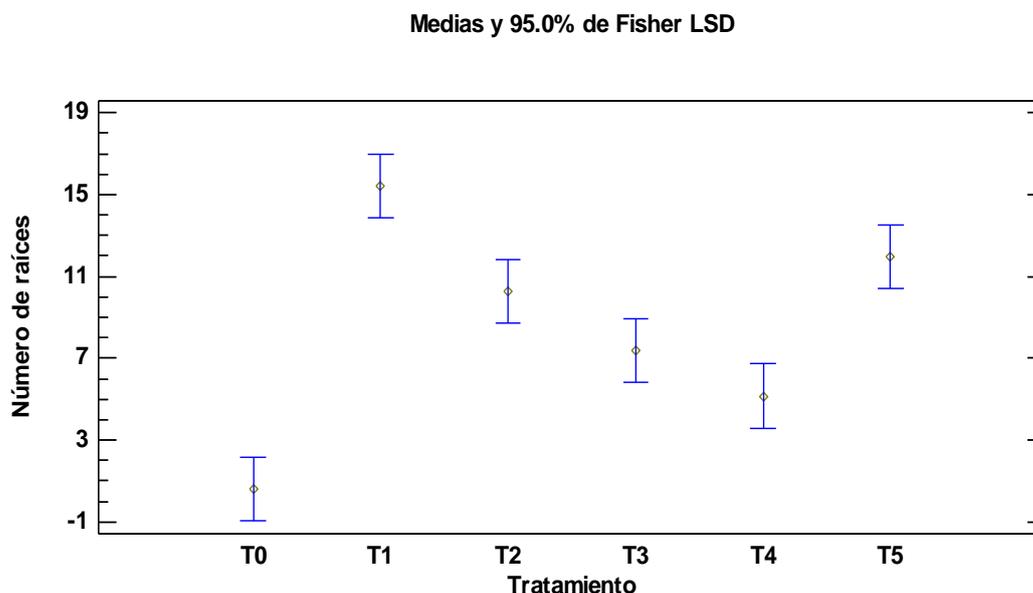
Tabla 8*Prueba de rangos múltiples LSD para el número de raíces*

Tratamiento	Media LS	Grupos Homogéneos
T0	0,60	a
T4	5,15	b
T3	7,40	bc
T2	10,25	cd
T5	11,95	d
T1	15,45	e

Nota. Medias para el número de raíces. Grupos de letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

Figura 11

Gráfica de medias LSD para el número de raíces



4.1.5. Longitud de raíces de los propágulos de bambú

El análisis de varianza para la longitud de raíces nos indica que existe diferencias estadísticamente significativas demostrando que un tratamiento es superior que los demás (Tabla 9). En la Tabla 10 para la longitud de raíces se aprecia grupos de letras distintas indicando que existe diferencias significativas entre los tratamientos, considerándose el mejor bioestimulante el T1 (gel de sábila al 25%) con una media 22,78 cm porque difiere de los demás tratamientos. En la Figura 12, no existe intersección entre el T1 con los demás tratamientos; esto quiere decir, que muestra una media estadísticamente más alta; debido a que el gel de sábila contiene auxinas y citoquininas para el crecimiento y desarrollo de las raíces. Coincidiendo con Miranda et al. (2023) en su investigación, aplicó sábila con dosis al 0, 5 y 8% en la propagación de semillas de *L. esculentum* L., obtuvieron como resultado que la dosis al 5% fue capaz de estimular el desarrollo radicular; pero, a medida que disminuye las concentraciones de sábila mayor será el efecto en la propagación de forma vegetativa.

Tabla 9*Análisis de varianza para la longitud de raíces de bambú*

F. V.	GI	S. C.	C. M.	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	5	5313,43	1062,69	23,62	0,000
Error experimental	114	5129,76	44,9979		
TOTAL	119	10443,2			

Nota. **= significativo (P -valor $< 0,05$); **F.V.:** fuente de variación; **G.L.:** grados de libertad; **SC:** suma de cuadrados; **CM:** cuadrados medio; **F:** Fisher

Tabla 10*Prueba de rangos múltiples LSD para la longitud de raíces de bambú*

Tratamiento	Media LS	Grupos Homogéneos
T0	0,80	a
T4	8,49	b
T3	9,85	b
T2	12,69	bc
T5	14,77	c
T1	22,78	d

Nota. Medias para la longitud de raíces. Grupos de letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P < 0,05$ según LSD.

Figura 12 Gráfica de medias LSD para la longitud de raíces
Medias y 95.0% de Fisher LSD

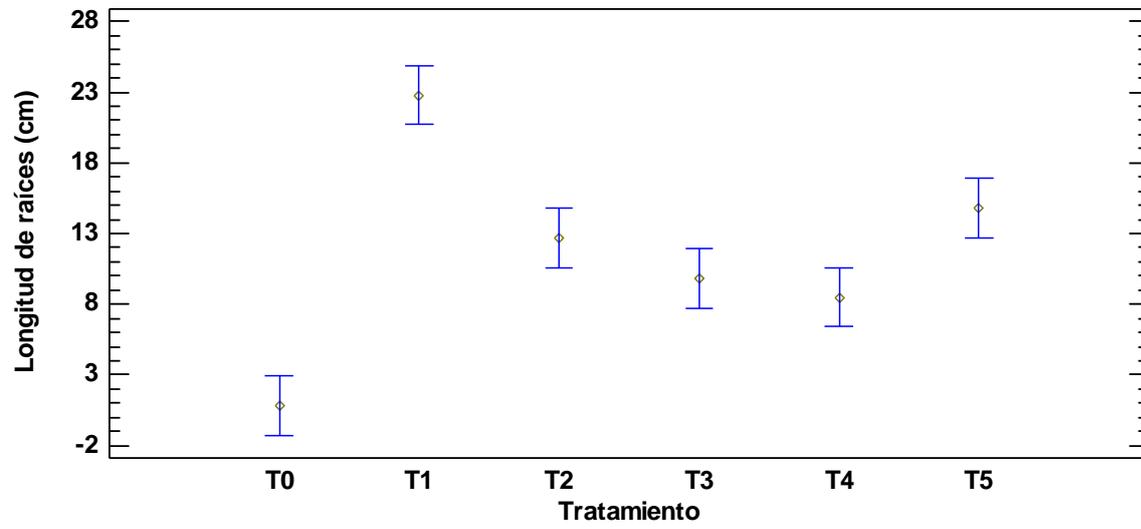
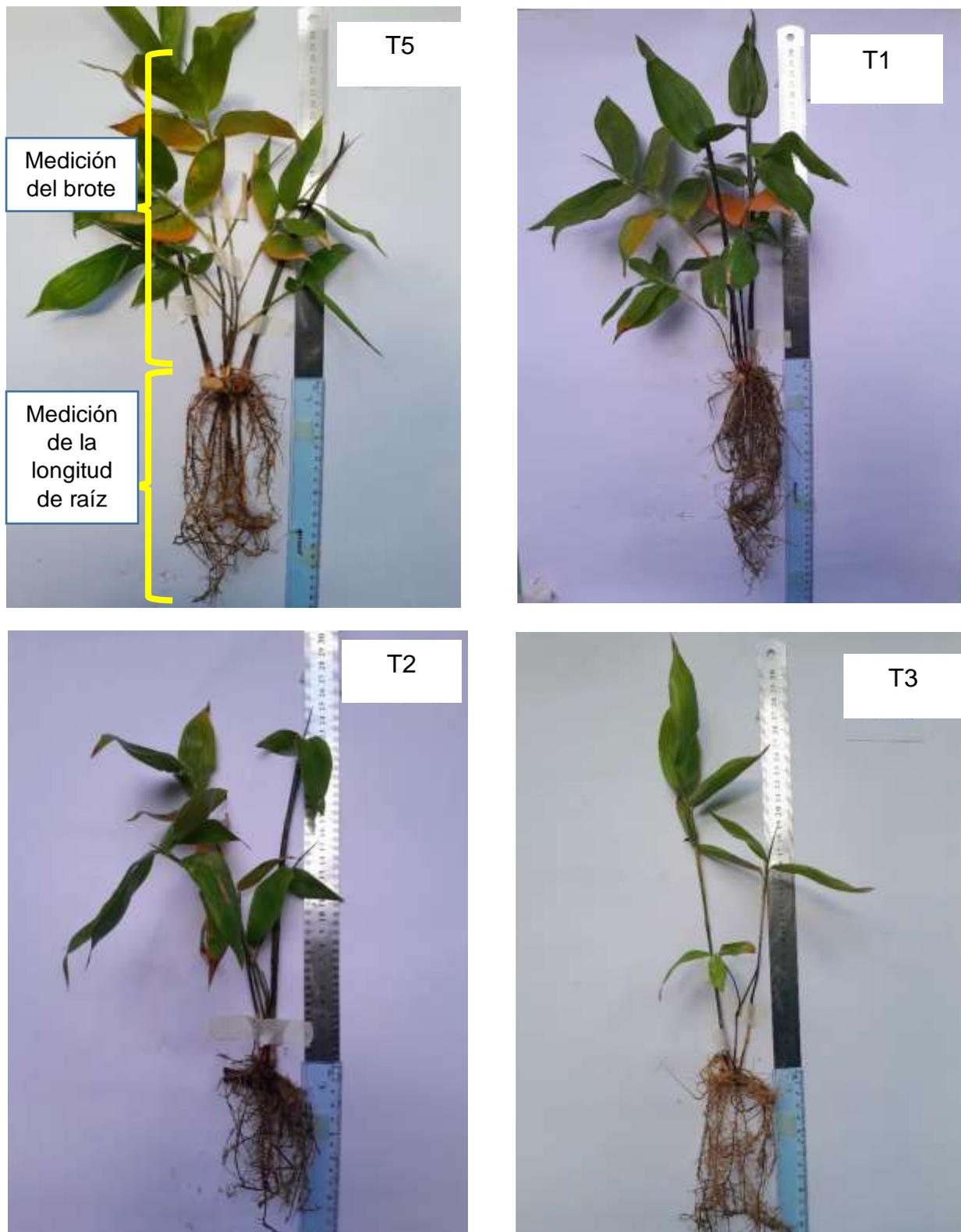


Figura 13

Medición de altura de brotes y longitud de raíces de los propágulos (chusquines)





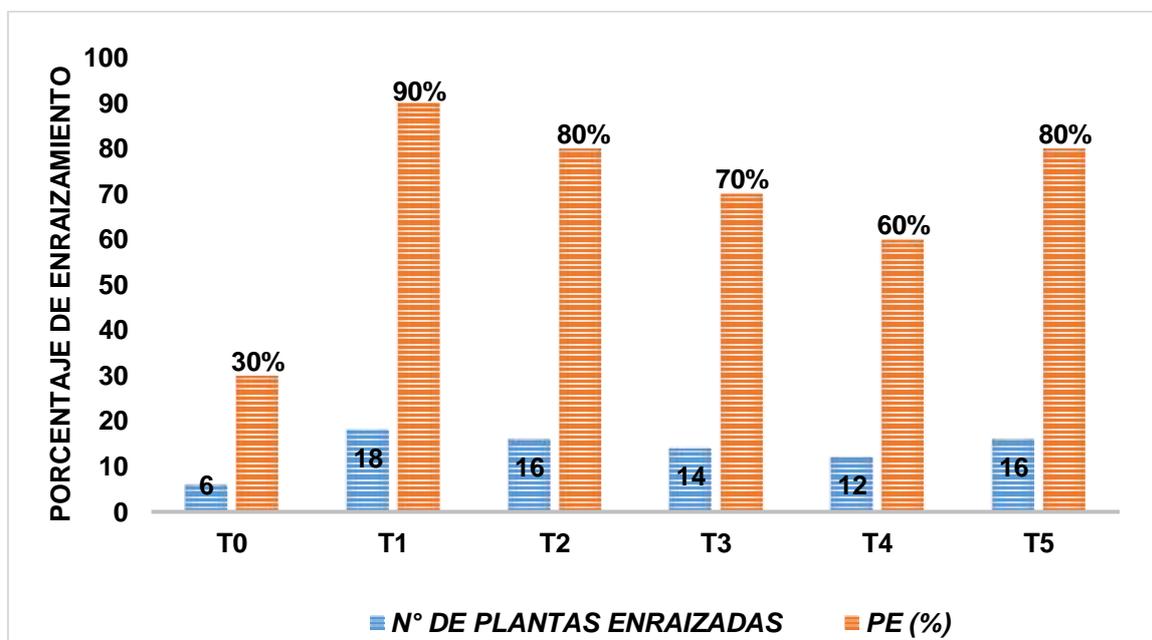
Nota. Medición de la altura del brote más joven y de la longitud de la raíz principal y más grande del propágulo de bambú

4.1.6. Porcentaje de enraizamiento de propágulos de bambú

En la Figura 14, se observa que el mejor porcentaje de enraizamiento es el T1 (gel de sábila al 25%) alcanzando un 90% de enraizamiento en los propágulos, en comparación con gel de sábila al 50, 75 y 100% y el bioestimulante sintético al 0,5%. coincidiendo con Córdova (2019) quien utilizó bioestimulantes naturales que son: gel de sábila, lenteja y sauce en la especie de Valeriana sp; concluyó que el mejor bioestimulante es el gel de sábila ya que obtuvo mayor volumen de raíces, mejor crecimiento en longitud de raíces, mayor peso de raíces y el mejor porcentaje de estacas enraizadas

Figura 14

Número y porcentaje de enraizamiento (PE) de bambú



4.2. Comparación de la eficacia del bioestimulante natural y sintético en la propagación vegetativa de bambú

Los resultados obtenidos del bioestimulante natural de gel de sábila en concentraciones de 25% (T1), 50% (T2), 75% (T3) y 100 % (T4) en comparación con el T5 (bioestimulante sintético al 0,5%); el mejor fue el bioestimulante natural (gel de sábila al 25%), ya que se obtuvo los mejores valores en las variables supervivencia de propágulos, número de brotes, altura de brotes, número de raíces, longitud de raíces y porcentaje de enraizamiento debido que el gel de sábila contiene auxinas, citoquininas y por la composición química que presenta. Además, el motivo del porque fue el mejor bioestimulante de gel de sábila con la menor dosis es debido a que cuanto más diluido esté, mejor será el efecto en los propágulos; coincidiendo con Alvarado y Munzón (2020) quienes indicaron que el mejor tratamiento para propagar *Ficus benjamina* mediante el método asexual, fue la tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de sábila; además, los sustratos en combinación con la hormona comercial no registraron buenos resultados. Entonces el mejor bioestimulante fue el gel de sábila al 50% en comparación con la hormona comercial (ácido naftalenacético). Asimismo, mencionaron que el gel de sábila es muy importante que esté diluido en agua para la obtención de propiedades de fluidez. Asimismo, Córdova (2019) señala que la aplicación de gel de sábila es la mejor alternativa, obteniéndose plantas con mejor crecimiento y desarrollo, tanto del sistema radicular como del follaje, alcanzando así mayores porcentajes de enraizamiento, con plántulas de mejor calidad; debido a que la sábila contiene 98,5 % de agua, también están presentes los ácidos urónicos, fructosa y compuestos fenólicos de gran poder antioxidante. Del mismo modo, Cobeña y Paz (2023) mencionaron que utilizaron gel de sábila al 5 y 10% en la propagación de cacao (*Theobroma cacao* L.), como resultado obtuvieron que el gel de sábila al 10% fue el mejor bioestimulante ya que posee el mejor potencial en la reproducción de estacas de cacao, destacándose en las variables de: biomasa fresca de la parte aérea, peso radicular y prendimiento de esquejes. El gel de sábila es el que destacó debido a que es rico en sustancias bioactivas tipo auxinas, las cuales permiten la

división celular del meristema radical y del cambium vascular de estacas de plantas tropicales (Marín et al. 2017) citado por (Cobeña y Paz, 2023). Asimismo, Abalco y Tafur (2023) Aluden que utilizaron gel de sábila al 50% en la propagación vegetativa de arándano (*Vaccinium Corymbosum L.*), en la cual obtuvieron los mejores resultados con el tratamiento T7 (estaca vertical, sábila, turba) en la variable longitud de raíces debido a que el gel de sábila contiene auxinas. También, Jó et al. (2020) quienes indicaron que el gel de sábila tiene efecto en la adaptación de vitroplantas de plátano debido a su composición química.

Al respecto, Palacios y Vallejos (2020) mencionan que al incrementar la dosis del bioestimulante natural obtuvieron mayor tasa de mortandad; a diferencia de la disminución de dosis en la aplicación, la tasa de enraizamiento y supervivencia fue mayor. Indicando también Morales (2021) que a medida que aumenta las concentraciones de sábila se obtiene una reducción de propágulos enraizados y el porcentaje de enraizamiento es menor.

4.3. Análisis de la viabilidad económica de utilizar bioestimulante natural versus sintético en la propagación vegetativa de bambú, considerando costos de producción.

Para realizar el análisis de la viabilidad económica se consideró el bioestimulante natural de gel de sábila al 25% y el bioestimulante sintético de Root – Hor al 0.5%.

Tabla 11

Costo de producción con gel de sábila al 25%

Costo de producción de 20 propágulos (chusquín) del bambú con el bioestimulante natural				
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad (20 plantas)	costo sub total (s/)
Mano de obra				
Mezcla del sustrato	Tareas	50	0.006	0.3
Llenado de bolsas	Tareas	50	0.02	1
Repique de propágulos (chusquines)	Tareas	50	0.02	1
Costo de materiales				
Sustrato preparado	Cubo (m3)	200	0.014	2.8
Bolsas de 7"x5" de polietileno	Millar	40	0.02	0.8
Propágulos (bambú)	Unidad	20	1.5	30
Bioestimulante natural				
Gel de sábila al 25%	ml	250	0.03	7.5
COSTO TOTAL POR 20 PLANTAS				43.4
COSTO TOTAL POR UNA PLANTA				2.17

Tabla 12

Costo de producción con el bioestimulante Root – Hor al 0,5%

Costo de producción de 20 propágulos (chusquín) de bambú con bioestimulante sintético				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD (20 plantas)	COSTO SUB TOTAL (S/.)
Mano de obra				
Mezcla del sustrato	Tareas	50	0,006	0,3
Llenado de bolsas	Tareas	50	0,02	1
Repique de propágulos (chusquines)	Tareas	50	0,02	1
Costo de materiales				
Sustrato preparado	Cubo (m3)	200	0,014	2,8
Bolsas de 7"x5" de polietileno	Millar	40	0,02	0,8
Propágulos (bambú)	Unidad	20	1,5	30
Bioestimulante sintético				
Root - Hor (al 0,5%)	ml	5	0,1	0,5
COSTO TOTAL POR 20 PLANTAS				36,4
COSTO TOTAL POR UNA PLANTA				1,82

En la Tabla 11 y 12 se muestran el costo de inversión de gel de sábila al 25% y de Root – Hor al 0,5% para comparar cual es más económico en cuanto a la propagación. El bioestimulante natural de gel de sábila al 25% indica que el costo por planta es de s/ 2,17, debido al precio de la penca de sábila y la mano de obra para la preparación del gel; mientras que el bioestimulante sintético, indica el costo por planta es de s/ 1,82, siendo más económico que el bioestimulante natural, debido que se encuentra envasado, se compra y se aplica, pero su efectividad es menor.

Tabla 13

Relación costo/beneficio en la propagación de bambú utilizando bioestimulante natural y sintético

Bioestimulante	Dosis	Costo de producción por planta (s/)	Precio de venta por planta (s/)	Ingreso neto por planta (s/)	Porcentaje de enraizamiento de 20 plantas	Ingreso neto de 20 plantas (s/)
bioestimulante natural	25% (250 ml)	2,17	10	7,83	90% (18 plantas)	136,6
bioestimulante sintético	0,5% (5ml)	1,82	10	8,18	80% (16 plantas)	123,6

Los resultados obtenidos en la Tabla 13, se observa que al aplicar el bioestimulante natural de gel de sábila al 25% en la propagación de bambú el ingreso neto de 20 plantas con un 90% de enraizamiento es de s/ 136,6 y aplicando el bioestimulante sintético de Root – Hor al 0,5% el ingreso neto de 20 plantas con un 80% de enraizamiento es de s/ 123,6. Entonces el costo de producción por planta utilizando bioestimulante natural de gel de sábila al 25% es más elevado en comparación con el bioestimulante sintético de Root – Hor al 0,5%. En la cual no coincide con el estudio de Córdova (2019) ya que en su investigación obtuvo que el bioestimulante natural es más rentable y económico en comparación con el bioestimulante sintético.

Pero el bioestimulante natural tiene un alto porcentaje de enraizamiento y mayor efectividad en la propagación de bambú obteniendo un ingreso neto mayor que del bioestimulante sintético.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El mejor resultado se obtuvo con el gel de sábila al 25% (T1) logrando una mayor: formación de brotes (3,45 brotes por propágulo), altura de brote (23,59 cm), número de raíces (15,45), longitud de raíces (22,78), supervivencia y enraizamiento (90%) de propágulos de bambú indicando efecto superior frente al bioestimulante sintético y demás tratamientos estudiados.

El costo del propágulo con el gel de sábila al 25% es de S/ 2,17 mientras que con el bioestimulante al 0,5% es de S/ 1,82; lo que indica que la propagación con bioestimulante sintético es más económico ya que cada planta propagada cuesta 0,35 soles menos que con el bioestimulante natural.

En la relación costo-beneficio el bioestimulante natural supera en un 10% de supervivencia de propágulos frente al bioestimulante sintético, siendo el que genera mayor margen de ganancia.

5.2. Recomendaciones

Realizar investigación sobre como economizar la preparación de gel de sábila ya que tiene un alto porcentaje de efectividad en la propagación de bambú.

Realizar investigación en la aplicación de Root – Hor en propagación de bambú utilizando dosis mayores a 0,5% para obtener conocimiento de la efectividad de este bioestimulante.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abalco Abalco, S. y Tafur Recalde G. (2023). *Propagación vegetativa de arándano (Vaccinium Corymbosum L.) con diferente material vegetal, enraizantes y sustratos bajo invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25496/1/TTQ1192.pdf>.
- Acosta, D., García, R., Gonzales C., Pérez, C., Forero, D., Mahecha, G., Herrera, L. y Nieto, C. (2021). *La guadua (Guadua angustifolia) Kunth: El oro verde por descubrir*. <https://repository.uniminuto.edu/items/f5a4e920-a7a0-4c62-9f11-3dfb558515a2>.
- Alcántara, J., Acero, J., Alcántara, J. y Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32)109-129. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>.
- Alvarado, A. y Munzón, M. (2020). Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para propagación asexual de árboles de Ficus benjamina. *Agronomía Costarricense* 44(1):65-77. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v44i1.40002>
- Arancibia, A. y Domínguez, G. (2019). Propagación vegetativa de tres especies de bambú en la Selva Nororiental. *Anales científicos* 80(1): 92-110. https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1362/html_74.
- Bailón Piloza, R. (2022). *Evaluación de tres enraizantes naturales en producción asexual de Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud y Swietenia en vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3695/1/tesis%20final%20entregar.pdf>.
- Botero Cortés, F. (2012). *Reproducción de la Guadua angustifolia por el método de chusquines*.

- Campos Cuenca, C. (2020). *Eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de Coffea canephora Pierre, Manglaralto, Santa Elena*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5391/1/UPSE-TIA-2020-0002.pdf>
- Camus Vargas, L. (2020). *Efecto de dos enraizantes en la producción de los plantones de bambú (Guadua angustifolia) anexo de Shucayacu - Yambrasbamba - Amazonas, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Amazónica].
<https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/58/TESIS%20Efecto%20de%20dos%20enraizantes%20en%20Bamb%c3%ba%20en%20la%20Producci%c3%b3n%20de%20P.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cano Rodríguez, B. G. (2020). *Propagación vegetativa de Guadua aff. angustifolia a partir de chusquines en condiciones de vivero*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria LaMolina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4484/cano-rodriguez-bruno-german.pdf?sequence=1>.
- Cobeña Rosero, J. y Paz Ramos. (2023). *Propagación vegetativa de cacao (Theobroma cacao L.) mediante estacas con la implementación de tres sustancias enraizantes en la Parroquia la Unión del Cantón Valencia*. [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10082/1/UTC-PIM-000611.pdf>.
- Centro de Investigación de Ecosistema Acuático (CIDEA). (2006). *El Manglar, ecosistema de vida*. Archivo digital. https://www.crc.uri.edu/download/Folleto-de-Manglar_ljs_508.pdf.
- Córdova Ruiz, E (2019). *Aplicación de extractos vegetales en la propagación asexual de estacas de valeriana (Valeriana sp)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de

Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/07700641-e79a-4d8b-a414-d39444977b14/content>.

Cotrina Sánchez, D. (2017). *Propagación vegetativa de ramas laterales y chusquines de Guadua angustifolia Kunth utilizando enraizantes root hor en condiciones de vivero en Amazonas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Recuperado de: https://www.academia.edu/35705161/PROPAGACION_VEGETATIVA_DE_RAMAS_LATERALES_Y_CHUSQUINES_DE_Guadua_angustifolia_Kunth_UTILIZANDO_ENRAIZANTE_ROOT_HOOR_EN_CONDICIONES_DE_VIVERO_EN_AMAZONAS.

Flores Lozano, Y. M. (2019). *Efecto de la hormona Root – Hor en el enraizamiento del bambú (Guadua angustifolia Kunth) en condiciones de vivero*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria De La Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b5d23335-306d-41c3-ae99-cf3ab6dab479/content>.

Giraldo, L., Ríos, H., Polanco, M. (2009). Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de investigación agraria y ambiental* 0(1) 2009: 41-47. Recuperado de: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-particular-de-loja/biodiversidad-y-agroecologia/dialnet-efecto-de-dos-enraizadores-en-tres-especies-forestales-pro-3908499/100089165>.

Gonzales Mora, H. (2005). *"Elaboración de una propuesta para el aprovechamiento y la transformación del bambú en el ámbito del PRODAPP (Puerto Inca Oxapampa)"*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria la Molina].

Grupo Andina (2022). *Ficha Técnica, Root Hor*. http://www.grupoandina.com.pe/media/uploads/ficha_tecnica/ft-root-hor.pdf

- Jó-García, M., Hernández, R., Estévez, M. (2020). Extracto de *Aloe vera* L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. *Avances*, 22(1), 110—122. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/513/1598>
- Mercedes, J. (2006). *Guía técnica cultivo de bambú*. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2006.38 p. Archivo digital. <https://intranet.cedaf.org.do/digital/bambu.pdf>
- Miranda, D., Maqueira, D., Díaz, M., Ravelo, Y., Ravelo, K. (2023). Efecto de un hidrogel natural a base de *Aloe vera* en diferentes dosis sobre parámetros de crecimiento del *Lycopersicon esculentum* L. Revista *ECOVIDA* Vol.13.
- Morales Coque, A (2021). *Evaluación de la eficiencia de dos enraizantes naturales a base de lenteja (*Lens culinaris*) y sábila (*Aloe vera*) en álamo plateado y aliso en el vivero de Las Acacias del barrio San Sebastián de Salcedo durante el periodo actual*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/192fa546-8c83-4575-acbf-596c4fc4064d>.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (2011). *Bambú: Biología, cultivo, manejo y usos en el Perú*. Lima-Perú.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Manual de Viveros Forestales*, Guayaquil – Ecuador. Archivo digital. <https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2023/09/MANUAL-VIVEROS-FORESTALES.pdf>.
- Palacios Oblitas, I. y Vallejos Dávila, J. (2020). *Evaluación del enraizamiento de esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) utilizando tres dosis de agua de coco (*Cocos nucifera* L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad nacional de Jaén]. https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/166/1/Palacios_OIG_Vallejos_DJH.pdf.
- Prado, J. (2015). *Plantaciones forestales más allá de los árboles*. <https://cifag.cl/wp-content/uploads/2019/04/Libro-plantaciones.pdf>.

- PERUBAMBÚ. (2013). *Promoción de la rehabilitación, manejo y uso sostenible de los bosques tropicales de bambú en la región noroccidental del Perú*. La Molina-Lima-Perú. <https://es.scribd.com/document/570184327/Bosques-Tropicales-de-Bambu-Peru-2013>.
- Poicón Rengifo, M. (2015). *Propagación de bambú a travez de esquejes utilizando humus de lombriz y bioregulador (Root-Hor)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/629/T.FRS-234.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Real Academia Española (RAE). (2024). Propágulo. <https://dle.rae.es/prop%C3%A1gulo>.
- Rodríguez, H. y Hechevarría, I. (2004). Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) N. L. Burm. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9(2). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962004000200006.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2023). *Perspectivas climáticas. Periodo: julio – septiembre 2023*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-36.pdf>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2018). *Manual técnico de la caña de guayaquil (Guadua angustifolia): Sistematización de experiencias en la región de Piura*. <https://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/523>.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2021). *Manual de manejo integral del bambú (Guadua angustifolia)*. Experiencia en la región de Amazonas. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2364306/Manual%20de%20manejo%20integral%20del%20bambu%CC%81%20%28pag%29.pdf.pdf>.
- 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%20Nacional%20para%20el%20Desarrollo%20del%20Bamb%C3%BA%20%28PROBAMB%C3%9A%29%202022-2025.pdf.pdf>.

Taboada Pérez, J. (2020). *Propagación vegetativa de bambú (Guadua angustifolia Kunth) mediante esquejes inducidos en tres sustancias de enraizantes en la provincia de Jaén-Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/168/1/Taboada_PJL.pdf.

Tinta Quispilema, K. E. (2022). *Evaluación de extractos vegetales para el enraizamiento de Arrayán (Luma apiculata) y Álamo (Populus alba) mediante propagación por estacas*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c9ad6738-e99d-45ff-b820-695772c56a4c/content>.

Ticona Medina, E. (2022). *Evaluación del enraizamiento de saúco (Sambucus nigra L.) bajo el uso de enraizadores naturales para la producción de plantines en el centro experimental Cota Cota*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29732/T-3036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Villar Cabeza, M. A., Marcelo Bazán, F. E., & Basely Villanueva, J. R. (2018). *Estudio silvicultural de la Quina (Cinchona officinalis L.)*. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/887>.

Villon Torres, A. A. (2021). *Evaluación de dosis de Aloe vera como enraizante natural en esquejes de café robusta (Coffea canephora) en el centro de apoyo Maglaralto*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/73ea4c72-ca57-4b2c-9286-c482dca68aee/content>.

ANEXOS

Tabla 14.

Croquis de distribución de tratamientos en el campo experimental

CT4 - 19	CT0 - 20	CT0 - 19	CT1 - 20	CT1 - 18	CT5 - 18
CT4 - 14	CT1 - 14	CT5 - 16	CT1 - 15	CT0 - 16	CT2 - 15
CT3 - 15	CT4 - 13	CT3 - 17	CT3 - 10	CT4 - 17	CT5 - 1
CT4 - 10	CT2 - 9	CT5 - 5	CT4 - 9	CT2 - 12	CT4 - 12
CT0 - 8	CT1 - 6	CT2 - 6	CT5 - 10	CT1 - 1	CT0 - 6
CT2 - 7	CT5 - 3	CT1 - 7	CT0 - 1	CT2 - 2	CT1 - 3
CT3 - 2	CT5 - 8	CT0 - 7	CT3 - 1	CT1 - 4	CT0 - 3
CT2 - 8	CT3 - 9	CT0 - 9	CT4 - 8	CT1 - 5	CT5 - 2
CT2 - 20	CT3 - 16	CT3 - 20	CT4 - 20	CT4 - 7	CT5 - 11
CT0 - 15	CT3 - 18	CT4 - 18	CT1 - 16	CT4 - 15	CT5 - 19
CT4 - 6	CT1 - 11	CT4 - 11	CT1 - 13	CT2 - 13	CT5 - 4
CT0 - 11	CT3 - 13	CT1 - 10	CT5 - 6	CT2 - 11	CT3 - 6
CT5 - 12	CT3 - 8	CT4 - 4	CT4 - 2	CT2 - 1	CT1 - 9
CT2 - 5	CT0 - 4	CT2 - 17	CT0 - 14	CT5 - 7	CT0 - 18
CT0 - 10	CT5 - 14	CT2 - 3	CT4 - 16	CT3 - 3	CT3 - 7
CT5 - 20	CT3 - 4	CT1 - 8	CT1 - 2	CT3 - 6	CT4 - 1
CT5 - 9	CT2 - 10	CT3 - 14	CT1 - 19	CT0 - 12	CT0 - 13
CT4 - 3	CT5 - 15	CT2 - 16	CT1 - 12	CT2 - 14	CT3 - 5
CT0 - 17	CT2 - 18	CT0 - 5	CT3 - 19	CT1 - 17	CT2 - 19
CT2 - 4	CT5 - 17	CT5 - 13	CT4 - 5	CT3 - 12	CT0 - 2

CT0

Sin tratamiento.

CT1

25% de gel de sábila en un litro de agua.

CT2

50% de gel de sábila en un litro de agua.

CT3

75% de gel de sábila en un litro de agua.

CT4

100% de gel de sábila en un litro de agua.

CT5

0,5 % del regulador sintético (Root Hor).

Formato 1. Número de brotes a los 15 días

		NÚMERO DE BROTES (15 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	0	1	0	0	1	0
	2	1	0	0	1	1	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	1	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	1	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0
	9	1	0	0	0	0	0
	10	0	0	1	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0
	15	1	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0
	17	0	1	0	1	0	0
	18	0	0	0	0	0	0
	19	0	1	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	1	0
TOTAL		4	3	1	2	4	0

Formato 2. Altura del brote a los 15 días

		ALTURA DEL BROTE (15 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	0	2.2	0	0	3.4	0
	2	3.5	0	0	1	3.2	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	2.4	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	2.5	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0
	9	2.8	0	0	0	0	0
	10	0	0	2.1	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0
	15	3.2	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0
	17	0	2.0	0	1	0	0
	18	0	0	0	0	0	0
	19	0	1.8	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	2.2	0
TOTAL	12	6	2.1	2	11.2	0	

Formato 1. Número de brotes a los 30 días

		NÚMERO DE BROTES (30 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	1	1	0	0	1	0
	2	1	1	1	1	1	0
	3	0	0	0	0	1	0
	4	1	0	1	1	1	0
	5	0	1	1	0	0	0
	6	1	0	0	0	0	0
	7	1	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	1	0	0
	9	1	0	1	0	0	0
	10	0	1	1	1	0	0
	11	0	1	0	0	1	0
	12	0	0	0	1	1	0
	13	1	0	1	1	1	0
	14	0	0	0	0	1	0
	15	1	0	0	0	0	0
	16	1	1	1	0	0	0
	17	1	1	0	1	1	0
	18	0	0	1	1	0	0
	19	1	1	0	0	0	0
	20	1	1	1	1	1	0
TOTAL		12	9	9	9	10	0

Formato 2. Altura del brote a los 30 días

		ALTURA DEL BROTE (30 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	3.2	2.4	0	0	3.3	0
	2	3.8	2.7	2.3	2.6	3.5	0
	3	0	0	0	0	2.9	0
	4	3.0	0	2.5	2.8	2.9	0
	5	0	2.8	2.4	0	0	0
	6	2.7	0	0	0	0	0
	7	2.5	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	2.7	0	0
	9	3.0	0	2.4	0	0	0
	10	0	2.9	2.6	2.1	0	0
	11	0	2.8	0	0	2.7	0
	12	0	0	0	2.0	3.0	0
	13	3.0	0	2.8	2.4	3.1	0
	14	0	0	0	0	2.9	0
	15	3.3	0	0	0	0	0
	16	2.9	2.2	2.5	0	0	0
	17	3.0	2.5	0	2.4	2.8	0
	18	0	0	2.8	2.9	0	0
	19	2.5	2.3	0	0	0	0
	20	2.8	2.4	3.0	2.4	2.7	0
TOTAL		35.7	23	23.3	22.3	29.8	0

Formato 1. Número de brotes a los 45 días

		NÚMERO DE BROTES (45 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	2	1	1	0	1	0
	2	1	1	1	1	1	0
	3	1	0	1	0	1	1
	4	1	0	1	1	1	0
	5	0	1	1	1	0	0
	6	1	1	0	0	1	0
	7	1	0	1	0	0	0
	8	1	1	0	1	1	0
	9	1	1	1	0	1	1
	10	1	1	1	1	1	1
	11	1	1	0	0	1	1
	12	1	1	1	1	1	0
	13	2	1	1	1	1	0
	14	0	0	0	0	1	0
	15	1	1	0	1	0	0
	16	1	1	1	0	1	0
	17	2	1	0	1	2	0
	18	1	1	1	1	1	1
	19	1	1	1	1	0	0
	20	1	1	1	1	1	1
TOTAL		21	16	14	12	17	6

Formato 2. Altura del brote a los 45 días

		ALTURA DEL BROTE (45 DÍAS)						
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO	
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR		
REPETICIONES		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
		1	10.2	7.8	6.8	0.0	11.2	0
		2	10.0	8.5	8.1	8.8	10.5	0.0
		3	7.8	0.0	7.9	0.0	10.8	2.5
		4	8.9	0.0	7.5	9.5	9.9	0.0
		5	0.0	10.2	6.2	5.8	0.0	0
		6	9.2	8.8	0.0	0	11.8	0
		7	12.1	0.0	7.8	0	0.0	0
		8	10.0	8.0	0.0	8.7	9.2	0
		9	10.5	9.2	7.5	0.0	9.4	3.0
		10	9.8	9.9	8.1	7.1	7.2	3.4
		11	10.5	8.1	0.0	0.0	11.1	3.5
		12	9.4	10.8	8.1	6.9	12.5	0
		13	11.8	7.9	9.8	10.0	11.0	0
		14	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0
		15	10.1	3.5	0.0	5.8	0	0
		16	10.2	7.1	8.1	0.0	8.7	0
		17	13.8	8.8	0.0	8.1	12.8	0
		18	12.2	9.2	9.8	8.2	10.2	3.9
		19	10.8	7.5	7.1	3.5	0.0	0
		20	11.2	10.6	8.9	7.2	11.2	3.2
TOTAL	188.5	135.9	111.7	89.6	167.7	19.5		

Formato 1. Número de brotes a los 60 días

		NÚMERO DE BROTES (60 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
REPETICIONES		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
	1	3	1	1	0	2	0
	2	2	2	1	1	2	0
	3	1	0	1	0	2	1
	4	2	0	2	2	2	0
	5	0	2	1	1	0	0
	6	2	1	0	0	1	0
	7	1	0	2	0	0	0
	8	2	1	0	1	1	0
	9	2	1	1	0	1	1
	10	1	2	2	1	1	1
	11	1	2	0	0	2	1
	12	2	2	1	1	2	0
	13	4	1	2	1	1	0
	14	0	0	0	0	3	0
	15	2	1	0	1	0	0
	16	2	2	1	0	1	0
	17	3	2	0	1	3	0
	18	1	1	2	1	1	1
	19	2	1	1	1	0	0
	20	2	2	1	1	2	1
TOTAL	35	24	19	13	27	6	

Formato 2. Altura del brote a los 60 días

		ALTURA DEL BROTE (60 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	15.2	12.8	10.8	0.0	15.2	0.0
	2	14.0	13.5	12.1	11.8	13.9	0.0
	3	13.0	0.0	11.9	0.0	13.5	2.7
	4	14.3	0.0	11.5	12.1	12.9	0.0
	5	0.0	14.2	11.2	9.8	0.0	0
	6	14.2	13.8	0.0	0	14.8	0
	7	16.1	0.0	11.8	0	0.0	0
	8	15.0	12.0	0.0	12.7	12.1	0
	9	15.5	12.2	11.5	0.0	12.2	3.2
	10	13.8	13.9	12.1	11.1	12.0	3.7
	11	14.5	13.1	0.0	0.0	14.0	4.0
	12	14.4	13.8	11.1	10.9	15.8	0
	13	16.8	11.9	13.8	12.0	15.0	0
	14	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	0
	15	14.1	11.5	0.0	8.8	0	0
	16	14.2	12.1	11.1	0.0	12.9	0
	17	17.8	12.8	0.0	11.1	16.5	0
	18	14.2	13.2	13.8	11.5	13.8	4.1
	19	13.8	11.5	11.1	10.9	0.0	0
	20	14.2	14.6	12.9	11.7	14.5	3.3
TOTAL		265.1	206.9	166.7	134.4	223.3	21

Formato 1. Número de brotes a los 75 días

		NÚMERO DE BROTES (75 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	4	1	1	0	3	0
	2	3	2	1	1	2	0
	3	2	0	1	0	2	1
	4	3	0	2	3	3	0
	5	0	3	1	1	0	0
	6	2	2	0	0	2	0
	7	2	0	2	0	0	0
	8	3	1	0	1	1	0
	9	3	1	1	0	2	2
	10	2	2	2	1	1	1
	11	2	2	0	0	2	1
	12	3	2	1	1	2	0
	13	4	1	2	1	3	0
	14	0	0	0	0	3	0
	15	3	1	0	1	0	0
	16	3	2	1	0	2	0
	17	4	2	0	1	3	0
	18	2	1	2	2	2	1
	19	2	1	1	1	0	0
	20	3	3	2	2	3	1
TOTAL	50	27	20	16	36	7	

Formato 2. Altura del brote a los 75 días

		ALTURA DEL BROTE (75 DÍAS)						
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO	
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR		
REPETICIONES		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
		1	20.0	14.5	12.5	0.0	17.5	0.0
		2	18.0	14.7	14.2	14.2	17.1	0.0
		3	16.0	0.0	13.5	0.0	16.2	3.2
		4	17.3	0.0	13.2	14.8	14.2	0.0
		5	0.0	15.6	13.0	11.8	0.0	0.0
		6	16.2	15.2	0.0	0.0	17.0	0.0
		7	19.3	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0
		8	18.5	14.6	0.0	15.2	15.5	0.0
		9	18.5	14.1	13.2	0.0	15.8	3.5
		10	15.6	16.1	14.5	14.2	15.0	4.2
		11	16.1	15.8	0.0	0.0	17.7	4.8
		12	16.0	16.0	13.1	12.2	18.5	0.0
		13	20.5	13.5	15.5	15.2	18.2	0.0
		14	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	0.0
		15	17.5	13.8	0.0	11.2	0.0	0.0
		16	18.6	14.5	13.8	0.0	16.8	0.0
		17	20.4	14.8	0.0	14.2	19.8	0.0
		18	16.7	15.2	16.8	14.5	17.5	4.8
		19	16.2	13.2	13.2	14.1	0.0	0.0
		20	18.6	16.2	14.2	14.7	17.2	3.5
TOTAL	320	237.8	194.2	166.3	271.9	24		

Formato 1. Número de brotes a los 90 días

		NÚMERO DE BROTES (90 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	5	2	2	0	3	0
	2	4	3	2	2	3	0
	3	3	0	2	0	3	1
	4	4	0	3	3	4	0
	5	0	4	2	1	0	0
	6	3	3	0	0	2	0
	7	3	0	3	0	0	0
	8	4	2	0	2	3	0
	9	4	2	2	0	3	2
	10	3	3	3	1	2	2
	11	3	3	0	0	3	1
	12	4	3	1	1	4	0
	13	6	2	3	2	4	0
	14	0	0	0	0	4	0
	15	4	2	0	1	0	0
	16	4	3	2	0	3	0
	17	5	3	0	2	5	0
	18	3	3	3	3	3	1
	19	3	3	2	1	0	0
	20	4	4	3	2	4	1
TOTAL	69	45	33	21	53	8	

Formato 2. Altura del brote a los 90 días

		ALTURA DEL BROTE (90 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	25.3	17.8	16.0	0.0	20.5	0.0
	2	20.0	20.4	15.8	16.2	20.8	0.0
	3	18.3	0.0	16.2	0.0	19.5	3.6
	4	20.1	0.0	16.8	17.2	20.1	0.0
	5	0.0	19.9	17.2	13.2	0.0	0.0
	6	18.5	19.8	0.0	0.0	20.0	0.0
	7	25.8	0.0	17.6	0.0	0.0	0.0
	8	22.9	19.1	0.0	17.3	19.5	0.0
	9	22.5	17.8	17.8	0.0	18.2	4.0
	10	18.5	20.1	18.6	16.0	19.1	4.8
	11	20.2	20.2	0.0	0.0	21.2	5.0
	12	19.5	21.0	18.0	15.2	22.2	0.0
	13	23.6	17.9	19.5	15.3	24.1	0.0
	14	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	0.0
	15	24.5	18.5	0.0	14.1	0.0	0.0
	16	25.8	18.5	17.2	0.0	18.1	0.0
	17	27.5	18.9	0.0	17.2	24.6	0.0
	18	22.0	21.4	19.5	16.0	21.2	5.2
	19	20.4	17.5	16.8	16.2	0.0	0.0
	20	25.4	21.0	19.4	17.8	21.0	3.8
TOTAL		400.8	309.8	246.4	191.7	332.5	26.4

Formato 1. Número de brotes a los 105 días

		NÚMERO DE BROTES (105 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	5	2	2	0	3	0
	2	4	3	2	2	3	0
	3	3	0	2	0	3	1
	4	4	0	3	3	4	0
	5	0	4	2	1	0	0
	6	3	3	0	0	2	0
	7	3	0	3	0	0	0
	8	4	2	0	2	3	0
	9	4	2	2	0	3	2
	10	3	3	3	1	2	2
	11	3	3	0	0	3	1
	12	4	3	1	1	4	0
	13	6	2	3	2	4	0
	14	0	0	0	0	4	0
	15	4	2	0	1	0	0
	16	4	3	2	0	3	0
	17	5	3	0	2	5	0
	18	3	3	3	3	3	1
	19	3	3	2	1	0	0
	20	4	4	3	2	4	1
TOTAL	69	45	33	21	53	8	

Formato 2. Altura del brote a los 105 días

		ALTURA DEL BROTE (105 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	28.5	20.5	17.0	0.0	22.0	0.0
	2	23.2	23.2	18.5	18.0	24.0	0.0
	3	21.4	0.0	20.2	0.0	23.2	3.8
	4	22.5	0.0	21.2	22.0	22.8	0.0
	5	0.0	22.5	20.1	13.0	0.0	0.0
	6	21.2	21.2	0.0	0.0	22.0	0.0
	7	27.1	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0
	8	24.0	21.1	0.0	20.2	20.2	0.0
	9	25.3	20.2	18.0	0.0	20.5	4.8
	10	22.4	21.5	21.5	17.0	19.0	5.5
	11	22.2	22.2	0.0	0.0	22.0	5.0
	12	23.8	23.5	17.0	16.6	25.0	0.0
	13	28.0	19.0	22.0	21.0	25.0	0.0
	14	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	0.0
	15	25.6	20.5	0.0	14.0	0.0	0.0
	16	26.8	22.3	20.5	0.0	21.8	0.0
	17	28.2	20.3	0.0	17.9	26.0	0.0
	18	23.1	22.2	23.0	22.2	23.0	5.5
	19	23.5	19.5	20.0	18.0	0.0	0.0
	20	26.0	23.1	21.0	20.0	24.0	4.0
TOTAL	442.8	342.8	279	219.9	364.7	28.6	

Formato 1. Número de brotes a los 120 días

		NÚMERO DE BROTES (120 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	5	2	2	0	3	0
	2	4	3	2	2	3	0
	3	3	0	2	0	3	1
	4	4	0	3	3	4	0
	5	0	4	2	1	0	0
	6	3	3	0	0	2	0
	7	3	0	3	0	0	0
	8	4	2	0	2	3	0
	9	4	2	2	0	3	2
	10	3	3	3	1	2	2
	11	3	3	0	0	3	1
	12	4	3	1	1	4	0
	13	6	2	3	2	4	0
	14	0	0	0	0	4	0
	15	4	2	0	1	0	0
	16	4	3	2	0	3	0
	17	5	3	0	2	5	0
	18	3	3	3	3	3	1
	19	3	3	2	1	0	0
	20	4	4	3	2	4	1
TOTAL		69	45	33	21	53	8

Formato 2. Altura del brote a los 120 días

		ALTURA DEL BROTE (120 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
		25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)
REPETICIONES	1	30.0	22.0	18.0	0.0	24.0	0.0
	2	25.0	25.0	20.0	20.0	26.0	0.0
	3	22.0	0.0	22.0	0.0	25.0	4.0
	4	24.5	0.0	25.0	24.0	24.8	0.0
	5	0.0	24.5	22.0	15.0	0.0	0.0
	6	23.0	23.0	0.0	0.0	24.0	0.0
	7	29.8	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0
	8	26.0	23.0	0.0	22.2	23.0	0.0
	9	26.3	22.0	20.0	0.0	23.5	5.0
	10	24.0	24.0	23.5	19.0	21.0	6.0
	11	24.2	24.2	0.0	0.0	25.0	5.5
	12	25.0	25.0	18.0	18.6	27.0	0.0
	13	30.0	21.0	24.0	23.0	27.0	0.0
	14	0.0	0.0	0.0	0.0	26.2	0.0
	15	27.0	22.0	0.0	16.0	0.0	0.0
	16	28.0	24.3	22.0	0.0	23.8	0.0
	17	30.0	23.0	0.0	20.0	28.0	0.0
	18	24.0	24.0	25.0	24.0	25.0	6.0
	19	25.0	21.0	21.0	20.0	0.0	0.0
	20	28.0	25.0	23.0	22.0	26.0	4.5
TOTAL		471.8	373	304.5	243.8	399.3	31

Formato 3. Porcentaje de supervivencia a los 120 días

		PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (120 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	1	1	1	0	1	0
	2	1	1	1	1	1	0
	3	1	0	1	0	1	1
	4	1	0	1	1	1	0
	5	0	1	1	1	0	0
	6	1	1	0	0	1	0
	7	1	0	1	0	0	0
	8	1	1	0	1	1	0
	9	1	1	1	0	1	1
	10	1	1	1	1	1	1
	11	1	1	0	0	1	1
	12	1	1	1	1	1	0
	13	1	1	1	1	1	0
	14	0	0	0	0	1	0
	15	1	1	0	1	0	0
	16	1	1	1	0	1	0
	17	1	1	0	1	1	0
	18	1	1	1	1	1	1
	19	1	1	1	1	0	0
	20	1	1	1	1	1	1
TOTAL	18	16	14	12	16	6	

Formato 4. Número de raíces a los 120 días

		NÚMERO DE RAÍCES (120 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	20	13	9	0	15	0
	2	15	15	11	8	16	0
	3	14	0	10	0	13	2
	4	26	0	12	9	12	0
	5	0	14	10	8	0	0
	6	14	12	0	0	16	0
	7	20	0	10	0	0	0
	8	17	12	0	9	14	0
	9	18	10	11	9	14	2
	10	14	15	12	8	13	3
	11	14	14	0	0	16	2
	12	18	15	8	7	17	0
	13	20	10	12	9	16	0
	14	0	0	0	0	15	0
	15	16	12	0	5	0	0
	16	17	15	10	0	14	0
	17	19	11	0	8	17	0
	18	15	12	12	9	15	2
	19	15	10	10	7	0	0
	20	17	15	11	7	16	1
TOTAL	309	205	148	103	239	12	

Formato 5. Longitud de raíces a los 120 días

		LONGITUD DE RAÍCES (120 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	28	16.6	14	0	16.8	0
	2	22	19.6	14	13	18	0
	3	22	0	12.8	0	14	3
	4	26.3	0	18	13.8	14	0
	5	0	18.3	14	12	0	0
	6	23	15.2	0	0	20	0
	7	28.2	0	13.2	0	0	0
	8	26	14.7	0	13	19.5	0
	9	26.5	12	13.5	16	18	2
	10	21	19.2	15.3	12.2	17	4.5
	11	23.7	16.4	0	0	19.7	3
	12	27	20	12	10	23.4	0
	13	28	12	14	15.8	20	0
	14	0	0	0	0	16.8	0
	15	25.1	13.5	0	9.6	0	0
	16	26	17.2	13.8	0	17	0
	17	28	12	0	13	24	0
	18	24	14.2	17	17	18.2	2
	19	23.9	13	11	12	0	0
	20	27	20	14.5	12.5	19	1.5
TOTAL	455.7	253.9	197.1	169.9	295.4	16	

Formato 6. Porcentaje de enraizamiento a los 120 días

		PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO (120 DÍAS)					
		BIOESTIMULANTE NATURAL				BIOESTIMULANTE SINTÉTICO	TESTIGO
		GEL DE SÁBILA				ROOT HOR	
	25% (T1)	50% (T2)	75% (T3)	100% (T4)	0,5 % (T5)	0% (T0)	
REPETICIONES	1	1	1	1	0	1	0
	2	1	1	1	1	1	0
	3	1	0	1	0	1	1
	4	1	0	1	1	1	0
	5	0	1	1	1	0	0
	6	1	1	0	0	1	0
	7	1	0	1	0	0	0
	8	1	1	0	1	1	0
	9	1	1	1	0	1	1
	10	1	1	1	1	1	1
	11	1	1	0	0	1	1
	12	1	1	1	1	1	0
	13	1	1	1	1	1	0
	14	0	0	0	0	1	0
	15	1	1	0	1	0	0
	16	1	1	1	0	1	0
	17	1	1	0	1	1	0
	18	1	1	1	1	1	1
	19	1	1	1	1	0	0
	20	1	1	1	1	1	1
TOTAL	18	16	14	12	16	6	