

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) en la
propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth
(bambú), Pichari, La Convención - Cusco, 2020**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:
Bach. Guiler Ovidio PEREZ PERALTA

ASESOR:
Dr. Rómulo Agustín SOLANO RAMOS

AYACUCHO - PERÚ

2024

Con mucho cariño y amor a mis padres, Lidia Peralta Guillen y Ulises Pérez Pérez,

A mi esposa Yesenia Vila Ramírez.

A mis hijas Camile y Kataleya.

Quienes me apoyaron y me apoyan.

Mil gracias y lluvia de bendiciones para cada una de ellas

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga *alma mater* de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal por las enseñanzas en conocimiento y valores formándome profesionalmente al servicio de la sociedad.

Al Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos, asesor en el proceso de la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Mg. Carlos Malpica Ramos, coasesor y docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal. por contribuir con sus conocimientos para culminar el presente informe.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	x
Introducción	1

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.2. Bases teóricas	8
1.2.1. <i>Hormonas</i>	8
1.2.2. <i>¿Qué son las hormonas vegetales?</i>	9
1.2.3. <i>De ‘hormonas’ a reguladores de crecimiento</i>	10
1.2.4. <i>Propagación vegetativa</i>	15
1.2.5. <i>Cuidados especiales</i>	17
1.2.6. <i>Fisiología del enraizamiento del Bambú</i>	17
1.2.7. <i>Bases fisiológicas de la formación de raíces adventicias</i>	17
1.2.8. <i>Bambú (Guadua angustifolia Kunth)</i>	20
1.2.9. <i>Clima y suelo</i>	27
1.2.10. <i>Propagación</i>	27
1.2.11. <i>Plagas y enfermedades</i>	29
1.2.12. <i>Mercado del bambú</i>	30
1.2.13. <i>Áreas potenciales para la reforestación con bambú</i>	31
1.2.14. <i>Sustratos</i>	31
1.2.15. <i>Medios para el enraizamiento</i>	32
1.2.16. <i>Tratamiento de estacas con hormonas promotoras del enraizamiento</i>	33
1.2.17. <i>Hormonas vegetales</i>	33
1.2.18. <i>Condiciones ambientales para el enraizamiento de estacas</i>	34
1.3. Marco conceptual.....	34

1.3.1. Vivero	34
1.3.2. Bolsa de polietileno	35
1.3.3. Sustrato.....	35
1.3.4. Humus de lombriz.....	35
1.3.5. Arena fina	35
1.3.6. Ácido indol butírico (AIB)	35
1.3.7. Multiplicación o propagación vegetativa.....	35

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	36
2.1. Ubicación del ámbito de estudio	36
2.1.1. Ubicación geográfica	36
2.1.2. Límites	36
2.2. Extensión territorial.....	37
2.3. Características climáticas del distrito de Pichari	37
2.4. Condiciones edáficas.....	38
2.5. Materiales y equipos.....	39
2.5.1. Equipos	39
2.5.2. Herramientas	39
2.5.3. Insumo	39
2.6. Variables	39
2.6.1. Variable independiente	39
2.6.2. Variable dependiente	40
2.7. Método procedimental.....	40
2.7.1. Población.....	40
2.7.2. Muestra.....	40
2.8. Unidad de análisis	40
2.9. Diseño experimental.....	40
2.10. Análisis estadístico	40
2.11. Distribución del campo experimental.....	41
2.12. Conducción del ensayo.....	41
2.12.1. Obtención de semillas.....	41
2.12.2. Ficha técnica del Root- Hor	42
2.12.3. Modo de acción	42

2.12.4. <i>Momento de aplicación</i>	43
2.13. Parámetros a evaluar	44
2.13.1. <i>Porcentaje de enraizamiento (%)</i>	44
2.13.2. <i>Tiempo de enraizamiento (días)</i>	44
2.13.3. <i>Número de brotes (unidad)</i>	45
2.14. Procesamiento de datos	45

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
3.1. Número de raíces	46
3.2. Longitud de raíz.....	48
3.3. Número de brotes	49
3.4. Tiempo de permanencia en el vivero.....	51
3.5. Análisis económico	52
3.5.1. <i>Costos de propagación de esquejes</i>	52
3.5.2. <i>Ingreso bruto de propagación</i>	53
3.5.3. <i>Ingreso neto de propagación</i>	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. <i>Categorías de uso actual de la tierra</i>	38
Tabla 3.1. <i>Análisis de variancia del número de raíces del bambú con cinco dosis de enraizador. Pichari 550 msnm</i>	46
Tabla 3.2. <i>Análisis de variancia de longitud de raíces del bambú con cinco dosis de enraizador. Pichari 550 msnm</i>	48
Tabla 3.3. <i>Análisis de variancia del número de brotes del bambú con cinco dosis de enraizadores. Pichari 550 msnm</i>	49
Tabla 3.4. <i>Costos de propagación de esquejes de bambú en Pichari</i>	52
Tabla 3.5. <i>Propagación de 600 y 1200 esquejes de bambú, precio unitario y el ingreso bruto por ventas de plántones</i>	53
Tabla 3.6. <i>Ingreso neto de propagación de esquejes de bambú</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. <i>Plantas de Guadua angustifolia Kenth</i>	26
Figura 2.1. <i>Mapa de ubicación del distrito de Pichari</i>	37
Figura 2.2. <i>Balance hídrico histórico del distrito de Pichari, La Convención, Cusco</i>	38
Figura 2.3. <i>Croquis de distribución de los tratamientos en el vivero</i>	41
Figura 3.1. <i>Prueba de Tukey del número de raíces de bambú en las diferentes dosis de enraizantes en Pichari a 550 msnm</i>	47
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey de la longitud de raíz en las diferentes dosis de enraizantes</i>	48
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey del número de brotes en las diferentes dosis de enraizantes</i>	50
Figura 3.4. <i>Promedio de tiempo (meses) de permanencia en el vivero en los diferentes tratamientos</i>	51

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Parámetros evaluados en el ensayo: Efectos del Root-Hoor en el bambú</i>	61
Anexo 2. <i>Costo total de producción efecto del Root-Hoor en bambú-Pichari</i>	62
Anexo 3. <i>Panel fotográfico.....</i>	63

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de determinar el efecto de cinco dosis de Root-Hor en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú), Pichari, Cusco. El diseño estadístico utilizado fue Completamente Randomizado (DCR) con cinco dosis (0, 5, 10, 15 y 20 ml/lt) con cuatro repeticiones y 20 plantas por unidad experimental. en condición de vivero. Los esquejes de bambú se obtuvieron en el Centro Poblado de Quisto Valle, Pichari, Los parámetros de evaluación fueron, número y longitud de raíces (cm), número de brotes y tiempo de permanencia en vivero (meses). Se realizó el análisis de varianza y prueba de contraste de Tukey obteniéndose los siguientes resultados: La dosis de 20 ml de Root-Hor/lt de agua aplicado en esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) permite alcanzar el mayor número de raíces (20.5), de brotes (5.88), la mayor longitud de raíces (27.28 cm) y el menor tiempo en el vivero (1.5 meses) que los demás tratamientos. El análisis económico corresponde al tratamiento 5 (20 ml de Root-hor/lt de agua) con la propagación de 600 y 1200 plantones de bambú, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente, asimismo, el costo unitario de un plantón propagada es de 3.98 y 2.66 soles, respectivamente; lo que nos permite señalar que cuando se propagan el mayor número de plantones los costos se reducen y viceversa

Palabras clave: vivero, *Guadua angustifolia*, esqueje y propagación vegetativa.

INTRODUCCIÓN

El bambú, es una especie forestal de gran potencial para su cultivo en varias partes de la América tropical, incluyendo el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), debido a sus propiedades endógenas, rico en fibra, que regula el tránsito intestinal y combatir el estreñimiento. Tiene alto contenido en potasio que ayuda del sistema nervioso y regula la presión arterial. En la medicina tradicional se usa como antiinflamatorio y analgésico. Es rico en Silicio, lo que ayuda a mantener los huesos sanos y es recomendable para mujeres menopáusicas y tiene propiedades antibacterianas, tiene beneficios ambientales. Es una planta sostenible, con una baja huella de carbono y resistencia natural a plagas y enfermedades, mejora la calidad del suelo y utiliza el agua de manera eficiente. En la construcción, el bambú es versátil además, el bambú es biodegradable y renovable, lo que lo convierte en una opción ecológica, crecimiento más rápido, contribuye con ventajas con el balance de la atmósfera en relación a los árboles que tardan en crecer de 10 a 20 años, es decir, que no solo emite oxígeno y captura CO₂, al igual que los árboles, sino que cuenta con otros más beneficios debido a su precocidad.

No obstante, el gran potencial del género Bambusa, hay trabajo arduo para innovar y generar una amplia gama de productos derivados de ella, en beneficio de la población. Para ello, es fundamental iniciar acciones arraigadas en la silvicultura, como la propagación asexual mediante el uso de hormonas vegetales o reguladores del crecimiento, y agilizar el enraizamiento y el desarrollo de manera que promueva las diversas funciones de sus células, tejidos y órganos. Por el contrario, necesita conocer el proceso que está tratando de controlar para determinar qué hormonas o grupos de hormonas se requieren, cuánto usar de cada una y cuándo aplicarlas para que pueda manipular el órgano vegetativo objetivo a su gusto.

En consecuencia, considerando todo lo anterior se propuso realizar el presente trabajo de investigación utilizando el regulador de crecimiento Root-Hor en la propagación asexual de esquejes de bambú, con los siguientes objetivos.

Objetivo general

Conocer la influencia de cinco dosis de regulador de crecimiento Root-Hor en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) en Pichari, Cusco.

Objetivos específicos

1. Evaluar el crecimiento y desarrollo de plántones de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) con la aplicación de las dosis del regulador de crecimiento Root-Hor.
2. Efectuar el análisis económico en la propagación de plántones de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) con la aplicación del regulador de crecimiento Root-Hor.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

Camus (2021) en su investigación titulada “Efecto de dos enraizantes en la producción de plántones de bambú (*Guadua angustifolia*) anexo de Shucayacu – Yambrasbamba – Amazonas”, determinó el efecto de dos enraizantes en la producción de plántones de bambú (*Guadua angustifolia*) de forma totalmente aleatoria, con un total de tres tratamientos (uno de los cuales sirvió como control) y siete iteraciones. Se incluyeron diez chusquines en la muestra, que incluyó 630 plántulas de bambú, encontró que:

el tratamiento 2 (750 ml de agua de coco + 4 litros de agua) presenta el mejor porcentaje con 83%, volumen radicular, con una media de 29 cm³, 41% de brotes y se obtuvo 268 brotes en un total de 5 evaluaciones. (p. 45)

Huamán (2020) en un trabajo de investigación, se probaron tres especies diferentes de bambú en Santa Ana - La Convención para la propagación espacial utilizando dos gallos diferentes en diferentes concentraciones y tres sustratos diferentes. Los criterios que se consideraron en esta evaluación fueron: especies de bambú de tres niveles: verde, amarillo y gigante, tipo de auxina con dos niveles: Ácido Indol Butírico (AIB) (Rooter) y Ácido Naftal Ácético (ANA) (Root-Hor), concentración de auxina con dos niveles: 4 ml y 8 ml/litro de agua y el factor sustrato con tres niveles: arena, tierra agrícola y Sushan, encontró que:

la tasa de supervivencia fue del 64,07 por ciento en el bambú amarillo. Pasó menos tiempo (11,04 días) entre la administración de 8 ml de Ácido Indol Butírico y sustrato de suelo agrícola, lo que resultó en tiempos de iniciación de brotes más cortos para el bambú amarillo. La longitud de la raíz fue mucho mayor en las plantas de bambú amarillo cultivadas en una solución de 8 ml de Ácido naftaleno acético en arena; la longitud promedio de la raíz fue de 14.278 cm. En comparación con el bambú amarillo, el bambú grande tenía más brotes (5,44 en

promedio), un diámetro mayor (4,607 mm), una longitud más larga (4,027 cm) y más hojas (12,865 en promedio). (p. 2)

Ojeda (2020) en un trabajo sobre “Propagación por estacas de *Retrophyllum rospigliosii* Pilger y *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) g. Nicholson con diferentes niveles de regulador de crecimiento, Jaén, Cajamarca, 2019, el objetivo fue averiguar qué tan bien las especies Romerillo (*R. rospigliosii*) y Guayacán (*T. Chrysantha*) se apostaron en un micro túnel con un sistema de riego por nebulización, utilizando varias concentraciones de regulador de crecimiento de Raíz-Hor (T1, 2.5 ml/L; T2, 5 ml/L y T3, 7.5 ml / L). Hubo tres tratamientos, tres réplicas y un grupo de control incluidos en el diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (ACB). Después de setenta y cinco días, concluyó:

al observar los efectos sobre la supervivencia y la producción de vacunas, la distribución de Fisher mostró que la T2 (5 ml/L) era la más efectiva. A los 30 días, la especie *R. rospigliosii* tuvo un mayor efecto sobre T2, mientras que, a los 15 días, el número de estacas que desarrollaron callos y el número total de callos de las dos especies se vieron mejor afectados por T2. Con base en los períodos de evaluación de 15, 30, 45, 60 y 75 días, podemos concluir que 5 ml/L de regulador de crecimiento con arena como sustrato es el óptimo para usar. (p. 39)

Aguirre (2019) en su estudio, se propuso determinar cómo diferentes combinaciones de raíces y sustratos afectaban la propagación vegetativa del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth.) a partir de brotes de rizoma en un vivero en Aucayacu. Para ello, utilizó plántulas de chusquines o guadua y las expuso a dos factores: una dosis de raíz de 5 ml/l de agua (razormín), una dosis de raíz de 5 ml/l de agua (el testigo) y una mezcla de sustratos que constaba de 80% de tierra agrícola + 20% de humus, 20% de arena de río + 10% de humus y 20% de tierra agrícola + 20% de razormín. Después de 150 días de instalación, se obtuvieron los resultados:

para las variables examinadas, emplear 5 ml/l de Razormín con un sustrato que incluía 20% de humus arrojó mejores resultados, y en cuanto al análisis económico, se determinó que todos los tratamientos fueron rentables. (p. 89)

Flores (2019) investigó el asunto para averiguar cómo afectaban las secciones de Cuerno de raíz y caña enraizadas en un vivero. Después de ser arrancados de la

CAPITAL, Tulumayo, los tallos de bambú fueron trasladados al vivero de la Unidad Académica de Tulumayo para su posterior cultivo. Se encontraron diferencias estadísticas mediante la prueba ANVA y Tukey (α : 0.05) aplicada a los siguientes factores: dosis raíz-hor (0.0 ml, 5.0 ml y 7.5 ml) y sección de caña (base, media, ápice y ramas). Se utilizó un diseño totalmente aleatorio con disposición factorial (3Ax4B):

no se observaron diferencias significativas en la interacción de factores para las variables de número de brotes, tasa de supervivencia y mortalidad de cañas propagadas. Sin embargo, los bastones que no recibieron la dosis de 7.5 ml de Root-Hor tuvieron un valor más alto de 1,051 brotes y una tasa de supervivencia del 83.33 por ciento, mientras que los bastones en la sección basal tuvieron 2,158 brotes y una tasa de mortalidad del 66.67 por ciento. Del mismo modo, hubo una diferencia estadísticamente significativa en la interacción de las variables. La combinación de 5,00 ml de Raíz-Quirófano con nivel basal dio como resultado un 100% de enraizamiento y 85,30 cm de longitud radicular, el mayor porcentaje de enraizamiento y longitud radicular jamás registrado. (p.2)

Palacios (2018) el propósito de este estudio fue investigar la respuesta agronómica del bambú a las aplicaciones de enraizamiento, encontrar el mejor producto de enraizamiento y la dosis en función del porcentaje de agarre, y determinar los efectos de la aplicación de enraizantes a esquejes de bambú y el porcentaje de agarre en la Finca Experimental "San Pablo" en la carretera Babahoyo-Montalvo en el km. 7.5. Se utilizaron un total de cinco enraizantes: Raisplant 500 a una dosis de 3.0 L/ha, Raíces 500 a 2.0 kg/ha, Extracto de algas marinas a 2.0 L/ha, Vigor de la planta a 1.0 L/ha y un grupo de control que no recibió ningún enraizante. Con base en los hallazgos, se concluyó que:

los resultados de la aplicación de enraizantes a esquejes de bambú fueron significativos cuando se utilizó el producto Raíces 500 a una dosis de 2.0 kg/ha, lo que resultó en un mayor porcentaje de agarre y raíces más largas. Raizplant 500, a una dosis de 3.0 L/ha, afectó el área foliar del esqueje, el número y longitud de brotes y el volumen radicular, mientras que Raíces 500, a una dosis de 2.0 kg/ha, resultó ser el enraizante más efectivo. (p. 2)

Sánchez (2017) como parte de su investigación, sugiere cultivar *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú) en el vivero Bambunet en el cantón Archidona, provincia de Napo, mediante propagación vegetativa utilizando

segmentos de ramas. Para mejorar el enraizamiento, sugiere usar ácido indolbutírico (AIB) y ácido naftilacético (ANA). Los resultados del ensayo muestran que:

las hormonas analizadas no proporcionaron los efectos deseados; el grupo de control (sin hormona) y el grupo de *Dendrocalamus asper* lograron las mejores tasas de supervivencia. Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las hormonas utilizadas en *Dendrocalamus asper* y *Bambusa vulgaris*, la hormona AIB produjo muchos más brotes y raíces más largas en esta última. Promover la propagación de especies multifuncionales en la Amazonía es de vital importancia ya que el bambú es comercialmente viable y proporciona dinero a los agricultores de la provincia. (p. 53)

Rodríguez (2016) en Tingo María mientras investigaba " Efecto de diferentes sustratos en el fraguado de esquejes de bambú de guayaquil (*Dendrocalamus asper* Schult. & Schult. f. Patrocinador ex K. Heyne)". El vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria de La Selva fue el sitio de la investigación. Los sustratos utilizados en el experimento provinieron de un bosque de bambú en un bosque de *C. cateniformis*, una combinación de humus y sustrato de vivero, una mezcla de humus y tierra agrícola, y una mezcla de arena y roca fosfórica. Las relaciones de los componentes fueron 50: 50 y 60: 1, respectivamente. El resultado más efectivo se logró mediante el uso de:

existe un 115.77 ± 26.37 cm de altura, 4.0 ± 3.06 brotes y 10.0 ± 2.37 hojas en el sustrato, que está compuesto por tierra agrícola (58%), arena (39%) y roca fosfórica 3%. No hubo diferencia entre las tres mezclas de sustrato en lo que respecta al aumento en el número de brotes y hojas, pero la combinación de tierra agrícola (tasa de supervivencia del 58%), arena (tasa de supervivencia del 39%) y roca fosfórica (tasa de crecimiento del 3%) resultó en el mayor porcentaje de crecimiento y aumento con 54.17% y 110.88 cm de altura, respectivamente. (p. 71)

Silva (2015) mencionó un experimento que se realizó para encontrar la dosis óptima de ácido indol butírico (AIB). El experimento involucró tres tipos diferentes de estacas (basal, media y apical) y tres concentraciones diferentes de ácido indol butírico (0, 1000 y 2000 ppm). El objetivo era enraizar estacas de barbasco (*Lonchocarpus utilis* L.). El AIB se aplicó durante tres segundos antes de plantar las clavijas de vivero. Los resultados de las evaluaciones estadísticas mostraron que:

existió un impacto notable de los tratamientos, particularmente con las dosis de ácido Indol Butírico. Por ejemplo, cuando se aplicaron 2000 ppm de AIB, el tipo de estado basal mostró una mejora en la apariencia de los brotes, con 8,75 brotes por planta. Aunque las estacas basales y medias tenían longitudes de raíz estadísticamente similares de 35,5 y 33,25 cm, respectivamente, el crecimiento de las raíces mejoró con una dosis de 1000 ppm de AIB, lo que también condujo a un mayor volumen de masa radicular en el tipo de estaca basal. (p. 2)

Ruiz (2010) el objetivo del estudio, como señala, era utilizar cámaras de subirrigación para evaluar cómo diferentes cantidades de ácido indolebutírico (0,00, 0,10, 0,15 y 0,20%), junto con tres tipos diferentes de tallos (basal, intermedio y apical), afectaron las raíces de *sacha inchi*. La operación se llevó a cabo en San Martín, Perú, en el vivero IIAP, que forma parte del Instituto de Investigaciones Amazónicas del Perú. Treinta días después, descubrió que:

los estaquillas tomados en las etapas media y basal exhibieron tasas significativamente más altas de enraizamiento (78.70 y 77.78%), número de raíces (19.21 y 15.75) y longitud de las raíces (4.07 y 4.24 cm, respectivamente). Lograr raíces efectivas en estacas de esta especie requirió el uso de AIB. El porcentaje máximo de enraizamiento (92,59 y 87,65%), número de raíces (25,94 y 20,05) y longitud de las raíces (4,25 y 4,57 cm) se lograron con dosis de AIB de 0,15 y 0,20%, respectivamente. Después de aplicar la cantidad adecuada de AIB en esquejes intermedios y basales, es factible reproducir *sacha inchi* mediante esquejes (con enraizamiento superior al 80%).

Además, muestran que hay muchas variables que afectan qué tan bien funciona el enraizamiento de las estacas, incluida la cantidad de agua que deben contener las estacas, qué tan bien funciona la fotosíntesis durante la propagación y qué tipos de sustratos y reguladores del crecimiento funcionan mejor para fomentar el inicio y desarrollo de las raíces. La mejora de la capacidad de enraizamiento en esquejes tratados con auxinas es el resultado de una división celular mejorada y la capacidad de las auxinas para facilitar la transferencia de carbohidratos y cofactores foliares a las áreas tratadas con auxinas. Las auxinas contribuyen al desarrollo de las raíces de otra manera: aumentan la división celular al estimular la síntesis de ADN. (pp 265-266)

Hernández et al. (2005) según lo mencionado, realizó una investigación en la Universidad de Córdoba de Montería en Colombia para determinar cómo afectaban diversas concentraciones de auxinas al desarrollo de raíces adventicias en estacas basales de caña flecha (*Glycerium sagittatum* Aubl.). Las estacas de tres y cuatro nudos se seleccionaron de la parte más baja del tallo de la variedad "criolla". Para AIB, ANA e IAB+Y, el estudio utilizó terapias con dosis de 0, 400, 800, 1200, 1600, y 2000 mg L⁻¹. Los resultados fueron:

a una concentración de 2000 mg L⁻¹, el AIB produjo la mayor cantidad de raíces por estaca. Cuando se combinó con 400 mg L⁻¹ de ANA o 1200 mg L⁻¹ de AIB, el 100% de las estacas arraigaron, en comparación con el 75% en el grupo de control. La longitud máxima de la raíz y la masa seca de la raíz se estimularon satisfactoriamente con 400 mg L⁻¹ de AIB + ANA. Recolectar estacas cuando las plantas madre tienen un excelente vigor vegetativo y un bajo grado de lignificación permite una propagación rápida y grande de estacas de caña flecha a un costo menor usando ANA a 400 mg L⁻¹. (p.11)

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Hormonas

Lluna (2010) menciona, que:

fue la auxina la primera fitohormona encontrada. El griego auxein significa "crecer", que es de donde proviene la palabra auxina. Charles Darwin fue el primero en plantear la hipótesis de que las plantas secretaban una sustancia química que hace que se enfrenten al sol (fototropismo) después de estudiar sus efectos sobre el alargamiento de las plantas en el siglo XIX. Aunque las auxinas están presentes en toda la planta, su producción se concentra en las zonas meristemáticas donde el desarrollo es más rápido, como en los ápices. En 1928, F. W.... Went demostró su existencia, y en 1934, Kögl y Hagen-Smith identificaron un componente de la orina que estimulaba el crecimiento de las plantas. Haagen-Smit separó rápidamente el mismo compuesto del maíz joven. El ácido indolacético (AAI), creado a partir del aminoácido triptófano, es la hormona auxínica de elección y el ingrediente activo en cuestión.

Dado que se descubrió que las auxinas puras podían inducir alteraciones significativas en los patrones de desarrollo de las plantas, el hallazgo provocó un auge de la investigación. Por otro lado, el nivel comercial se vio menos afectado

y el interés disminuyó, hasta que los investigadores centraron su atención en otras hormonas que eran más atractivas desde el punto de vista comercial. Sin embargo, las auxinas continuaron usándose en los esfuerzos de propagación debido a su utilidad en el cultivo de tejidos. Sus propiedades curativas también los hacen útiles para injertos y producción de callos, además de su uso en enraizamiento de estacas. Por ejemplo, indolebutilo, indolacético y naftalenacético son ejemplos de compuestos auxínicos puros utilizados en cantidades muy bajas para producir esquejes de vid.

Después de la Segunda Guerra Mundial, los británicos descubrieron que las auxinas, cuando se tomaban en grandes cantidades, se volvían fitotóxicas y podían usarse como herbicidas. Los investigadores de la Estación Experimental Rothamsted descubrieron que las monocotiledóneas no se ven afectadas por el 2,4 D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), pero las dicotiledóneas sí. Este fue el lugar de nacimiento de los herbicidas, que ayudaron a estimular la llamada "Revolución Verde" que despejó vastas franjas de tierra para el cultivo de granos de cereales, incluidos maíz, arroz y trigo. (p. 22)

1.2.2. *¿Qué son las hormonas vegetales?*

Lluna (2010) indica que las hormonas vegetales son:

Mensajeros químicos que proporcionan comunicación celular y coordinación de actividades. Las modificaciones en la concentración y sensibilidad del tejido permiten la regulación de la respuesta hormonal. Diferentes partes de la planta pueden biosintetizar la misma fitohormona; a diferencia de los mamíferos, las plantas no dependen de glándulas especializadas para producir estos químicos. Las fitohormonas a menudo operan en el mismo tejido que las produce, por lo que no existe una autoridad central sobre su control o su transmisión a larga distancia dentro de la planta. Este último se ejemplifica con el etileno, una hormona que hace que la fruta madure.

Debido a la generalización de las hormonas vegetales, una sola fitohormona puede afectar varios procesos, y una combinación de fitohormonas puede modular una sola función aún más. Además, las acciones de una sola hormona pueden variar tanto con respecto al tiempo como al órgano, y dado que muchas fitohormonas tienen efectos similares pero complementarios, es necesario ver el control que

proporcionan a través de la lente de una interacción entre los diversos grupos. (p. 23)

1.2.3. De 'hormonas' a reguladores de crecimiento

Lluna (2010) indica que:

Un nuevo subconjunto de la industria agroquímica ha surgido gracias al descubrimiento de las hormonas vegetales y la posterior comprensión de los procesos fisiológicos en los que influyen. Este conocimiento ha llevado al desarrollo de sustancias sintéticas o industriales conocidas como biorreguladores o reguladores del crecimiento, que han reemplazado a sus contrapartes naturales. Estas formulaciones se usan ahora en huertos comerciales. Debido a la dificultad para extraer los compuestos originales de las plantas debido a sus concentraciones extremadamente bajas y la necesidad de su producción a escala industrial a un costo razonable, los reguladores del crecimiento son compuestos sintéticos que imitan la acción de las hormonas vegetales. Estos compuestos tienen aplicaciones agrícolas masivas. Antes de utilizar reguladores de crecimiento en la agricultura comercial, es crucial tener un objetivo claro en mente y determinar qué proceso fisiológico se alterará para fortalecerlo, suprimir su expresión o retrasar su aparición.

Debido a que, en general, el equilibrio de diferentes hormonas regula los procesos fisiológicos, las formulaciones de productos biorreguladores pueden incluir uno o dos productos químicos que afectan las hormonas. Pero se ha demostrado que ciertos procesos tienen solo una o dos hormonas principales (como las citoquininas para la división celular y el etileno para la maduración, por ejemplo). Conocer el proceso que necesita regularse, la cantidad y concentración de hormonas necesarias para manipular el proceso y haber establecido el momento exacto en que el órgano diana es sensible a la manipulación deseada son todos importantes para lograr el efecto deseado con biorreguladores específicos. Las cinco clases principales de fitohormonas y los reguladores del crecimiento que las controlan se examinarán en detalle a continuación.

Existe evidencia de que las auxinas, cuando se administran a la fruta, especialmente después del cuajado, mejoran la división celular. Las uvas sin semillas fueron tratadas primero con auxinas para agrandar las bayas, pero luego el ácido giberélico las suplantó por completo. El estado actual de la regulación de

la caída de la fruta hace uso de auxinas junto con otros químicos para acelerar o ralentizar el proceso.

Las acciones de las auxinas son bastante similares a los efectos del etileno. La administración de auxinas a menudo desencadena la síntesis de etileno, por lo que es común mezclar las dos hormonas u obtener señales mixtas. Por lo tanto, las auxinas administradas a las frutas en un momento pueden posponer la madurez o, cuando se aplican en un período posterior, pueden acelerar la madurez al producir etileno. (pp. 23-25)

Lluna (2010) menciona que.

La fórmula química del ácido indol-3-butírico es $C_{12}H_{13}NO_2$. Es un sólido de color blanco a amarillo claro que, cuando se somete a las condiciones habituales de presión y temperatura (25 ° C y 1 atm), también se conoce como ácido indol butírico o ácido 1H-indol-3-butanoico (IBA). Se descompone antes de hervir a presión atmosférica, lo que hace que se derrita a 125°C. Puede encontrarlo en muchos tratamientos comerciales que ayudan a las especies hortícolas y frutales a enraizar sus estacas. Se considera un regulador del crecimiento de las plantas de la familia de las auxinas. Además, se ha demostrado que el ácido Indol-3-butírico (AIB) es una auxina que está químicamente relacionada con el ácido indolacético (AIA) y ha sido eficaz contra auxinas como el ácido naftalenoacético (ANA) en la mayoría de las especies. La hormona AIB tiene numerosos beneficios, como ser resistente a la degradación de la luz y los microorganismos, insoluble en agua, no tóxica y tener una mayor duración de acción en el sitio de aplicación; sin embargo, tiene ciertos efectos secundarios:

- Crecimiento: estimulan la elongación celular en tallos y coleóptilos (tallos jóvenes), incrementan la extensibilidad de la pared celular y estimulan la diferenciación de la xilema y el floema.
- Tropismos: responsables del fototropismo y gravotropismo.
- Dominancia apical: la yema apical del tallo (produce la mayoría de auxinas) inhibe el crecimiento de yemas axilares cercanas.
- Abscisión de órganos (hojas, flores y frutos): posee un control genético, y las auxinas retrasan la caída, aunque el etileno la induce.

- Rizogenesis: estimulan la formación de raíces laterales o adventicias. Inhiben la elongación de la raíz principal. (p.26)

Lluna (2010). Respecto a la preparación y conservación, del ácido indolbutírico, sostiene que:

dato que no se disuelve en agua, generalmente se usa para enraizar plantas en una solución de etanol al 75% (o incluso más puro), con una concentración de 10.000 a 50.000 ppm. Se agrega agua destilada a la solución de alcohol etílico hasta que alcanza la concentración requerida. Si prefiere una forma salina de ácido indolbutírico, se disuelve bien en agua. Si desea que la solución funcione mejor, manténgala en un área oscura y fría (idealmente por debajo de 0 °C). (p. 26)

Silva (2015) manifiesta que:

una sustancia sintética, el ácido indolbutírico (IBA AC) tiene una buena actividad rizogénica pero generalmente una actividad auxínica modesta. Dicho esto, es probable que el AIB sea la sustancia más adecuada para una aplicación generalizada debido a su amplia tolerancia a la concentración y su capacidad para estimular eficazmente las raíces en una amplia variedad de especies de plantas. Además de ser fotoestable, mantenerse cerca del sitio de aplicación y degradarse muy lentamente por los sistemas enzimáticos que destruyen las auxinas, viaja muy poco. Aunque ciertas especies forestales pueden necesitar dosis mayores o menores de AIB, la mayoría de las especies arraigan bien con concentraciones que oscilan entre el 0,2% y el 0,3%. (p. 34)

Lluna (2010) al tratar sobre el ácido abscísico o (ABA: C₁₅H₂₀O₄) manifiesta que:

el impacto en el control del crecimiento de la fruta impulsó las primeras investigaciones al respecto en las ciencias biológicas. Se descubrió que una sustancia química conocida como abscisina estaba asociada con la caída de flores de algodón durante una investigación sobre este fenómeno. Se pensó que el químico llamado "abscisina" controlaba el proceso de abscisión durante mucho tiempo antes de que se identificara. Debido a que sus efectos ahora se comprenden bien, ha ganado importancia como herramienta en agronomía. Un derivado de carotenoides llamado difosfato de isopentenilo es la fuente de ABA, a diferencia

de las moléculas nitrogenadas como los aminoácidos o nucleótidos, que son el origen de las auxinas y otras hormonas. Su principal sitio de síntesis es en los cloroplastos, que son orgánulos que producen una gran cantidad de lípidos y tienen una estructura rica en membranas. En respuesta al estrés abiótico, los cloroplastos no solo detectan las señales, sino que también generan señales protectoras que se envían a otras partes del núcleo de las células vegetales para activar los sistemas de defensa. En la actualidad, el ABA controla los procesos relacionados con el estrés abiótico más que los procesos relacionados con la abscisión (como resultado de circunstancias como altas temperaturas, radiación UV excesiva, sequía, sal, etc.). Los tonos amarillentos que se ven en el otoño, cuando comienza la degradación de la clorofila, están correlacionados con ABA, que está conectado a una variedad de pigmentos en las hojas. Los sistemas de defensa importantes de las plantas, como el cierre estomático, están regulados por señales ABA. La planta responde al estrés hídrico o térmico produciendo ABA en grandes cantidades y disipando el excedente de energía a nivel de cloroplasto.; simultáneamente, cierra sus estomas para evitar la pérdida de agua y protegerse del peligro. Como cabría esperar de un producto químico diseñado para la defensa en lugar del desarrollo, ABA puede moverse libremente dentro de las plantas. Algunas sustancias, incluidas las auxinas y las citoquininas, no se transportan fácilmente. Cuando una planta está bajo estrés, su pH se vuelve más básico, pero cuando no lo está, se vuelve más ácido. Incluso cuando las condiciones no son estresantes, el ABA protonado es absorbido por las células mesófilas en un ambiente ácido y no puede administrarse a los estomas. Sin embargo, como ABA no se protona cuando se expone a estrés básico y pH, se reubica en los estomas y los sella. Además de promover la senescencia de las hojas y controlar la latencia, se ha demostrado que el ABA tiene efectos antipatógenos y ayuda en la formación de semillas. Además, tiene que ver con la producción de pigmentos, lo que significa que influye en la forma en que varios órganos muestran el color. En viticultura, el ABA se usa cada vez más para oscurecer las uvas y adelantarlas a la cosecha porque influye en la producción del flavonoide antocianina. Los tipos de uva de mesa como la Carmesí, que pueden tener deficiencia de color en algunas regiones, pueden beneficiarse de este regulador. (pp. 27-28)

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI](2020) al tratar sobre la importancia de las hormonas y reguladores de crecimiento, señala que:

las hormonas o reguladores del crecimiento son esenciales para las plantas, tanto como el agua, la luz, los nutrientes y el dióxido de carbono. En los círculos científicos, existe un debate sobre si estos conceptos son sinónimos o distintos; como resultado, la siguiente es una posible definición del término hormonas: Existen en concentraciones relativamente bajas y son compuestos orgánicos cuya función se realiza en un lugar diferente al lugar donde se produjeron. Los reguladores del crecimiento, por otro lado, son sustancias químicas artificiales que imitan a las hormonas de alguna manera, forma o forma. (p. 3)

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI] (2020), en cuanto a reguladores de crecimiento se refiere que:

auxinas, citoquininas, etileno, ácido abscísico y giberelinas son las cinco categorías en las que se han incluido hasta ahora. Puede afectar los patrones de crecimiento del tejido vegetal indiferenciado ajustando las cantidades relativas de auxinas y citoquininas. Las auxinas estimulan el alargamiento del tallo, mientras que las citoquininas fomentan la división celular. La abscisión de las hojas es provocada por el etileno, que se genera en los frutos. El ácido abscísico está involucrado en la latencia de las yemas y controla el crecimiento. Por último, pero no menos importante, las giberelinas tienen un papel en el desarrollo embrionario y de las plántulas, promueven el alargamiento del tallo y desencadenan el rápido crecimiento y floración de varias especies de plantas. Puede estar seguro de que los reguladores del crecimiento generados por una planta pueden afectar a otra ya que, en un sentido amplio, no son específicos de la planta. Lo mismo ocurre con los reguladores del crecimiento de las plantas; solo una fracción de lo que produce la planta realmente regula el crecimiento; el resto permanece inactivo o existe solo como precursores. Un proceso dentro de la planta controla su concentración, que a su vez controla cómo funciona la planta. Muchos reguladores del crecimiento tienen una acción dependiente de la concentración; a bajas concentraciones, estimulan el crecimiento, mientras que a dosis altas lo inhiben. Están involucrados en una amplia variedad de respuestas de las plantas, siendo la respuesta fototrópica solo una de ellas. (p. 5)

El Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI](2020), respecto a la importancia de estas sustancias, señala que:

los tejidos y órganos no pueden desarrollarse unos sin otros y sin el entorno que habitan. Las razones dadas anteriormente respaldan la idea de que es importante aprender cómo funcionan los reguladores del crecimiento de las plantas, cuándo aplicarlos y cuánto usarlos, para que podamos manejar mejor algunas de las variables que tienen un impacto en la producción agrícola. (p.8)

AGENCIA ANDINA (2019) menciona que:

según la PBUA No. 057 - AG - SENASA la hormona Root-Hor está compuesto por Auxinas + Acido Indo butírico + Ácidos Nucleicos y que es un potente regulador de crecimiento enraizador líquido. Mejora el desarrollo de raíces, estacas, acodos y esquejes. Tiene acción sistémica, puede aplicarse foliarmente en cualquier etapa de desarrollo de los cultivos. (p.17)

1.2.4. *Propagación vegetativa*

Vásquez (2015) menciona que: “El establecimiento de huertos de semillas clonales, bancos clonales, multiplicación de plantas clonales a gran escala y la producción de productos de mejoramiento especializados dependen de la propagación vegetativa. El propósito de esta estrategia reproductiva en los campos forestales es reproducir árboles que han sido recogidos a mano por sus rasgos deseados, como crecimiento rápido, eje recto y resistencia a enfermedades e insectos. De esta manera, se pueden preservar genotipos importantes”. (p. 58)

Hartmann y Kester (1962) señalan que las técnicas de propagación asexual son: “Embriones apomícticos, estolones, progenie, estratificación, división, estaca, injerto y micropropagación son todos términos utilizados para describir plantas. Los esquejes, estacas, capas e injertos son formas de propagación vegetativa que encuentran uso en los bosques. Además, dicen que la estaca del tallo es la parte más significativa de un campo forestal; está hecho de ramas con yemas terminales o laterales, y cuando se planta correctamente, puede iniciar una nueva planta a partir de semillas” (p. 219).

Lluna (2010) reporta que:

para propagarse sexualmente, las plantas de bambú crean frutos que se parecen mucho al arroz y pueden usarse como semillas. Este enfoque no se utiliza a menudo porque la producción de semillas de *Guadua angustifolia* es limitada e inconsistente. Debido a esto, hay varias formas de reproducir el bambú sin utilizar la polinización. Los métodos más populares son los esquejes de tallos jóvenes, rizomas, riendas laterales y plántulas (también conocidos como "chusquines"). El cultivo de tejidos en un entorno controlado también permite la propagación asexual.

Asimismo, señala que las formas más usadas de propagación asexual, son:

1. **Por secciones de tallo** Utilice secciones de tallos jóvenes con al menos dos nudos, enterrándolos horizontal o verticalmente; su diámetro debe rondar los 8 a 10 cm. Si el suelo está demasiado seco, los plantadores deben plantar entrenudos llenos de agua con agujeros perforados en ellos. Se logra un rendimiento del 50 al 60%.
2. **Por esquejes** corte ramas o riendas del medio, fondo o base del tallo; a continuación, mida y corte segmentos de 5 a 15 cm de largo con yemas activas; luego, colóquelos en bolsas de plástico con sustrato o colóquelos en bancos de propagación con un ángulo de 45°. La única forma de asegurar una cosecha suficiente es regar continuamente.
3. **Por rizomas** Se extraen los rizomas y se los entierran completamente en los lugares definidos. Este método no es recomendable, por el daño que se le causa a la mancha de la planta "madre" y por el tiempo que requiere la extracción del rizoma.
4. **Por plántulas** Ha sido posible organizar la producción sistemática de plantas con semillas en respuesta a las demandas de muchas industrias mediante el uso del método de propagación de plántulas, que ha demostrado ser una estrategia eficaz. Este método garantiza el éxito de las plantaciones al permitir la adquisición rápida y económica de plantas de alta calidad que se pueden plantar en el campo en muy poco tiempo. Pero no hay muchas plántulas y los tallos no se usan muy bien. (p. 17)

1.2.5. Cuidados especiales

Lluna (2010) al referirse sobre algunos cuidados a tener en cuenta en la propagación de bambú, manifiesta que:

el suministro de agua tiene que ser consistente, con variaciones estacionales y geográficas. El riego dirigido, que aplica agua dos veces al día, es la mejor manera de garantizar una producción decente y el crecimiento de las plantas en regiones donde las precipitaciones son escasas. Las hormigas y los grillos son plagas que pueden causar estragos en los viveros de Guadua si no se tratan con la suficiente rapidez. Si no se controla, las plantas morirán en cuestión de días. Si la infestación es menor, la plaga puede controlarse manualmente. De lo contrario, se pueden usar pesticidas orgánicos. Para evitar tener que hacer físicamente las mismas cosas una y otra vez (buscar malezas) para evitar la competencia por el espacio, el agua, la luz y los nutrientes. La planta de Guadua es muy sensible a los herbicidas, por lo que no se recomiendan controles químicos. (p. 19)

1.2.6. Fisiología del enraizamiento del bambú

“La función principal de los aminoácidos en las plantas ha sido tradicionalmente fortalecerlas contra condiciones estresantes y metabólicamente intensivas, como las que se encuentran durante la brotación, floración, fructificación, etc. etapas del ciclo de vida de una planta.” (AEFA, 2017, p. 23).

“Las proteínas son macromoléculas complejas que desempeñan un papel esencial en la estructura, el metabolismo y la producción de hormonas de la planta. Los aminoácidos no solo se utilizan en los contextos mencionados anteriormente, sino también cuando es necesario para apoyar a la planta en etapas cruciales como enraizamiento, prefloración, cuajado, engorde, absorción de potasio (K), etc.” (Sanabria, 2015, p. 17).

1.2.7. Bases fisiológicas de la formación de raíces adventicias

Hartmann y Kester (1962) al tratar sobre las bases fisiológicas de la iniciación de las raíces en las estacas manifiesta que:

Los complicados procesos morfológicos y fisiológicos involucrados en la creación de raíces adventicias en la estaca se llevan a cabo mediante una combinación de auxinas y cofactores de enraizamiento que se fomentan en las hojas y brotes. La

iniciación de raíces adventicias se ve más afectada por cofactores internos que por externos durante la rizogénesis. Los dos tipos principales de raíces adventicias son las raíces lesionadas y las raíces prefabricadas. Las raíces de la lesión emergen en la superficie cortada, las células muertas y conductoras del xilema, después de que se haya construido la estaca; por el contrario, las raíces preparadas brotan normalmente. Esto es en reacción al efecto de lesión durante la preparación de la estaca. El procedimiento de tres pasos que sigue es lo que realmente facilita la curación y la regeneración: Para comenzar, se forma una placa necrótica, que llena el xilema con caucho y cierra la herida con suberina, una sustancia suberosa. En segundo lugar, se forma un callo después de unos pocos días de proliferación celular parenquimatosa. En tercer lugar, la producción de raíces adventicias comienza en células específicas cerca del cambium vascular y el floema. En la mayoría de los casos, las raíces adventicias se desarrollan a partir de un callo que se forma cuando las células se dividen cerca del floema de las arterias conductoras. Cuando una planta herbácea sostiene una lesión, las células parenquimatosas circundantes experimentan desdiferenciación y recombinación para producir un callo cicatricial. Este grupo de células representa un rango de etapas de lignificación. El callo a menudo se desarrolla en el cambium de las verduras leñosas, sin embargo, también se puede formar en la corteza y la médula. Los cambios anatómicos en el tallo durante la iniciación de la raíz se pueden observar en cuatro etapas: la formación de puntos vegetativos caulinares o radicales, el establecimiento de la unión con los elementos principales y la posterior diferenciación de algunas células del callo en nuevos tejidos. - El proceso de desdiferenciación de determinadas células adultas. Algunas células cercanas a los haces vasculares experimentan desdiferenciación y se vuelven meristemáticas, lo que les permite formar iniciales de raíz. - Luego, en primordios radiculares estructurados, se forman a partir de entonces. - Los primordios radicales emergen del tejido del tallo y crecen hacia afuera. También hacen conexiones vasculares con los tejidos conductores de la estaca. La presencia de ciertos cofactores en las estacas, que, cuando se combinan con auxinas, permiten que las estacas crezcan hasta convertirse en raíces, es esencial para un comienzo adecuado del desarrollo radical adventicio. Un cofactor es un químico inorgánico que funciona como una coenzima y tiene nueve acciones metabólicas catalíticas y reguladoras; sin embargo, estas acciones son insuficientes para influir en los eventos del desarrollo

por sí mismas. Aunque muchos tejidos diferentes sirven como sitios radiculares, el cambium, el floema y el periciclo son cruciales, mientras que la corteza, la médula y el xilema desempeñan un papel de apoyo. Como ejemplo, las raíces adventicias de las estacas del tallo generalmente comienzan en el tejido floemático secundario joven, pero también pueden originarse en otros lugares, como el cambium, los radios vasculares o la médula. Por el contrario, los anillos esclerenquimatosos situados fuera del punto de origen de la raíz pueden servir ocasionalmente como una barrera anatómica. Las necesidades de iniciación se ven afectadas principalmente por la composición genética y el estado fisiológico de la planta, mientras que los requisitos de elongación se ven más afectados por las variables ambientales. Todo el mundo sabe que cuando pones hojas en las estacas, realmente alienta a las raíces a comenzar a crecer. Al ser productores significativos de auxinas y experimentar impactos inmediatamente debajo de ellas debido a la transferencia polar, es probable que causas adicionales y más directas sean responsables de la fuerte influencia promotora de la inducción de raíces ejercida por los brotes y las hojas. Las auxinas están hechas del aminoácido triptófano en las hojas y los meristemos apicales. Desde allí, viajan a través de las células parenquimatosas hasta los haces vasculares del tallo. Este transporte, que es célula por célula, difiere del transporte de azúcares, iones y otros solutos en el tubo tamiz.; también es lento (1 cm / hora) en los tallos y raíces, y siempre basipetal (yendo hacia la base) en los tallos y acropetal (yendo hacia los ápices) en las raíces. Dado que las raíces no se producen a partir del callo, sino como una continuación de los radios vasculares de la estaca, la formación de un callo magnífico en una estaca no es indicativa de enraizamiento. Un callo es un recurso defensivo que consiste en una masa irregular de parénquima en diferentes etapas de lignificación. Los meristemos son cruciales durante la multiplicación vegetativa, que casi siempre da como resultado el desarrollo de nuevos meristemos. Típicamente, la formación de callos y raíces ocurre independientemente en las plantas. Cuando ocurren simultáneamente, es porque dependen de condiciones internas y ambientales similares. El aparato aéreo y el aparato subterráneo derivan ambos del meristemo caulinar. Además, sugiere que un cierto tipo de "memoria" que guía la actividad celular hacia la organización radical de los meristemos reside en los brotes y las hojas. (pp. 272- 274)

1.2.8. **Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth)**

Londoño (2010) respecto al bambú, señala que:

El bambú es una planta asiática nativa que crece de forma silvestre en todos los continentes, excepto en la Antártida y Europa. Su hogar original se encuentra en el subcontinente indio y China. Su distribución actual es global, sin embargo, es más común en África y Asia, con poblaciones considerables tanto en América como en Oceanía. Desde tiempos prehistóricos, la gente lo ha utilizado. Esta hierba, que pertenece a la familia de las gramíneas y puede crecer hasta una altura igual a la de cualquier árbol, brinda a las personas una variedad de opciones. El mundo alberga alrededor de 1500 especies diferentes de bambú. La mayoría del bambú en Ecuador es *Guadua* o bambú gigantesco, pero otras variedades de bambú andino se utilizan para la construcción, muebles y otros fines. Hay evidencia de uso en América Latina que se remonta a antes de la conquista. (p. 143)

Según Londoño (2010) la taxonomía es la siguiente:

Reino	: Plantas
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Subfamilia	: Bambusoideae
Supertribu	: Bambusodae
Tribu	: Bambuseae
Subtribu	: Guaduinae
Género	: <i>Guadua</i>
Especie	: <i>Guadua angustifolia</i> Kenth (p. 146)

Londoño (2010) menciona que:

Perú tiene un recurso de bambú bien desarrollado que es abundante y diversificado. El gobierno ha emprendido ciertas iniciativas para incluir esta planta en la economía de áreas específicas, particularmente en la Amazonía. Actualmente no existe un inventario nacional o regional que proporcione una estimación muy precisa del área total cubierta por bambúes. *Guadua* tiene una

extensión de 400.000 hectáreas en la cuenca del río Ucayali, que se extiende desde el Tambo hasta el Urubamba.

Aunque Perú es una de las naciones andinas conocidas por sus numerosas especies de bambú, el país no ha priorizado el estudio taxonómico de estas plantas. Esto requiere más trabajo de campo. (p.147)

Asimismo, Londoño (2010) indica que “según el inventario de bambúes realizado para América Latina y en particular para el Perú, existen 37 especies reunidas en 8 géneros. Los departamentos de Pasco y del Cuzco son los que albergan la mayor diversidad, mientras que los departamentos de Madre de Dios y del Amazonas son los que tienen la mayor área cubierta por bambúes”. (p. 148)

Del mismo modo, Londoño (2010) manifiesta que:

Si bien no es habitual plantar bambú en Perú, se han realizado experimentos a pequeña escala, como el iniciado por F. A. McClure en 1943 en la Estación Experimental Tingo María, en el Departamento de Huánuco, con el objetivo de introducir, propagar y utilizar bambú en esta parte del país (McClure, 1947). Muchas tribus indígenas y rurales en Perú, que abarcan los Andes y el Amazonas, han hecho uso del bambú durante mucho tiempo. En comparación con otros materiales utilizados para construir casas y muebles, el bambú se usa a una tasa mucho menor en Perú. (p. 149)

Además, Londoño (2010) describe que:

Aunque no tiene un propósito estructural, se usa con mayor frecuencia como elemento decorativo en paredes, cercas y techos en edificios residenciales y comerciales. Se sabe que las personas en los departamentos de San Martín y Amazonas usan bambú para una variedad de propósitos, incluida la construcción de refugios temporales, el montaje de antenas de televisión y altavoces comunitarios, la creación de "eras" o huertos familiares, la construcción de viveros y gallineros, cercando áreas y adornando varios restaurantes, bares y negocios. También se notó que lo utilizan en su forma regordeta, pero también se vio en el tapete de la pared. Las poblaciones mestizas que han vivido en esta zona se refieren a los culmos de 6 metros de largo o más como "Guayaquil" y los venden a comerciantes costeros. Este fenómeno es más prominente en el departamento de

Amazonas (Aramango). Dado que lo trasladan de un lugar a otro, las historias de los campesinos que han vivido en esta zona dejan claro que su dispersión se ve afectada por la actividad humana. El proyecto "Promoción de la rehabilitación, manejo y uso sostenible de bosques tropicales de bambú en la región noroeste del Perú" tuvo como objetivo aumentar la apropiación cultural entre los habitantes y participantes del proyecto, al tiempo que aumentaba el conocimiento sobre la importancia de la planta. (p. 152)

MINISTERIO DE AGRICULTURA [MINAGRI] (2008) al referirse al bambú menciona que:

Las primeras culturas del Nuevo Mundo usaban bambú en su vida cotidiana; artefactos de Caral (5.000 años ADP) y otras sociedades preincaicas dan fe de ello. La popularidad de la hierba alcanzó su punto máximo durante el Virreinato y, en particular, el siglo XVII, cuando se requirió su uso en la construcción de la llamada "quincha" para proteger las casas y los medios de subsistencia de los aldeanos de los efectos destructivos de los terremotos, particularmente a lo largo de la costa del Pacífico. A pesar de que Perú alguna vez albergó más de 4 millones de hectáreas de bosques nativos de bambú junto con otros tipos de áreas densamente boscosas, las desastrosas políticas del país del siglo pasado, que fomentaron la expansión de la agricultura en la Amazonía—el uso de materiales de construcción con un alto impacto ambiental y la extracción selectiva de las llamadas "maderas finas" (cedro y caoba), llevaron a un aumento de la tala ilegal., lo que a su vez condujo al entierro y quema de bosques amazónicos para la agricultura migratoria de subsistencia y el cultivo de sustancias ilícitas, y estas prácticas persisten hasta el día de hoy. El bambú es uno de los pocos recursos forestales que posee muchos rasgos deseables. A pesar de ser una hierba, se le puede dar la forma de un tronco similar a la madera. Sus tallos, que pueden alcanzar alturas de 25 metros, pueden convertirse en densos bosques, y sus ramas y hojas capturan más dióxido de carbono y más oxígeno que la mayoría de los árboles. Además, el sistema de raíces del bambú forma redes compactas, lo que ayuda a prevenir la erosión y administrar los recursos hídricos. Como resultado, los tallos de bambú poseen propiedades físico-mecánicas y químicas típicas de las especies de madera. Además, las plantaciones de bambú se pueden utilizar como una fuente perpetua y sostenible de materia prima en solo tres a cinco años. Esto

incluye proyectos en la industria de la construcción, como materiales estructurales resistentes a terremotos, producción de pulpa para la fabricación de papel y laminados, así como productos para el hogar, deportes, música, carbón activado, fibras textiles, etanol celulolítico y eco-plásticos para la industria automotriz. Los brotes jóvenes son una gran fuente de nutrientes saludables, mientras que las hojas se usan para hacer fertilizantes, cosméticos y medicamentos. Más de mil millones de personas en todo el mundo llaman hogares de bambú, y 2.500 millones más usan productos de bambú. El mercado anual de bambú supera los 10 mil millones de dólares y, para 2015, los expertos predicen que superará los 20 mil millones de dólares. Para reformular, este recurso tiene un tremendo valor ambiental, particularmente a la luz del clima rápidamente cambiante del planeta, la escasez de agua y la destrucción de los bosques tropicales, y también tiene un gran potencial para contribuir significativamente al desarrollo socioeconómico del país y, por extensión, la batalla contra la pobreza. (pp. 7-15)

MINISTERIO DE AGRICULTURA [MINAGRI] (2008) al referirse al bambú menciona que:

En todo Perú, desde los valles costeros hasta los bosques húmedos de los Andes y la región amazónica, prospera una amplia variedad de especies nativas y exóticas. Con esto en mente, el Ministerio de Agricultura del Perú, en conjunto con la Dirección General de Competitividad Agropecuaria, cree que el uso sostenible del bambú beneficiará enormemente la economía, la ecología y la calidad de vida de las personas en todas las regiones. Inevitablemente, necesitaremos enmarcarnos en cuatro partes para asegurar los objetivos: Necesitamos una red de productores altamente efectiva que incluya comunidades campesinas, comunidades nativas, colonos o mestizos, asociaciones, organizaciones comerciales y la cadena empresarial. Esta red proporcionará los medios y recursos para mejorar la calidad de vida de las zonas rurales. Si bien es cierto que las soluciones que utilizan bambú promueven el desarrollo sostenible en algunas áreas, aún necesitamos replicar esto en otras áreas de producción y seguir inventando, probando, adaptando, promoviendo y compartiendo las alternativas organizativas, productivas y tecnológicas del bambú. El bambú ofrece un gran potencial para lograr prácticas ambientalmente responsables y, al mismo tiempo, aliviar la pobreza y la pobreza extrema. Está bien documentado que el bambú puede ayudar a restaurar bosques

degradados, forestar y reforestar, generar biomasa, secuestrar carbono, prevenir la erosión y salvaguardar las fuentes de agua. Por último, se puede mejorar e innovar el entorno del mercado para crear un sistema de comercio justo que pueda generar empleo e ingresos. La medida en que se pueden generar ingresos a partir de los productos de bambú depende en gran medida de las fuerzas del mercado. A través del lanzamiento de iniciativas creativas destinadas a mejorar las cadenas de valor, los bienes y los sistemas de producción, el Ministerio de Agricultura ayudará a los agricultores a formular planes para el crecimiento del bambú. Esto incluirá la transición de métodos de baja tecnología a métodos de alta tecnología. Este documento brinda un marco para la implementación de programas y actividades orientadas al desarrollo tecnológico del bambú en el Perú al año 2020. Está dirigido a la población rural, comunidades nativas y campesinas, empresarios, investigadores, ONG, agencias de crédito y cooperación técnica y financiera nacional e internacional. Además, es accesible para la población peruana en general. El ritmo de desarrollo es muy obvio en las especies de bambú que se encuentran en las regiones tropicales y templadas. En solo 8 semanas, pueden alcanzar un diámetro de brote de 20 cm y una altura de más de 20 m. (pp. 17-23)

a) Distribución

MINAGRI (2008) sostiene que:

Debido a su versatilidad y la variedad de ambientes en Perú, los bambúes se pueden encontrar en casi cualquier parte del país. Hay muchas especies para encontrar, particularmente en los húmedos bosques montañosos de los Andes tropicales. En la región sureste de la Amazonía, específicamente en los departamentos de Ucayali, Madre de Dios, Cusco y Junín, se pueden encontrar extensos bosques de bambú. Estos bosques cubren unos 39.978 km² según datos oficiales del INRENA. Las especies dominantes en estos bosques son *Guadua affin angustifolia*, *G. sarcocarpa*, *G. superba*, *G. chacoensis* y *G. paniculata* (Londoño, X, 2001). Sin embargo, según Takahashi y Ascencio (2003), las densidades de estas especies oscilan entre el 30 y el 70%. Bosques naturales de bambú, principalmente de las especies *Guadua angustifolia* y/o *G. affin angustifolia*, así como una variedad de *Chusquea* spp., se puede encontrar en los departamentos noroccidentales del país, particularmente en Amazonas, San Martín, Cajamarca y, en menor grado, en Tumbes y Piura. Además, el país alberga

una gran variedad de especies de bambú. Sin embargo, el área de bosques de bambú reportada por las autoridades pertinentes es sustancialmente menor, ya que ningún bosque está realmente dominado por bambú (71-100%). Del mismo modo, dice que la información de terceros, como los ecosistemas que incluyen formas significativas de bambú (ya sean naturales o plantadas), debe evaluarse más adecuadamente. La población local del Valle de Cañete utiliza las plantaciones de *Guadua angustifolia* para sus construcciones rústicas. En otras partes de la Amazonía (Ucayali, San Martín, Huánuco, Pasco y Junín), se pueden encontrar pequeñas plantaciones de *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* y, a mayor escala, *Phyllostachys aureus*. En 1978, la Empresa Paramonga Limitada S.A. realizó parcelas experimentales de bambú en la localidad de Pucallpa utilizando las especies dominantes de la zona. Se instalaron en un área de 140 ha en el km 43 de la autopista Federico Basadre y continuaron haciéndolo hasta 1984. En estas condiciones, pudieron producir pulpa de papel satisfactoria a partir de plantaciones de cuatro años de la especie exótica *Bambusa vulgaris* var. *striata*, que anteriormente se había cultivado a mayor escala en la propiedad de la antigua Fábrica de Papel de Pucallpa, que tuvo que ser abandonada por razones históricas. (pp. 23-27)

b) Descripción de la planta de bambú

Según MINAGRI (2008) señala que el bambú presenta:

Raíces y rizomas: Los bambúes se distinguen por sus raíces delgadas y agrupadas, que crecen en rizomas que pueden ser monopodiales (por ejemplo, *Phyllostachys aureus* y *Chusquea coleu*) o simpodiales (por ejemplo, *Guadua angustifolia* y *Dendrocalamus asper*).

Brotes: la planta está adornada con hojas de caulina que vienen en una variedad de formas, colores, texturas y tamaños. Muchas de estas hojas pueden usarse como alimento. Sin embargo, las especies *Phyllostachys pubescens* y *Dendrocalamus asper* son particularmente adecuadas para fines culinarios.

El peso promedio de los brotes de 100 g comprende de 0,5 a 0,77 g de fibra, de 81 a 96 mg de calcio, de 0,5 a 1,7 mg de hierro, de 3,2 a 5,7 mg de vitamina C, de 0,07 a 0,14 mg de vitamina B, de 1,3 a 2,3 g de proteína, de 4,2 a 6,1 g de carbohidratos, de 42 a 59 mg de fósforo y de 1,8 a 4,1 g de glucosa. Los brotes

pueden contener un máximo de 17 aminoácidos, incluidos sacaropina, ácido cerámico y ácido glutámico. Ciertas especies también poseen cantidades sustanciales de potasio y vitamina A.

Tallos: la mayoría de los bambúes indígenas y no indígenas poseen tallos cilíndricos que varían de 1 a 20 cm de diámetro y alcanzan alturas de 5 a 25 m. Los ejemplos incluyen *Guadua angustifolia*, *G. superba* y *Bambusa vulgaris*. Sin embargo, ciertas especies como *Guadua paniculata* y *Chusquea coleus* pueden tener tallos sólidos. Estos tallos exhiben una gama de colores, texturas, formas y diámetros, y se caracterizan por nudos de diversas características. Los tallos laterales surgen de los nudos del tallo primario, y pueden ser solitarios o numerosos. Los bambúes leñosos tienen tallos que consisten en alrededor de 40 a 60% de celulosa y 16 a 34% de lignina, que es comparable a la composición de la madera de los árboles.

Figura 1.1

Plantas de Guadua angustifolia Kenth



Hojas: compuesto por foliolos de diferentes tamaños, a menudo de color verde con intensidad variada, que contienen una cantidad significativa de flavonas, aminoácidos e importantes microelementos.

Inflorescencia: en panícula, suelen exhibir patrones de floración gregarios, aunque también prevalece la floración esporádica o anual. En algunos casos, ciertas especies de edades variables pueden florecer simultáneamente, lo que sugiere que no hay una correlación discernible entre la edad, el diámetro del tallo,

las condiciones agronómicas, el clima y la floración. No se han realizado investigaciones sobre la mecánica de floración de ninguna especie natural en Perú. Los frutos de algunas especies, incluso los del mismo género, pueden tener una textura carnosa. Típicamente, las semillas experimentan una germinación rápida, aunque pueden almacenarse durante un período que varía de tres meses a dos años. (pp.28-33)

1.2.9. Clima y suelo

Álvarez (2011) manifiesta que: “El suelo debe ser ligero, permeable y que se caliente fácilmente; la textura más adecuada son los arenosos y los sustratos artificiales”. (p. 17)

Álvarez (2011) prosigue diciendo que:

Las condiciones óptimas para el crecimiento de los bambúes leñosos utilizados en la construcción y la industria son climas cálidos a templados, con una precipitación anual que oscila entre 1.270 y 4.050 mm. Estos bambúes prosperan en ambientes con una humedad relativa del 80 al 90% y se pueden encontrar en elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 2.800 metros sobre el nivel del mar. Los bambúes prosperan principalmente en suelos franco arenosos y franco arcillosos con un drenaje adecuado. Sin embargo, también se pueden encontrar en áreas húmedas cercanas a cursos de agua y suelos arenosos. Cada especie tiene un hábitat específico, que a menudo sirve como indicación de varios tipos de bosques. (p.77)

1.2.10. Propagación

Álvarez (2011) menciona que:

“El bambú se regenera naturalmente a través de rizomas, semillas y ramas laterales ocultas. La experiencia humana ha llevado al desarrollo de varias formas de difusión, algunas de las cuales se enumeran aquí: la reproducción sexual o por semillas; y la propagación asexual o vegetativa”. (p. 22)

a) Propagación sexual

Álvarez (2011) indica que:

“La propagación de semillas es un desafío y poco práctica debido a los largos períodos de latencia de las semillas. La *guadua angustifolia* tiene una alta tasa de germinación, que oscila entre el 95% y el 100%. Sin embargo, la ocurrencia de floración es irregular, y la probabilidad de que esta especie genere semillas es baja debido a la parasitación de sus floretes de espiguillas por larvas inmaduras de insectos, en su mayoría pertenecientes a los órdenes Diptera e Hymenoptera”. (p. 24)

b) Propagación asexual

Álvarez (2011) manifiesta que la propagación asexual en Bambúes:

“El proceso implica la proliferación de la planta a través de partes vegetativas como ramas, brotes, tallos y rizomas. Un factor significativo que obliga a la reproducción vegetativa es la necesidad de homogeneidad genética”. (p.31)

“En los últimos años, la técnica más utilizada consiste en la extracción de un brote delgado de un límite superior del rizoma. Este brote se obtiene junto con un segmento del tallo y una porción del rizoma base. La estrategia a menudo se considera el enfoque más beneficioso para lograr el bienestar material, maximizar la productividad y minimizar los costos. A diferencia de otras especies asiáticas de bambú, una plántula de *G. angustifolia* se distingue por su liberación significativa de "chusquines"”. (Álvarez, 2011, p. 32)

Álvarez (2011) sostiene que las semillas vegetativas pueden ser:

Sección del tallo. Esta técnica es eficiente para propagar bambúes de grandes dimensiones (8-12 cm de diámetro) y paredes gruesas, como *Bambusa vulgaris*, *B. blumeana*, *Dendrocalamus asper* y *D. latiflorus*. El proceso consiste en cortar trozos del bambú con dos o más nudos y es recomendable sembrarlos horizontalmente. Este enfoque no es beneficioso debido a su alto costo y la restricción de utilizar tallos que tienen solo un año de antigüedad, que pueden usarse por otras razones.

Segmentos de ramas. Esta estrategia es práctica y exitosa, y se usa a menudo en *Dendrocalamus asper*, una especie conocida por sus raíces aéreas ubicadas en la base de las ramas laterales. Las ramas más gruesas poseen una mayor capacidad de formación de raíces en comparación con las más delgadas. La efectividad del

enraizamiento difiere entre las especies y depende del tamaño de los tallos y del grosor de la pared.

Segmentos de riendas o “ganchos”. El material vegetativo utilizado consiste en ramas juveniles que contienen uno o más brotes. La técnica se ha establecido utilizando *Guadua angustifolia*, adquiriendo el material para propagar las ramas con espinas que crecen en las secciones inferiores del culmo, a menudo denominadas riendas o anzuelos.

***In vitro*.** Este procedimiento se lleva a cabo en un entorno de laboratorio controlado con estrictas condiciones estériles. Se trata de emplear embriones semilla o yemas axilares sumergidos en una sustancia gelatinosa (agar) enriquecida con fitohormonas y vitaminas. Esta técnica permite la producción eficiente de plántulas uniformes extrayendo tejidos de tallos, ramas y matas. (pp-35-38)

1.2.11. Plagas y enfermedades

Álvarez (2011) al comentar sobre plagas y enfermedades indica que:

Las plantaciones de bambú rara vez se ven afectadas por infestaciones de insectos o enfermedades. Los casos registrados incluyen ataques de *Stigmaena sinensis* y *Cyrtotrachelus longipes* en la yema apical, langostas, termites, pulgones, cochinillas de bambú (*Asterolecanium miliaris* y *A. bambusae*) y *Ochrophora montana* en semillas, así como el hongo *Loculistroma bambusae*. Los coccinélidos han demostrado ser depredadores efectivos de cochinillas en algunas situaciones. Los lictos, a saber *Dinoderus brevis*, *D. minutus*, *D. ocellaris*, las pilifronas son motivo de gran preocupación por causar daños a las cañas de bambú, dejándolas sin valor una vez cortadas. La especie *Stromatum barbatum* (Cerambycidae) también ha sido documentada. Se ha documentado que aproximadamente 220 hongos causan enfermedades que afectan las hojas de las plantas de bambú. En todos los casos, estas enfermedades son de menor importancia. Sin embargo, existen enfermedades más graves, como la marchitez del tallo causada por *Sarcladium oryzae*, la pudrición del brote causada por *Fusarium spp*, la escoba de bruja causada por *Balansia spp* (reportada en China, Japón e India) y la roya del tallo causada por *Sterostroma corticioides* (Mohan, C.). Cosechar en un período determinado del mes, cuando la acumulación de

azúcar en los tallos es baja, y tratar los tallos sumergiéndolos en una mezcla de bórax y ácido bórico (en una proporción de 1:1) ayuda a minimizar las infestaciones de insectos, particularmente en áreas cálidas y húmedas. Las plagas de roedores pueden infestar y dañar los rizomas y brotes de bambúes durante su fase temprana de desarrollo. (p. 57)

1.2.12. Mercado del bambú

Álvarez (2011) señala que:

Los bambúes son plantas versátiles que se pueden utilizar por completo, ya que todos los componentes de la planta tienen valor en la fabricación de diversos bienes, tanto a pequeña escala como en industrias a gran escala a nivel mundial. Las raíces y rizomas de esta planta se utilizan en la producción de artesanías y accesorios para la industria de la confección. Los brotes se consumen como alimento, mientras que las hojas de caulina que protegen los brotes se utilizan en la creación de diversos artículos de artesanía. Diferentes partes del tallo se emplean en la fabricación de cestas, instrumentos musicales, muebles, laminados, textiles para la industria de la confección y productos de línea blanca. Además, el tallo de la planta se utiliza como componente estructural. El valor anual del mercado mundial de bambú supera los diez mil millones de dólares y tiene el potencial de alcanzar los 20 mil millones de dólares para 2015. Los tiernos brotes de algunas especies de bambú, además de comestibles y jugosos, son muy nutritivos, incluyendo una cantidad sustancial de fibra y poca grasa. La composición habitual de los brotes de bambú frescos es la siguiente: Los tallos de bambú poseen características deseables para la industria de la construcción, incluida su flexibilidad, altos módulos de elasticidad (que oscilan entre 9000 y 10100 N/mm²) y resistencia a la rotura (que oscilan entre 84 y 120 N/mm²). Estas propiedades hacen del bambú un material excelente para construir edificios duraderos y de alta calidad en regiones susceptibles a desastres naturales como terremotos y huracanes, como Perú, que se encuentra en el Cinturón de Incendios del Pacífico. (p. 24)

Del mismo modo, Álvarez (2011) reporta que:

Perú tiene una inclinación natural hacia la importación de pulpa y papel. Sin embargo, las características únicas de los tallos de los bambúes simpodiales que

se encuentran en el país los convierten en una valiosa fuente de materia prima para producir pulpa de papel y cartón duraderos y de alta calidad. Brasil tiene la fábrica de pulpa de papel más extensa del continente, con 100.000 hectáreas de plantaciones de bambú de la especie *Bambusa vulgaris*. El bambú, específicamente la especie *Guadua angustifolia*, se utiliza en proyectos de construcción rurales y urbanos, incluidas casas de playa e instalaciones recreativas. Se emplea para elementos estructurales como vigas, viguetas y madera para soportar tejas, así como en la construcción de edificios turísticos, cobertizos, puentes rústicos y, en menor medida, en la industria del mueble y la producción de productos artesanales. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en colaboración con la Asociación Peruana de Bambú - PERUBAMBÚ, ha impulsado con éxito la utilización de construcciones de bambú resistentes a los terremotos. Esta iniciativa ha llevado a un aumento significativo en el comercio de bambú, particularmente a lo largo de la costa. La región ha sido testigo de un aumento en la demanda de materiales de bambú de alta calidad, principalmente para los esfuerzos de reconstrucción en áreas devastadas por los terremotos del año pasado. (p. 53)

1.2.13. Áreas potenciales para la reforestación con bambú

“Perú está clasificado como el noveno país a nivel mundial en términos de superficie forestal, y es el segundo más grande de América del Sur, detrás de Brasil. El patrimonio forestal se encuentra repartido por los tres espacios naturales, representando un recurso significativo y ventajoso para la creación de empleo y el fomento de la conservación del medio ambiente. Los bosques naturales se ven continuamente afectados por prácticas de deforestación extensivas, impulsadas principalmente por la conversión de tierras para operaciones agrícolas insostenibles, la extracción selectiva de especies importantes y la tala para cultivos ilegales”. (Álvarez, 2014, p. 79)

1.2.14. Sustratos

Humus de lombriz

Alvarado y Solano (2002) (como se citó en Canchari, 2017) indican que:

“Las lombrices de tierra tienen una capacidad significativa para producir humus. La adaptación evolutiva primaria del organismo es su sistema digestivo, que le permite prosperar con una cantidad limitada de nutrientes. Tras el proceso de

digestión, los desechos que no han sido digeridos se eliminan del organismo. Sin embargo, sufre una transformación y se convierte en una mezcla uniforme de pequeñas partículas que consisten en sustancias orgánicas e inorgánicas. Los desechos producidos por las lombrices se denominan "humus de lombriz" y tienen una potencia fertilizante significativa". (p. 25)

Suelo

Asimismo, mencionan que:

“Los suelos franco arenosos o franco son componentes adecuados para mezclas de suelo. Los francos poseen los atributos físicos favorables de las arcillas y arenas, al tiempo que evitan los rasgos desfavorables de flojedad excesiva, fertilidad deficiente y retención inadecuada de humedad, por un lado, y adhesión excesiva, compactación, drenaje y movimiento lento del aire, por otro lado. Cuando la tierra se coloca en un recipiente, los problemas relacionados con el drenaje y la aireación se vuelven más pronunciados. Por lo tanto, es preferible usar suelo franco arenoso o franco en lugar de suelo franco limoso o arcilloso”. (p. 24)

Arena fina

Alvarado y Solano (2002) (como se citó en Canchari, 2017) manifiestan que:

“La arena es el agregado grueso más rentable, a la vez que es el más denso. El peso extra contribuye a mayores gastos asociados al manejo y transporte de plantas cultivadas en un medio que lo incluya. La sustancia tiene un bajo contenido nutricional y carece de la capacidad de retener la humedad. Además, es química y fisiológicamente inactivo”. (p. 25)

1.2.15. Medios para el enraizamiento

Según Long (1932) (como se citó en Hartmann y Kester, 1962), muchas plantas tienen una capacidad de enraizamiento tan alta que la elección de los medios de enraizamiento tiene poco impacto en su capacidad para establecer raíces. El medio de enraizamiento tiene un papel importante tanto en la tasa de éxito del enraizamiento como en el tipo de sistema radicular desarrollado, particularmente en especies de plantas más desafiantes. Las estacas caducifolias de madera dura y las estacas de raíces a menudo prosperan en suelos franco arenosos bien drenados con buena aireación. (p. 271)

1.2.16. Tratamiento de estacas con hormonas promotoras del enraizamiento

Según estudios de Hartmann y Kester (1962), el objetivo de tratar las estacas con hormonas, o más exactamente denominados compuestos reguladores del crecimiento de las plantas, es mejorar el ritmo de formación de raíces, acelerar el comienzo de las raíces y aumentar la cantidad de raíces generadas por estaca. (p. 272)

1.2.17. Hormonas vegetales

Hartmann y Kester (1962), Las hormonas vegetales son sustancias químicas orgánicas que, en cantidades mínimas, tienen la capacidad de estimular, inhibir o alterar muchos procesos fisiológicos en las plantas. Estas hormonas generalmente van desde el lugar donde se producen hasta el sitio donde ejercen sus efectos. (p. 272)

a) Auxinas

Según Hartmann y Kester (1962) sostiene que:

La auxina, la hormona inicial identificada en las plantas, desempeña un papel crucial en diversas actividades de las plantas, incluido el crecimiento del tallo, el desarrollo de las raíces, la supresión de las yemas laterales, el desprendimiento de hojas y frutos y la estimulación de las células del cambium. Estas sustancias se sintetizan en el ápice del tallo y se transportan hacia abajo desde el ápice hasta las regiones inferiores de la planta. El objetivo de tratar las estacas con auxinas es mejorar el ritmo de formación de raíces, acelerar el proceso de iniciación, aumentar la cantidad y calidad de las raíces y mejorar la consistencia del enraizamiento. (p. 277)

Weaver (1990) refiere que “tres reguladores del crecimiento de tipo auxina que afectan el enraizamiento son el ácido indolacético (AIA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido alfa naftalenacético (ANA). Sin embargo, el uso combinado de AIB y ANA suele ser más exitoso para rooted que usar cualquiera de ellos de forma independiente”. (p. 87)

b) Citoquininas

Hartmann y Kester (1962) las hormonas de crecimiento vegetal son sustancias que tienen un papel en la regulación del desarrollo y diferenciación de las células. La

zeatina, la cinetina y la 6-benciladenina son ejemplos de compuestos naturales y sintéticos que exhiben acción de citoquinina. Se generan en las regiones de crecimiento, como los meristemos ubicados en el ápice de las raíces, y se transportan hacia arriba mediante transporte acropetal (de la base a la parte superior) (p. 278)

Por otro lado, Hartmann y Kester (1962) reportan que:

Típicamente, una alta proporción de auxina a citoquinina promueve el desarrollo de raíces adventicias, mientras que una baja proporción de auxina a citoquinina promueve la creación de brotes. Las especies con altos niveles de citoquinina exhiben naturalmente una mayor dificultad en la formación de raíces en comparación con aquellas con niveles bajos. Además, la aplicación de citoquininas sintéticas normalmente dificulta la iniciación de la raíz. Sin embargo, cuando estas citoquininas sintéticas se administran en bajas concentraciones, en realidad estimulan la iniciación de las raíces. En conclusión, la auxina más utilizada por su efecto rizogénico es el AIB. Sin embargo, se logran resultados superiores cuando se combina con ANA. Por el contrario, una pequeña cantidad de citoquinina promueve el crecimiento de las raíces. (p. 273)

1.2.18. Condiciones ambientales para el enraizamiento de estacas

Hartmann y Kester (1962) dan a conocer que “los requisitos clave para enraizar con éxito las estacas foliares son mantener un rango de temperatura adecuado de 18 ° C a 24°C, crear un ambiente muy húmedo, garantizar una abundante exposición a la luz y utilizar un medio de enraizamiento limpio, húmedo, bien aireado y bien drenado”. (p. 314)

1.3. Marco conceptual

1.3.1. Vivero

Vásquez (2001) indica que “es lugar destinado a la crianza y producción de plántones forestales capaces de abastecer las necesidades de los programas reforestación con plantas de alta calidad que garanticen una buena supervivencia, prendimiento y crecimiento a fin de establecer poblaciones forestales homogéneas con altos rendimientos”. (p. 68)

1.3.2. Bolsa de polietileno

Vásquez (2001) describe que “permiten trasplantar o repicar las plántulas del semillero, llenándolas de tierra o sustrato, se obtiene un medio de conservación y traslado hacia su punto final de plantación”. (p. 12)

1.3.3. Sustrato

Pastor (1999) señala que “Sustrato se refiere a cualquier sustancia sólida que no sea tierra, ya sea natural, sintética, residual, mineral u orgánica. Cuando se coloca en un recipiente, ya sea en su forma pura o en combinación, proporciona un medio para que el sistema de raíces de la planta se adhiera, manteniendo así la planta. El sustrato puede tener o no un papel en el intrincado proceso de alimentación mineral en las plantas”. (p. 133)

1.3.4. Humus de lombriz

Alvarado y Solano (2002, como se citó en Canchari, 2017) indican que: Sustancia producida por lombrices de tierra que es una mezcla química y físicamente uniforme de materiales orgánicos e inorgánicos finos. El material de desecho producido por las lombrices se denomina "humus de lombriz" y tiene una potencia fertilizante significativa. (p. 24)

1.3.5. Arena fina

Alvarado y Solano (2002, como se citó en Canchari, 2017) expresan que “es el agregado grueso más económico, pero a la vez el más pesado. Es baja en nutrientes y en capacidad de retención de humedad y, es química y biológicamente inerte”. (p. 23)

1.3.6. Ácido indol butírico (AIB)

Hartmann y Kester (1962) sostienen que “funciona como un regulador del crecimiento y promueve el desarrollo de las raíces en forma líquida. Estimulante para la iniciación y crecimiento de nuevas raíces en esquejes de plantas”. (p. 309)

1.3.7. Multiplicación o propagación vegetativa

Hartmann y Kester (1962) mencionan que es la producción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano o parte de una planta madre.

La reproducción asexual también se llama multiplicación vegetativa (p. 227)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del ámbito de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en el Vivero Forestal de alta tecnología de la municipalidad distrital de Pichari, ubicado en el centro poblado de Quisto Central a 5 km del distrito de Pichari, provincia La Convención, región Cusco, a una altitud de 550 msnm, cuyas coordenadas geográficas son 12°31'31" Latitud Sur y 73°49'48" Longitud Oeste. Pertenece a la región natural rupa rupa o selva alta.

2.1.1. Ubicación geográfica

El distrito de Pichari está situado en la región de Ceja de selva, en la margen derecha del río Apurímac, entre los departamentos de Cusco y Ayacucho. Se encuentra al noroeste de la capital de la provincia de La Convención. El territorio del distrito abarca altitudes que van desde los 250 metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta los 3500 msnm. La capital del distrito se encuentra a una altitud de 550 msnm.

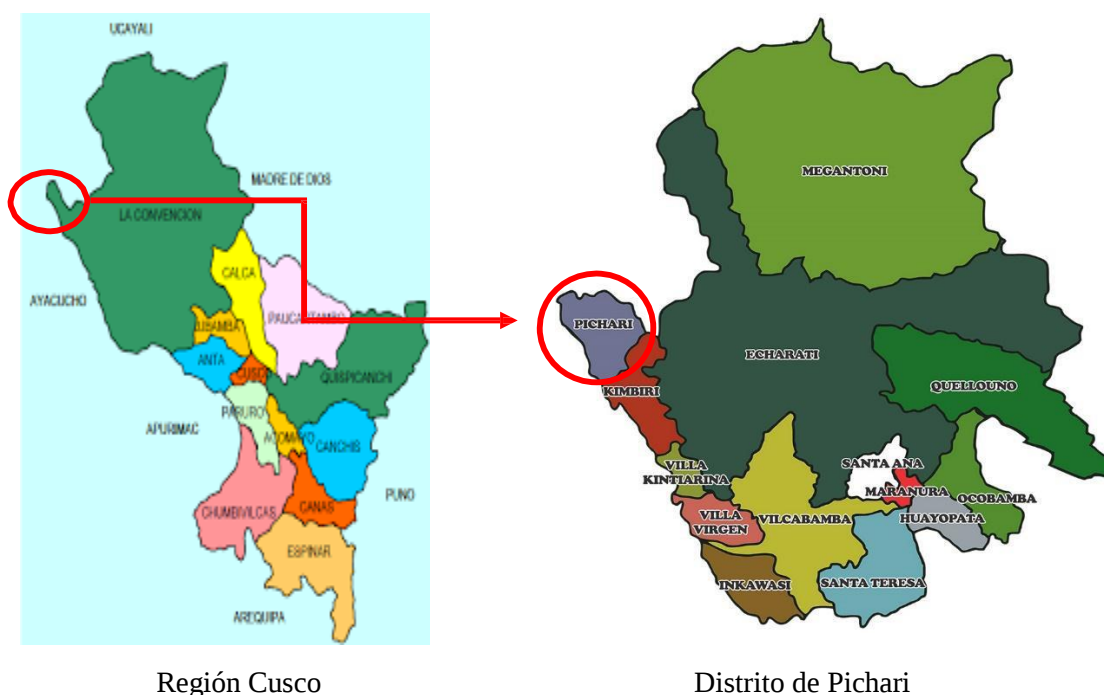
2.1.2. Límites

El distrito de Pichari limita:

- Por el norte con los distritos de Río Tambo y Pangoa, provincia de Satipo, departamento de Junín.
- Por el sur con el distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.
- Por el este con el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cusco y con el distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín.
- Por el oeste con los distritos de Sivia y Llochegua, provincia de Huanta, Ayacucho y distrito de Pangoa, provincia de Satipo, departamento de Junín.

Figura 2.1

Mapa de ubicación del distrito de Pichari



Fuente: Banco de Información Distrital

2.2. Extensión territorial

Su ámbito territorial está comprendido entre 340 msnm en la confluencia del río Mantaro con el Apurímac y 4,200 msnm en las partes más altas; la capital distrital comprende 1337.94 Km² (133,794.33 ha).

2.3. Características climáticas del distrito de Pichari

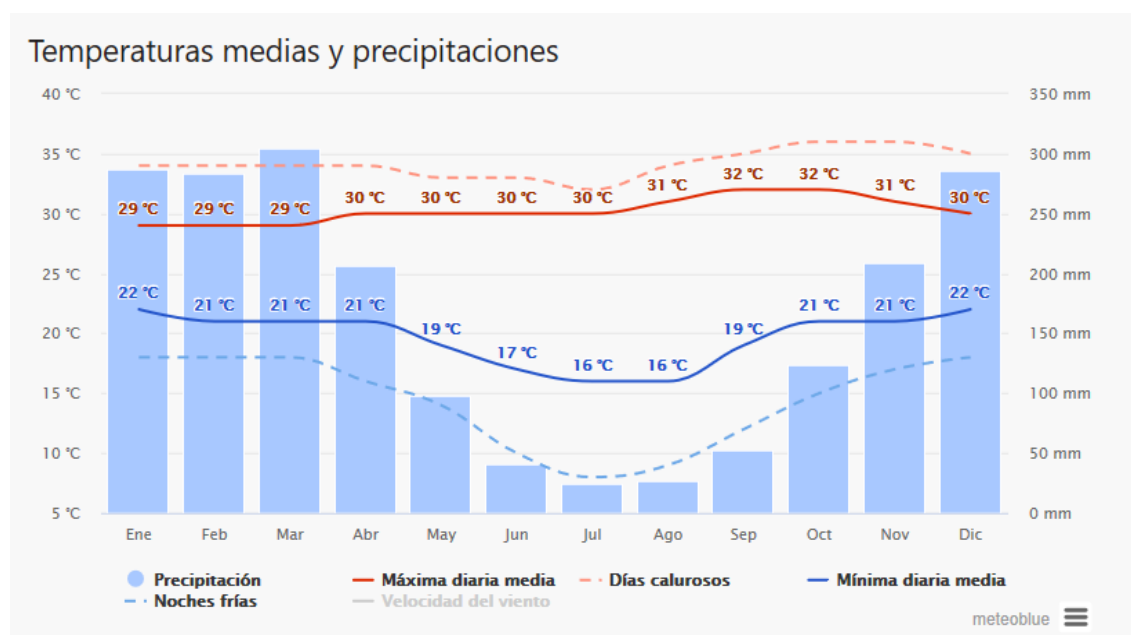
El "máximo diario promedio" (mostrado por la línea roja continua) muestra la temperatura media más alta registrada en Pichari para cada mes. De manera similar, el "mínimo diario promedio" (mostrado por la línea azul continua) indica el valor promedio de la temperatura más baja registrada cada día.

Las líneas discontinuas azules y rojas representan las temperaturas promedio del día más cálido y la noche más fría de cada mes durante los últimos 30 años.

Enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre tienen una cantidad adecuada de precipitación, mientras que junio, julio, agosto y septiembre tienen menos de 50 mm. Sin embargo, no hay escasez de precipitaciones.

Figura 2.2

Balance hídrico histórico del distrito de Pichari, La Convención, Cusco



Nota. El balance hídrico de METEOBLUE, las simulaciones de modelos meteorológicos por hora se han llevado a cabo durante 30 años y son accesibles para todas las áreas de la Tierra. Proporcionan indicadores precisos de los patrones climáticos habituales y las condiciones anticipadas, incluidas la temperatura y la precipitación. Los datos simulados tienen una resolución espacial de unos 30 km.

2.4. Condiciones edáficas

Tabla 2.1

Categorías de uso actual de la tierra

Código	Nivel II	Área (ha)	Área %
1.1	Áreas urbanizadas	624.24	0.47
2.1	Cultivos transitorios	760.84	0.57
2.2	Cultivos permanentes	9037.5	6.75
2.3	Áreas agrícolas heterogéneas	4012.75	3.0
3.1	Bosques	106378.9	79.51
3.2	Bosques plantados	33.1	0.02
3.3	Áreas con vegetación arbustiva /herbácea	10535.87	7.87
3.4	Áreas sin o con poca vegetación	1514.1	1.13
4.1	Aguas continentales	897.01	0.67
TOTAL		133 794.33	100%

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

2.5. Materiales y equipos

2.5.1. Equipos

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Laptop
- ✓ Impresora

2.5.2. Herramientas

- ✓ Pico
- ✓ Pala recta
- ✓ Costales-rafia
- ✓ Bolsas de polietileno 15cm x 30 cm x 0.2mm
- ✓ Mochila fumigadora
- ✓ regadera
- ✓ Cuaderno de registro
- ✓ Lapiceros

2.5.3. Insumo

- ✓ Esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth)
- ✓ Humus de lombriz
- ✓ Hormona Rotor-Hor
- ✓ Formol al 37% (desinfectante para sustrato)
- ✓ Fungicidas (Nordox 75 WG)

2.6. Variables

2.6.1. Variable independiente

Dosis del regulador de crecimiento (Root hor)

Indicadores

- **D₁**: 00 ml/lt
- **D₂**: 05 ml/lt
- **D₃**: 10 ml/lt
- **D₄**: 15 ml/lt
- **D₅**: 20 ml/lt

2.6.2. *Variable dependiente*

Propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú)

Indicadores

Planta de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú)

- N° de enraizamiento (unidad)
- Longitud de raíces (cm)
- N° de brotes (unidad)
- Tiempo de permanencia en el vivero (meses)

2.7. **Método procedimental**

2.7.1. *Población*

La población estuvo conformada por 400 plantones de bambú ((*Guadua angustifolia* Kunth) como resultado de 5 dosis (D₁, D₂, D₃, D₄ y D₅) con 4 repeticiones de 20 plantas cada unidad experimental.

2.7.2. *Muestra*

La muestra del proyecto de investigación estuvo compuesta de 200 plantones de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) de los cinco tratamientos debidamente identificados.

2.8. **Unidad de análisis**

La unidad de análisis estuvo representada por cada uno de los 200 plantones de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) de los cuales se obtuvo los parámetros a evaluar: tiempo y % de enraizamiento N° de brotes (unidad) y tiempo de permanencia en el vivero (días).

2.9. **Diseño experimental**

El estudio de investigación en vivero utilizó el Diseño Completo Aleatorizado (DCR) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, lo que resultó en un total de 400 unidades experimentales, cada una con 20 plantas.

2.10. **Análisis estadístico**

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = j ésima observación del tratamiento i

$i = 1, 2, \dots, k$

$j = 1, 2, \dots, n_i$

U = Media global

T_i = Efecto del tratamiento i

E_{ij} = Efecto del error experimental de la medición Y_{ij}

2.11. Distribución del campo experimental

Figura 2.3

Croquis de distribución de los tratamientos en el vivero

D= dosis

2= 2do.Tratamiento

1= 1ra.repetición

00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
D₂₁	D₃₁	D₅₃	D₁₂	D₄₁
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
D₁₁	D₂₂	D₅₁	D₁₂	D₄₁
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
D₃₃	D₂₃	D₄₂	D₁₃	D₅₃
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
00000	00000	00000	00000	00000
D₂₄	D₁₄	D₄₄	D₃₄	D₄₃

2.12. Conducción del ensayo

2.12.1. Obtención de semillas

Las semillas vegetativas se obtuvieron del Centro Poblado de Quisto Valle, Pichari.

2.12.2. Ficha técnica del Root- Hor

Según por la empresa Comercial Andina Industrial S.A.C., es un regulador de crecimiento vegetal, que presentan las siguientes características.

Ingredientes activos:

- Ácido Naftalenacético (ANA): 0.40 %
- Ácido Indol Butírico (AIB): 0.10 %
- Ácidos Nucleícos: 0.10 %
- Sulfato de Zinc: 0.40 %
- Solución Nutritiva: 95.40 %

Características físico – químicas:

- Estado Físico: Líquido
- Color: Turquesa
- Olor: Característico
- Densidad: 1.03 +/- 0.01
- pH: 2.5 +/- 0.2
- Solubilidad en agua: 100 % Soluble
- Estabilidad: Estable
- Inflamabilidad: No inflamable
- Explosividad: No explosivo
- Corrosividad: No corrosivo
- Combustibilidad: No combustible
- Estabilidad de almacenamiento: Estable 2 años

2.12.3. Modo de acción

Aquí hay una sustancia que ingresa a los tejidos celulares e induce un nivel beneficioso de auxinas, a saber, Ácido Naftalenoacético (ANA) y Ácido Indolbutírico (AIB), en la planta. Esto promueve el crecimiento de las raíces. Las fitohormonas colaboran en el proceso de desarrollo radicular, particularmente en la propagación de plantas a través de estacas, capas, árboles frutales y esquejes de diferentes cultivos, facilitando la rápida aparición de raicillas.

2.12.4. Momento de aplicación

Para facilitar el crecimiento de capas y esquejes, agregue 5 ml de Root-Hour a 1 litro de agua en un recipiente. Coloque las estacas 3 cm por debajo del nivel del agua en el recipiente y déjelas allí durante 3-5 minutos. Una vez que empiecen a aparecer las primeras hojas, aplique una segunda dosis de raíces o directamente sobre las hojas. Para facilitar el crecimiento de las raíces en los vegetales, agregue 250 ml de pelos radiculares a 200 litros de agua. Mezcle bien la solución y aplíquela a las hojas de las plantas según las indicaciones de cada cultivo específico.

a) Cama de almácigo

Se utilizó una cama enraizadora de 2m x 2m x 0.20 m de profundidad con arena fina desinfectada con agua caliente.

b) Tratamiento de los esquejes

Previo al estacado de los esquejes se remojó por 24 horas en regulador de crecimiento radicular (Root hor) de acuerdo a las dosis preestablecidas.

c) Estacado de esquejes

El estacado de esquejes se realizó en líneas, cuya distancia fue de 3 cm, entre esquejes fue de 3 cm; la siembra se realizó a 2.0 cm de profundidad. Luego se efectuó el riego manteniendo a capacidad de campo.

d) Obtención, preparación de los sustratos y análisis para el repique

La tierra agrícola se obtuvo del terreno colindante al vivero; el humus de lombriz previamente elaborado y la arena del río de Pichari en una proporción de 2:2:0.5.

Estos insumos para el sustrato se procedieron a mezclar adecuadamente de acuerdo al protocolo establecido. Luego se desinfectaron con Formol al 37%.

Para el análisis del sustrato se embolsó 1 kilo de sustrato y se enviaron al laboratorio del Programa de investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, Huamanga para el análisis correspondiente.

e) Embolsado de sustrato

El sustrato debidamente tratado se llenó en las bolsas debidamente identificadas y rotuladas de acuerdo a los tratamientos de dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) y se colocaron de acuerdo al diseño establecido. Además, cada tratamiento fue identificado con su respectiva denominación.

f) Repique de esquejes con raíz y brotes

El repique se realizó en las bolsas de polietileno previamente identificadas. Los esquejes enraizados de bambú deben tener las primeras hojas. Previo al repique se regaron las camas germinadoras con la finalidad de extraer las plantas sin dañar las raíces; luego de la extracción de las plantas se depositaron en un recipiente con agua para mantener la humedad de las raíces y con la ayuda de un hoyador se realizaron los hoyos para colocar las plantas de bambú en forma vertical y rellenar el hoyo con el mismo sustrato que contiene la bolsa. Al cabo de tres días se efectuaron una evaluación de las plantas repicadas muertas para ser reemplazadas oportunamente por otra planta de bambú.

g) Riegos

Se aplicó previa evaluación en función a la capacidad de campo del sustrato.

h) Desmalezado

Se realizó el desmalezado manualmente cuando fue necesario para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes.

2.13. Parámetros a evaluar

La evaluación de los parámetros fue de la siguiente manera:

2.13.1. Porcentaje de enraizamiento (%)

Luego de una semana de haber colocado en la cama germinadora los esquejes tratados, se inició con los muestreos, cada dos días, hasta los 30 días, para observar el enraizamiento y consecuentemente determinar el efecto del Root-hor.

2.13.2. Tiempo de enraizamiento (días)

Se tomó en cuenta desde el momento de haber colocado los esquejes hasta el momento previo al repique.

2.13.3. Número de brotes (unidad)

Al final del ensayo se contó el número de brotes. Esta evaluación se realizó al final del ensayo, previo un muestreo donde se observó que más del 50% presentó brotes de 20 cm de longitud como mínimo. En este caso, se evaluó 10 plántones de bambú por cada unidad experimental, haciendo un total de 200 esquejes enraizados y brotados; primero, se extrajo las plantas de las bolsas, se separó con cuidado, el sustrato de las raíces, enseguida se procedió a contar el número de raíces y de brotes. Además, se tomó en cuenta el día del muestreo final para determinar el tiempo de permanencia en el vivero.

2.14. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos se sistematizaron para efectuar el análisis de varianza y las pruebas de contraste de Tukey, para ello se utilizó el programa SPSS y Excel.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Número de raíces

Tabla 3.1

Análisis de variancia del número de raíces del bambú con cinco dosis de enraizador. Pichari 550 msnm

F. Variación	G.L.	S. C.	C.M.	Fc	Pr>Fc
Dosis	4	380.65	95.16	214.49	<0.0001 **
Error	15	6.65	0.44		
Total	19	387.30			

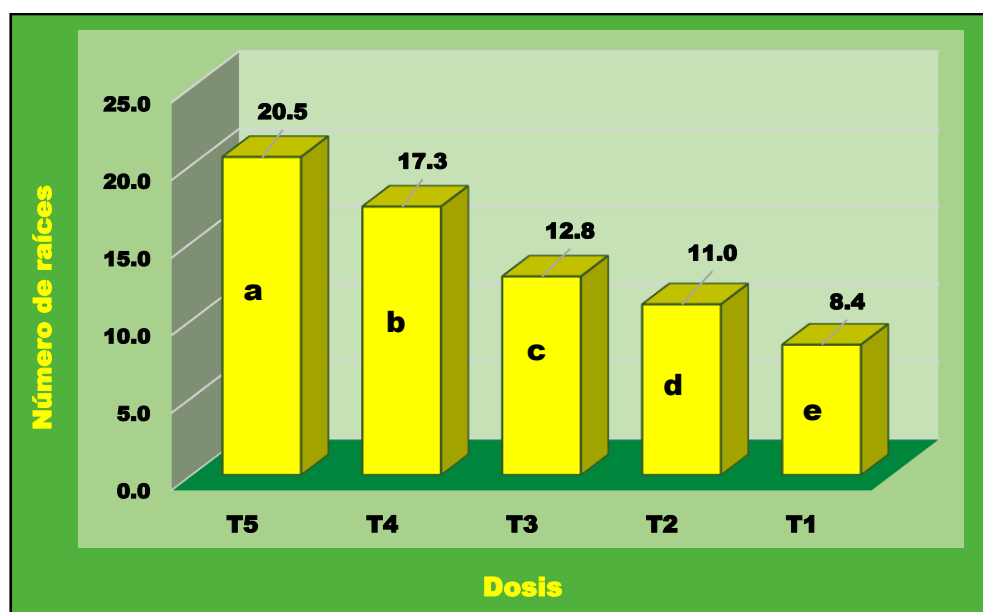
C.V. = 4.76 %

La tabla 3.1, muestra el análisis de variancia para el número de raíces del bambú producido con cinco dosis de enraizador Root-hor, donde se observa diferencia estadística altamente significativa entre dosis del enraizante del bambú, este resultado significa que por lo menos existe una dosis diferente a las demás.

Razón por la cual, se realizó la prueba de contraste de Tukey, cuyo resultado se muestra en la figura 3.1.

Figura 3.1

Prueba de Tukey del número de raíces de bambú en las diferentes dosis de enraizantes en Pichari a 550 msnm



En la figura 3.1, se observa que el tratamiento 5 (T₅) compuesto por 20 ml de Root-hor/lit de agua) supera estadísticamente a todos los demás tratamientos (T₁) testigo con 0 ml/lit), T₂ con 5 ml/lit, T₃ con 10 ml/lit y T₄ compuesto por 15 ml/lit. El T₅ alcanza 20.5 raíces y el T₁, sólo 8.4 raíces, evidenciándose notable diferencia con la aplicación del Root-hor.

Al respecto, Sánchez (2017) observó en la propagación de *Bambusa vulgaris* con la hormona AIB, mayor cantidad y mayor longitud de raíces, corroborando con lo obtenido en el presente trabajo.

Asimismo, Ojeda (2020) el autor destaca que después de evaluar lo que está en juego en general para las dos especies involucradas en el experimento, se puede concluir que los resultados más favorables se lograron cuando se usaron niveles reguladores del crecimiento de 2.5, 5.0 y 7.5 ml de Root-Hor, junto con arena como sustrato. Esto reafirma el impacto positivo de la aplicación de enraizamiento de plantas con hormonas radiculares, como se demostró en el estudio actual.

Además, Aguirre (2019) en este estudio, se examinó el impacto de dos agentes enraizantes y tres mezclas de sustrato en la propagación vegetativa del bambú Guadua

angustifolia Kunth. El resultado más favorable se observó cuando se usaron 5 ml/log de Razor maniac, el agente de clasificación y un sustrato que contenía humus al 20%. Este tratamiento superó el uso de raíces o. Adicionalmente, el análisis económico reveló que todos los tratamientos eran rentables.

3.2. Longitud de raíz

Tabla 3.2

Análisis de variancia de longitud de raíces del bambú con cinco dosis de enraizador. Pichari 550 msnm

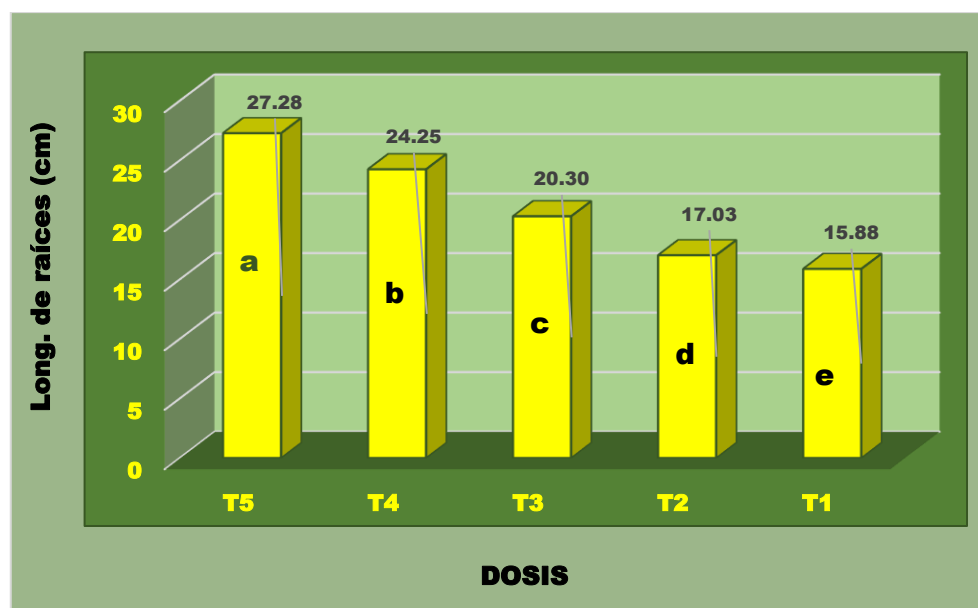
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Dosis	4	369.92	92.48	318.71	<0.0001 **
Error	15	4.35	0.29		
Total	19	374.27			

C.V. = 2.57 %

La tabla 3.2, muestra el análisis de variancia para la longitud de raíz del bambú producto de la aplicación de cinco dosis de Root-hor, donde se observa diferencia estadística altamente significativa entre dosis del regulador de crecimiento del bambú, este resultado significa que por lo menos existe una dosis diferente a las demás.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de la longitud de raíz en las diferentes dosis de enraizantes



Entonces, para conocer la mejor dosis del Root-hor, se realizó la prueba de contraste de Tukey, tal como se muestra en la figura 3.2, donde se observa que el tratamiento 5 que contiene 20 ml/lt del regulador de crecimiento supera estadísticamente con 27.28 cm de raíz a todos los demás tratamientos (T₄ (15 ml/lt), T₃ (10 ml/lt), T₂ (5 ml/lt) y T₁ (testigo) que sólo alcanza 15.88 cm de longitud de raíz. Por lo tanto, es evidente el efecto del Root-hor respecto al tratamiento testigo.

Al respecto, Huamán (2020) en un trabajo con bambú amarillo en Ácido Naftal Acético (Root-Hor), a una concentración de 8 ml en un sustrato de arena, encontró 14.278 cm como la mayor longitud de raíz, sin embargo, es inferior a los 20.30 cm de longitud de raíz encontrado con una dosis de 10 ml de Root-hor en el presente trabajo.

3.3. Número de brotes

Tabla 3.3

Análisis de variancia del número de brotes del bambú con cinco dosis de enraizadores. Pichari 550 msnm

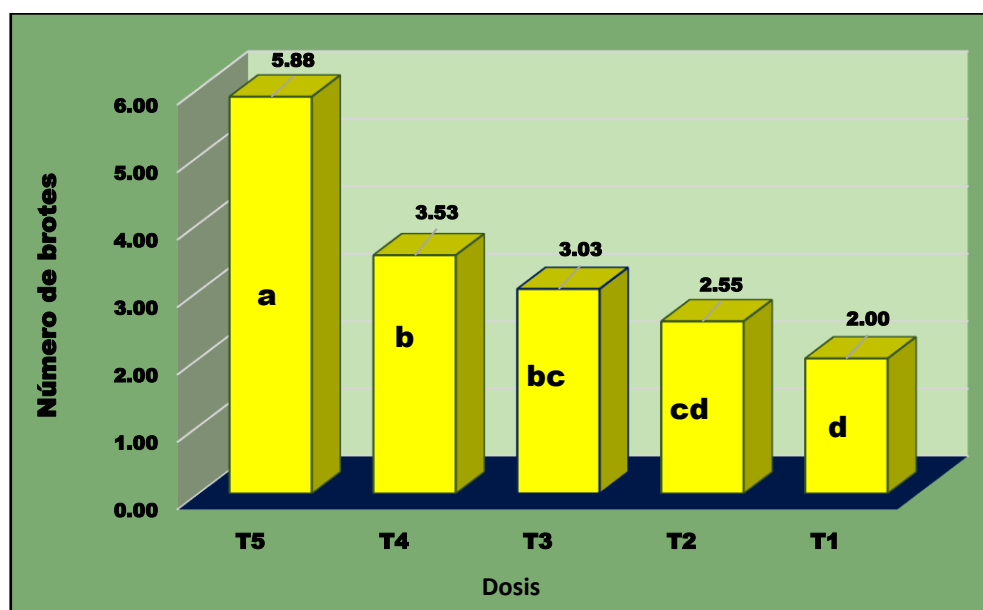
F. Variación	G.L.	S. C.	C.M.	Fc	Pr>Fc
Dosis	4	35.86	8.96	104.03	<0.0001 **
Error	15	1.29	0.09		
Total	19	37.15			

C.V. = 8.65 %

En la tabla 3.3, el análisis de variancia para la cantidad de brotes de bambú con cinco dosis de regulador de crecimiento revela una diferencia estadística significativamente significativa entre las dosis de hor de raíz. Este resultado indica que hay una discrepancia en al menos una dosis en comparación con las demás. En consecuencia, se realizó la prueba de Tukey para identificar el tratamiento específico que difiere en la investigación actual, cuyos resultados se muestran en la figura 3.3.

Figura 3.3

Prueba de Tukey del número de brotes en las diferentes dosis de enraizantes



La figura 3.3, muestra la prueba de Tukey del número de brotes en las diferentes dosis de regulador de crecimiento donde se observa que el T₅ compuesto por 20 ml/lit de Root-hor es superior estadísticamente con 5.88 brotes de bambú a todos los demás tratamientos; T₄ :15 ml/lit), T₃:10 ml/lit), T₂ :5 ml/lit) y T₁: testigo con 0 ml/lit que sólo alcanzan 3.53, 3.03, 2.55 y 2.0 brotes, respectivamente.

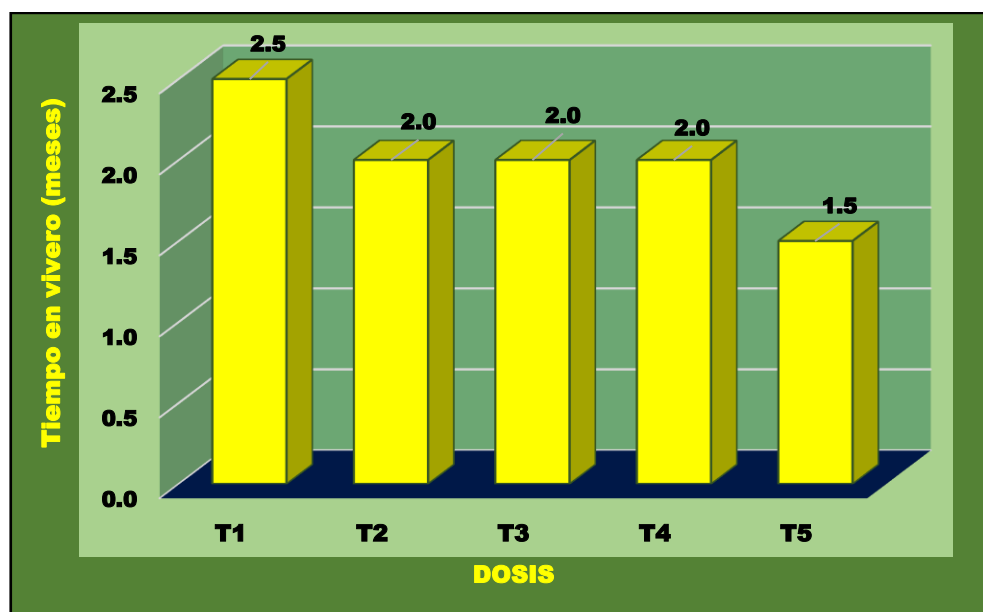
Al respecto, Flores (2019) En la producción de plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth, no se observaron diferencias significativas al considerar la interacción de factores para la variable de número de brotes y tasa de supervivencia de juncos propagados. Sin embargo, se registró un valor mayor cuando se usó una dosis de 7,5 ml de Raíz-Vello, resultando en 1.051 brotes (83,33%) en la sección basal y 2.158 brotes (66,67%) en general. Por otro lado, las lecturas que no recibieron tratamiento radicular tuvieron una tasa de mortalidad del 100%, con una tasa de mortalidad más alta del 66,67% en la sección de sucursales. Estos valores encontrados por Flores son inferiores a 3.03 brotes encontrado en el presente trabajo aplicando 10 ml de Root-Hor, valores similares a los encontrados aplicando Root-Hor en el presente trabajo.

Asimismo, Huamán (2020) manifiesta que el bambú grande tratado con Ácido Naftal Ácético a una concentración de 8 ml en un sustrato de arena, presentó mayor número de brotes, con un promedio de 5.44 brotes, es decir, superior al presente trabajo donde se obtuvo 3.03 de brotes con la dosis de 10 ml.

3.4. Tiempo de permanencia en el vivero

Figura 3.4

Promedio de tiempo (meses) de permanencia en el vivero en los diferentes tratamientos



La figura 3.4 muestra el promedio del tiempo de permanencia en el vivero de las plantas de Bambú, donde se observa que el tratamiento T₁ permanece mayor tiempo en el vivero (2.5 meses) mientras que los T₂, T₃ y T₄ permanecen dos meses en el vivero y el tratamiento T₅ permanece sólo un mes y medio (1.5 meses) en el vivero. Es decir, la aplicación de la dosis mayor (20 ml/lit) permite que las plantas permanezcan sólo un mes y medio (1.5) en el vivero, tiempo suficiente para alcanzar el mayor número de raíces (20.5), de brotes (5.88) y la mayor longitud de raíces (27.28 cm) que los demás tratamientos. El testigo (que no recibió la hormona enraizante) permanece dos meses y medio (2.5) en el vivero o sea un mayor tiempo para alcanzar 8.4 raíces, 2.0 brotes y 15.88 cm de longitud de raíces, mostrando así la importancia de aplicar el Root-hor en las estacas lo cual también determina un menor tiempo en el vivero, lo que significa un menor costo.

Aguirre (2019) en el estudio que investigó el impacto de dos hormonas radiculares y tres mezclas de sustrato diferentes en la propagación vegetativa del bambú *Guadua angustifolia* Kunth, se encontró que después de 150 días, los resultados más favorables para las variables medidas se lograron utilizando una concentración de 5 ml/l de hormona Razormín y un sustrato que contenía un 20% de humus. Además, el análisis económico reveló que todos los tratamientos fueron financieramente beneficiosos. Los valores óptimos se alcanzaron 5 meses después de la instalación, sin embargo, en el estudio actual, los resultados más favorables se observan 1,5 meses después de la instalación de prueba.

3.5. Análisis económico

3.5.1. Costos de propagación de esquejes

Los costos de propagación de esquejes de bambú se estructuraron teniendo en cuenta los costos directos y los costos indirectos de 600 esquejes y proyectados de 1200 esquejes que correspondió al tratamiento (T₅) con 20 ml de Root-Hor /lt de agua) y el costo de una planta propagada.

Tabla 3.4

Costos de propagación de esquejes de bambú en Pichari

Rubros	Costos de propagación de 600 esquejes (S/.)	Costos de propagación de 1200 esquejes (S/.)
1.0. Costos directos	1,594.06	3,189.00
1.1. Materiales	994.50	1,989.00
1.2. Mano de obra	600.00	1,200.00
1.2.1. Trabajos preliminares	80.00	160.00
1.2.2. Construcción del vivero	80.00	160.00
1.2.3. Labores silviculturales	440.00	880.00
2.0. Costos indirectos	792.56	1,585.12
2.1. Equipos y herramientas	565.00	1,130.00
2.2. Transporte de materiales	100.00	200.00
2.3. Imprevistos (8% costos directos)	127.56	255.12
Costo total (S/.)	2,387.06	4,774.12

En la tabla 3.4 se reporta los costos directos (1 594.06 y 3 189.00 soles), los costos indirectos (752.96 y 1 585.12 soles) y el costo total (2 387.06 y 4 774.12 soles) de

propagación para 600 y 1 200 esquejes, respectivamente. El costo total de propagación con el T₅ (20 ml de Root-Hor/lit de agua) es de 2,387.06 y 4774.12 soles, para 600 y 1 200 esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth, respectivamente.

Estos resultados obtenidos con el tratamiento T₅ superaron a los otros tratamientos debido a la mayor conformación de raíces, longitud de raíces, mayor número de brotes, entre otros, evidenciándose la diferencia notable con la aplicación del mencionado enraizador; de los 600 y 1200 esquejes propagados de bambú. El costo unitario de una planta propagada es de 3.98 y 2.66 soles, respectivamente; lo que nos permite señalar que cuando se propagan el mayor número de plantas los costos se reducen y viceversa.

3.5.2. Ingreso bruto de propagación

Tabla 3.5

Propagación de 600 y 1200 esquejes de bambú, precio unitario y el ingreso bruto por ventas de plantones

Tratamiento	Número de plantones	Precio unitario (S/ x plantón)	Ingreso bruto (S/)
T ₅	600	5.00	3,000.00
	1200	5.00	6,000.00

En la tabla 3.5. se muestra el precio unitario y el Ingreso bruto por venta de plantones de la propagación de esquejes de bambú con el tratamiento T₅, donde se observa que con la propagación de 600 y 1200 plantones se obtienen ingresos brutos de 3,000 y 6,000 soles, respectivamente; habiéndose tomado como referencia el precio de 5.00 soles para los ingresos por ventas, valor con el cual se ofertan en el VRAEM.

3.5.3. Ingreso neto de propagación

Tabla 3.6

Ingreso neto de propagación de esquejes de bambú

Tratamiento	Ingreso bruto (S/)	Costo total de Producción (S/)	Ingreso neto (S/)
T ₅	3,000	2,387.06	612.94
	6,000	4,774.12	1,225.88

En la tabla 3.6. se observa el ingreso neto de la propagación de esquejes de bambú, producto de la diferencia entre el ingreso bruto de producción y el costo total de propagación de esquejes de acuerdo al tratamiento T₅ en estudio, con la propagación de 600 y 1200 plantas, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente.

Los ingresos netos derivados del tratamiento de propagación de esquejes T₅ están directamente vinculados a los ingresos brutos de producción y los gastos de producción asociados a la multiplicación de esquejes. El Ministerio de Economía y Finanzas (2014) sugiere que, al realizar un estudio económico de una actividad económica productiva en el sector agropecuario, es importante identificar los valores de producción bruta y neta.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de Root-Hor en diferentes dosis en esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth tiene efecto directo y positivo en el número y longitud de raíz, número de brotes y el tiempo de permanencia en el vivero pues, superan estadísticamente al tratamiento testigo (sin aplicación de Root-Hor).
2. La dosis de 20 ml de Root-Hor/lit de agua aplicado en esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) permitió alcanzar el mayor número de raíces (20.5), de brotes (5.88) y la mayor longitud de raíces (27.28 cm) y el menor tiempo de permanencia en el vivero (1.5 meses) que los demás tratamientos.
3. El análisis económico realizado para el tratamiento T5, con la propagación de 600 y 1200 plantones de bambú, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente, asimismo, el costo unitario de un plantón propagada es de 3.98 y 2.66 soles, respectivamente; con la propagación de 600 y 1200 plantas, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente lo que nos permite señalar que cuando se propagan el mayor número de plantones los costos se reducen y viceversa.

RECOMENDACIONES

Los resultados del presente trabajo de investigación son muy importantes que permite las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar la dosis de 20 ml de Root-Hor/lit de agua para propagar esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth de calidad.
2. Realizar trabajos similares con diferentes dosis y enraizantes al presente trabajo para encontrar la dosis óptima para las variables en estudio.
3. Utilizar fitoreguladores puros para formular las dosis adecuadamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Andina (@Agencia_Andina). (2019) Productos agrícolas. Root-Hor.
<http://www.grupoandina.com.pe/es/productos/root-hor/>
- Aguirre Torres, Luzmila Rosario (2019). *Efecto de dos enraizadores y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa del bambú (Guadua angustifolia Kunth.) mediante brotes de rizoma en vivero – Aucayacu*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.
URI: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1685>
- Álvarez, M. (2011) *Multiplicación de plantas: una guía esencial para conocer los distintos tipos de multiplicación y su correcta aplicación en el inicio de un cultivo*. Editorial Albatros ESCI, Buenos Aires. Argentina.
- Camus Vargas, Lusmila (2021). *Efecto de dos enraizantes en la producción de plantones de bambú (Guadua angustifolia) anexo de Shucayacu – Yambrasbamba - Amazonas, 2019*. Tesis. Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica Amazónica. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12897/58>
- Canchari, Y. (2017). Influencia de contenedores y sustratos en la propagación de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*), en Ayacucho a 2792 msnm. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
- Hartmann T. & Kester E. (1962). Propagación de plantas: principios y prácticas. CECSA. CIA. Editorial Continental S.A. 3ra. Edición. México. 814 p.
- Hernández, J. R et al. (2005) Influencia del ácido indol butírico y ácido naftaleno acético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum* aubl.) Universidad de Córdoba, *Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales de Clima Cálido. Temas Agrarios - Vol. 10:(1). Enero - junio 2005 (5 - 13)*.
- Huamán Q, R. (2020). *Efecto de enraizamiento y sustratos en la propagación de estacas en tres géneros de bambú, Santa Ana, La Convención*. Tesis de pregrado. Escuela profesional de Agronomía tropical Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Perú. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5524>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI]. 2020. Importancia de los reguladores de crecimiento. México.

- Flores, L. Y. M. (2019) Efecto de la hormona Root-Hor en el enraizamiento del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en condiciones de vivero. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1653>
- Londoño, X. (2010). Identificación taxonómica de los bambúes de la Región Noroccidental del Perú. *PD 428/6 Rev.2(F)*. <https://bambu.com.ec/bambu/>
- Lluna, D. (2006) Hormonas Vegetales; Crecimiento y desarrollo de los vegetales. coproa@hotmail.com
- METEOBLUE (s/f).
 Datos%20climáticos%20y%20meteorológicos%20históricos%20simulado%20para%20Pichari%20-%20meteoblue.html.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS [MEF] (2014). Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a, nivel de perfil. *Dirección General de Inversión Pública (DGIP). Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). Primera edición. Lima.*
- MINISTERIO DE AGRICULTURA [MINAGRI] (2008). Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008-2020. Dirección General de Competitividad Agraria, Lima, Perú.
- Ojeda G. Q. E., Manayay O. M. & Vergara M. S. E. (2020). Propagación por estacas de *Retrophyllum rospigliosii* Pilger y *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) g. Nicholson con diferentes niveles de regulador de crecimiento, Jaén, Cajamarca, 2019. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería. Volumen 2, N° 2. Cajamarca, Perú.*
- Palacios Guerrero, Jairo Edmundo (2018). *Efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento*. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. URI: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5029>
- Pastor, S. J. N. (1999). Utilización de sustratos en viveros Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, 1999, pp. 231-235 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- Rodríguez Infante, José Luis (2016). *Efecto de diferentes sustratos en el prendimiento de esquejes de bambú guayaquil (Dendrocalamus asper Schult. & Schult. f. Backer ex K. Heyne) en Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú. URI: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1810>

- Rojas, P. (2015). *Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (Cedrelinga cateniformis DUCKE), en Tingo María* (tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva) (tesis de grado, universidad nacional agraria de la selva). [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/unas/1050/ts_prn_2015.pdf?sequence=1 &isallowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/unas/1050/ts_prn_2015.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- Ruiz H. F. (2010) Ruiz-Solsol, H., & Mesén, F. (2010). Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estacilla en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*). *Agronomía costarricense* vol.34(2), San Pedro de Montes de Oca. 259-267¹. (<https://www.redalyc.org/pdf/436/43620066011.pdf>)
- Sánchez M. A. M. (2017) *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris (bambú), en el Vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo*. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Naturales, Napo. Ecuador. URI: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7665>
- Silva, T. G. (2015) *Efecto de diferentes dosis de ácido indol butírico en el enraizamiento de estacas de Lonchocarpus utilis (barbasco) en vivero*. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Tesis para obtener el título de ingeniero agroforestal acuícola. Yarinacocha, Ucayali – Perú 2015.
- Takahashi, J. & Ascencios D. (2004) “*Informe Final: Inventario del bambú en el Perú*”. GTZ Contrato 01.2459.4-001.00/PI 030/03. Lima, marzo 2004. Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008-2020.
- Vásquez, I. L. (2015). *Dosis de ácido indol butírico y edad de material vegetativo y su efecto en el enraizamiento de brotes de Coffea arabica. café variedad caturra*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Agronomía. Yurimaguas. Loreto – Perú.
- Vásquez, A., (2001). *Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia*. Facultad de Ingeniería forestal. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 304 p.

ANEXOS

Anexo 1. *Parámetros evaluados en el ensayo: Efectos del Root-Hoor en el bambú*

DOSIS DE ENRAIZADOR EN BAMBU					
TRATAMIENTO	REPETICION	N° de Raíz	N° de Brotes	Long. de raíz	Meses en Vivero
T1	1	7.20	2.20	15.20	2.5
	2	8.70	1.50	15.70	2.5
	3	8.4	1.9	16.4	2.5
	4	9.2	2.4	16.2	2.5
	PROMEDIO	8.38	2.00	15.88	2.5
T2	1	10.7	2.5	16.7	2.0
	2	11.5	2.8	17.1	2.0
	3	10.7	2.6	17.2	2.0
	4	11.1	2.3	17.1	2.0
	PROMEDIO	11	2.55	17.025	2.0
T3	1	12.4	2.9	20.3	2.0
	2	13.6	3.1	19.6	2.0
	3	13.1	3.3	20.1	2.0
	4	12.2	2.8	21.2	2.0
	PROMEDIO	12.825	3.025	20.3	2.0
T4	1	17.7	3.5	24.7	2.0
	2	17.2	3.7	24.00	2.0
	3	17.9	3.4	24.4	2.0
	4	16.4	3.5	23.9	2.0
	PROMEDIO	17.3	3.525	24.25	2.0
T5	1	20.2	5.6	26.6	1.5
	2	21.5	6	27.5	1.5
	3	19.9	6.4	28.2	1.5
	4	20.4	5.5	26.8	1.5
	PROMEDIO	20.5	5.875	27.275	1.5

Anexo 2. Costo total de producción efecto del Root-Hoor en bambú-Pichari

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo sub total	Total/600 esquejes	Total (1200 esquejes)
1.0. COSTOS DIRECTOS					1,594.50	3,189.00
1.1. Materiales					994.50	1,989.00
Alambre negro N°16	kg	0.5	5	2.5		
Clavos para madera c/cabeza	kg	1	5	5		
Arpillera negra h=3.0 m.	m	6	3	18		
Arena semigruesa	m3	0.8	20	16		
Tierra de cultivo	m3	0.4	20	8		
Tierra negra	m3	0.8	20	16		
Malla rashell 65% de sombra	m2	10	4	40		
Rollizo de 4"x2.60 m.	pza	7	5	35		
Estacas de madera	und	12	2	24		
Semilla vegetativa de bambú (culmos)	unidad	600	1	600		
Soga de nylon 3/8"	m	20	1	20		
Bolsas de polietileno de 12x7x0.002"	mill	1	10	10		
Root-hor	L	1	200	200		
1.2. Mano de Obra					600	1,200
1.2.1. Trabajos preliminares					80	160
Habilitac. de campamento provisional	jornal	2	40	80		
1.2.2. Construcción del vivero					80	160
Construcción de tinglado	jornal	2	40	80		
1.2.3. Labores silviculturales					440	880
Preparación de cama enraizadora	jornal	2	40	80		
Preparación de sustrato	jornal	2	40	80		
Embolsado del sustrato	jornal	2	40	80		
Repique de esquejes enraizados y brotados	jornal	2	40	80		
	jornal	3	40	120		
2.0. COSTOS INDIRECTOS					792.56	1,585.12
2.1. Equipos y herramientas					565	1,130.00
Pala	und	1	35	35		
Pico	und	1	40	40		
Martillo carpintero	und	1	15	15		
Regadera de ducha fina	und	1	35	35		
Mochila fumigadora de 200 lt	und	1	200	200		
Barreta	und	1	70	70		
Carretilla	und	1	170	170		
2.2. Transporte de materiales					100	200.00
Transp. mat, equipos y herramientas	global	1	100	100		
2.3. Imprevistos					127.56	255.12
Imprevistos 8% de costos directos	%			145		
COSTO TOTAL					2,387.06	4,774.12

Anexo 3. Panel fotográfico



Preparando la cama de enraizamiento



Fumigando el sustrato de la cama



Cama de enraizamiento



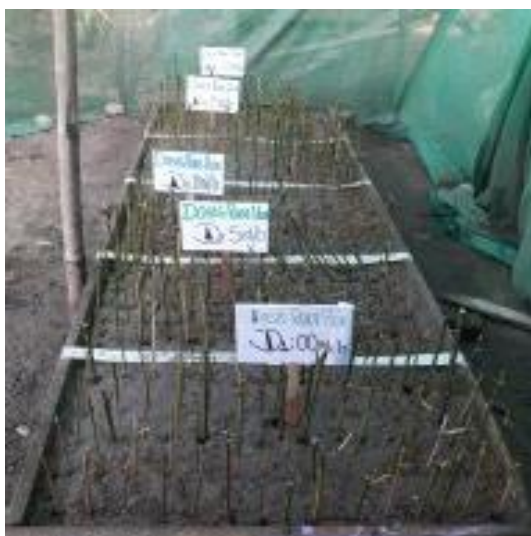
Seleccionando material vegetativo



Aplicación del Root hor en mat. Vegetativo



“Siembra” de chusquines en la cama



Cama enraizadora con chusquines en tratamientos



Cama enraizadora protegida



Embolsado del sustrato en los tratamientos



Repique de bambúes con brotes y raíces



Evaluación de bambúes a los 3 meses



Evaluación de tallo y raíz



Evaluación de bambúes

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. GUILER OVIDIO PEREZ PERALTA
R.D. N° 029-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los siete días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, siendo las quince horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Francisco Condeña Almora, Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos como asesor, Ing. Guillermo Carrasco Aquino; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) en la propagación asexual de Guadua angustifolia Kunth (bambú), Pichari, La Convención - Cusco, 2020**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal presentado por el Bachiller **GUILER OVIDIO PEREZ PERALTA**.

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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Francisco Condeña Almora	13	12	14	13
Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos	16	17	17	17
Ing. Guillermo Carrasco Aquino	14	13	14	14
PROMEDIO GENERAL				15

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



.....
M.Sc. Francisco Condeña Almora
Presidente



.....
Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos
Asesor



.....
Ing. Guillermo Carrasco Aquino
Jurado



.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

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

Dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú), Pichari, La Convención - Cusco, 2020

Autor : Guiler Ovidio PEREZ PERALTA
Asesor : Rómulo Agustín SOLANO RAMOS

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **trece (13 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2492272796

Ayacucho, 21 de octubre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo d; investigación y tesis - F.C.A.

Dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú), Pichari, La Convención - Cusco, 2020

por Guiler Ovidio PEREZ PERALTA

Fecha de entrega: 21-oct-2024 06:54a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2492272796

Nombre del archivo: TESIS_GUILER_OVIDIO_PEREZ_PERALTA.docx (3.72M)

Total de palabras: 18359

Total de caracteres: 97872

Dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú), Pichari, La Convención - Cusco, 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	3%
	Trabajo del estudiante	

2	pdffox.com	3%
	Fuente de Internet	

3	repositorio.unsch.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	

4	repositorio.unsaac.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

5	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	

6	repositorio.unu.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

7	repositorio.unas.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

8	repositorio.utea.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

9	www.fao.org Fuente de Internet	<1 %
10	apptransparencia.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	revistas.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	<1 %
15	www.itto.int Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú), Pichari, La Convención - Cusco, 2020

Área de Investigación: Medio Ambiente
Líneas de investigación: Sistemas de Producción Agrícola
Guiler Ovidio Perez Peralta
guiler.perez.28@unsch.edu.pe
Rómulo Agustín Solano Ramos
romulo.solano@unsch.edu.pe

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de determinar el efecto de cinco dosis de Root-Hor en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú), Pichari, Cusco. El diseño estadístico utilizado fue Completamente Randomizado (DCR) con cinco dosis (0, 5, 10, 15 y 20 ml/lt) con cuatro repeticiones y 20 plantas por unidad experimental. en condición de vivero. Los esquejes de bambú se obtuvieron en el Centro Poblado de Quisto Valle, Pichari, Los parámetros de evaluación fueron, número y longitud de raíces (cm), número de brotes y tiempo de permanencia en vivero (meses). Se realizó el análisis de varianza y prueba de contraste de Tukey obteniéndose los siguientes resultados: La dosis de 20 ml de Root-Hor/lt de agua aplicado en esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) permite alcanzar el mayor número de raíces (20.5), de brotes (5.88), la mayor longitud de raíces (27.28 cm) y el menor tiempo en el vivero (1.5 meses) que los demás tratamientos. El análisis económico corresponde al tratamiento 5 (20 ml de Root-hor/lt de agua) con la propagación de 600 y 1200 plántones de bambú, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente, asimismo, el costo unitario de un plánton propagada es de 3.98 y 2.66 soles, respectivamente; lo que nos permite señalar que cuando se propagan el mayor número de plántones los costos se reducen y viceversa

Palabras clave: vivero, *Guadua angustifolia*, esqueje y propagación vegetativa.

Dose of growth regulator (Root-Hor) in the asexual propagation of *Guadua angustifolia* Kunth (bamboo), Pichari, La Convention - Cusco, 2020

ABSTRACT

The present investigation was carried out in order to determine the effect of five doses of Root-Hor on the asexual propagation of *Guadua angustifolia* Kunth (bamboo), Pichari, Cusco. The statistical design used was Completely Randomized (CRD) with five doses (0, 5, 10, 15 and 20 ml/lit) with four repetitions and 20 plants per experimental unit. in nursery condition. The bamboo cuttings were obtained at the Quisto Valle Population Center, Pichari. The evaluation parameters were number and length of roots (cm), number of shoots and time spent in the nursery (months). The analysis of variance and Tukey contrast test were carried out, obtaining the following results: The dose of 20 ml of Root-Hor/lit of water applied to cuttings of *Guadua angustifolia* Kunth (bamboo) allows the greatest number of roots to be achieved (20.5). , of shoots (5.88), the longest root length (27.28 cm) and the shortest time in the nursery (1.5 months) than the other treatments. The economic analysis corresponds to treatment 5 (20 ml of Root-hor/lit of water) with the propagation of 600 and 1200 bamboo seedlings, income of 612.94 and 1,225.88 soles are obtained, respectively, likewise, the unit cost of a propagated seedling is 3.98 and 2.66 soles, respectively; which allows us to point out that when the greatest number of seedlings are propagated, costs are reduced and vice versa.

Keywords: nursery, *Guadua angustifolia*, cutting and vegetative propagation.

I. INTRODUCCIÓN

El bambú, es una especie forestal de gran potencial para su cultivo en varias partes de la América tropical, incluyendo el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), debido a sus propiedades endógenas, rico en fibra, que regula el tránsito intestinal y combatir el estreñimiento. Tiene alto contenido en potasio que ayuda del sistema nervioso y regula la presión arterial. en la medicina tradicional se usa como antiinflamatorio y analgésico. Es rico en Silicio, lo que ayuda a mantener los huesos sanos y es recomendable para mujeres menopáusicas y tiene propiedades antibacterianas, tiene beneficios ambientales. es una planta sostenible, con una baja huella de carbono y resistencia natural a plagas y enfermedades, mejora la calidad del suelo y utiliza el agua de manera eficiente. en la construcción, el bambú es versátil

además, el bambú es biodegradable y renovable, lo que lo convierte en una opción ecológica, crecimiento más rápido, contribuye con ventajas con el balance de la atmósfera en relación a los árboles que tardan en crecer de 10 a 20 años, es decir, que no solo emite oxígeno y captura CO₂, al igual que los árboles, sino que cuenta con otros más beneficios debido a su precocidad.

No obstante, el gran potencial del género *Bambusa*, hay trabajo arduo para innovar y generar una amplia gama de productos derivados de ella, en beneficio de la población. Para ello, es fundamental iniciar acciones arraigadas en la silvicultura, como la propagación asexual mediante el uso de hormonas vegetales o reguladores del crecimiento, y agilizar el enraizamiento y el desarrollo de manera que promueva las diversas funciones de sus células, tejidos y órganos. Por el contrario, necesita conocer el proceso que está tratando de controlar para determinar qué hormonas o grupos de hormonas se requieren, cuánto usar de cada una y cuándo aplicarlas para que pueda manipular el órgano vegetativo objetivo a su gusto.

En consecuencia, considerando todo lo anterior se propuso realizar el presente trabajo de investigación utilizando el regulador de crecimiento Root-Hor en la propagación asexual de esquejes de bambú, con los siguientes objetivos.

Objetivo general

Conocer la influencia de cinco dosis de regulador de crecimiento Root-Hor en la propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) en Pichari, Cusco.

Objetivos específicos

1. Evaluar el crecimiento y desarrollo de plántones de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) con la aplicación de las dosis del regulador de crecimiento Root-Hor.
2. Efectuar el análisis económico en la propagación de plántones de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) con la aplicación del regulador de crecimiento Root-Hor.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del ámbito de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en el Vivero Forestal de alta tecnología de la municipalidad distrital de Pichari, ubicado en el centro poblado de Quisto Central a 5 km del distrito de Pichari, provincia La Convención, región Cusco, a una altitud de 550 msnm, cuyas coordenadas geográficas son 12°31'31" Latitud Sur y 73°49'48" Longitud Oeste. Pertenece a la región natural rupa rupa o selva alta.

2.2. Características climáticas del distrito de Pichari

El "máximo diario promedio" (mostrado por la línea roja continua) muestra la temperatura media más alta registrada en Pichari para cada mes. De manera similar, el

"mínimo diario promedio" (mostrado por la línea azul continua) indica el valor promedio de la temperatura más baja registrada cada día.

Las líneas discontinuas azules y rojas representan las temperaturas promedio del día más cálido y la noche más fría de cada mes durante los últimos 30 años.

Enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre tienen una cantidad adecuada de precipitación, mientras que junio, julio, agosto y septiembre tienen menos de 50 mm. Sin embargo, no hay escasez de precipitaciones.

2.3. Condiciones edáficas

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

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

2.5. Materiales y equipos

2.5.1. Equipos

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Laptop
- ✓ Impresora

2.5.2. Herramientas

- ✓ Pico
- ✓ Pala recta
- ✓ Costales-rafia
- ✓ Bolsas de polietileno 15cm x 30 cm x 0.2mm
- ✓ Mochila fumigadora

- ✓ regadera

- ✓ Cuaderno de registro

- ✓ Lapiceros

2.5.3. Insumo

- ✓ Esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth)
- ✓ Humus de lombriz
- ✓ Hormona Rootor-Hor
- ✓ Formol al 37% (desinfectante para sustrato)
- ✓ Fungicidas (Nordox 75 WG)

2.6. Variables

2.6.1. Variable independiente

Dosis del regulador de crecimiento (Root hor)

Indicadores

- D₁: 00 ml/lit
- D₂: 05 ml/lit

- D₃: 10 ml/lit
- D₄: 15 ml/lit
- D₅: 20 ml/lit

2.6.2. **Variable dependiente**

Propagación asexual de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú)

Indicadores

Planta de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú)

- N° de enraizamiento (unidad)
- Longitud de raíces (cm)
- N° de brotes (unidad)
- Tiempo de permanencia en el vivero (meses)

2.7. **Método procedimental**

2.7.1. **Población**

La población estuvo conformada por 400 plantones de bambú ((*Guadua angustifolia* Kunth) como resultado de 5 dosis (D₁, D₂, D₃, D₄ y D₅) con 4 repeticiones de 20 plantas cada unidad experimental.

2.7.2. **Muestra**

La muestra del proyecto de investigación estuvo compuesta de 200 plantones de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) de los cinco tratamientos debidamente identificados.

2.8. **Unidad de análisis**

La unidad de análisis estuvo representada por cada uno de los 200 plantones de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) de los cuales se obtuvo los parámetros a evaluar: tiempo y % de enraizamiento N° de brotes (unidad) y tiempo de permanencia en el vivero (días).

2.9. **Diseño experimental**

El estudio de investigación en vivero utilizó el Diseño Completo Aleatorizado (DCR) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, lo que resultó en un total de 400 unidades experimentales, cada una con 20 plantas.

2.10. **Análisis estadístico**

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = jiésima observación del tratamiento i

i = 1, 2, ..., k

j = 1, 2, ..., n_i

U = Media global

T_i = Efecto del tratamiento i

E_{ij} = Efecto del error experimental de la medición Y_{ij}

2.11. Conducción del ensayo

2.11.1. Obtención de semillas

Las semillas vegetativas se obtuvieron del Centro Poblado de Quisto Valle, Pichari.

2.11.2. Ficha técnica del Root- Hor

Según por la empresa Comercial Andina Industrial S.A.C., es un regulador de crecimiento vegetal, que presentan las siguientes características.

Ingredientes activos:

- Ácido Naftalenacético (ANA): 0.40 %
- Ácido Indol Butírico (AIB): 0.10 %
- Ácidos Nucleícos: 0.10 %
- Sulfato de Zinc: 0.40 %
- Solución Nutritiva: 95.40 %

Características físico – químicas:

- Estado Físico: Líquido
- Color: Turquesa
- Olor: Característico
- Densidad: 1.03 +/- 0.01
- pH: 2.5 +/- 0.2
- Solubilidad en agua: 100 % Soluble
- Estabilidad: Estable
- Inflamabilidad: No inflamable
- Explosividad: No explosivo
- Corrosividad: No corrosivo
- Combustibilidad: No combustible
- Estabilidad de almacenamiento: Estable 2 años

2.11.3. Modo de acción

Aquí hay una sustancia que ingresa a los tejidos celulares e induce un nivel beneficioso de auxinas, a saber, Ácido Naftalenoacético (ANA) y Ácido Indolbutírico (AIB), en la planta. Esto promueve el crecimiento de las raíces. Las fitohormonas colaboran en el proceso de desarrollo radicular, particularmente en la propagación de plantas a través de estacas, capas, árboles frutales y esquejes de diferentes cultivos, facilitando la rápida aparición de raicillas.

2.11.4. Momento de aplicación

Para facilitar el crecimiento de capas y esquejes, agregue 5 ml de Root-Hour a 1 litro de agua en un recipiente. Coloque las estacas 3 cm por debajo del nivel del agua en el recipiente y déjelas allí durante 3-5 minutos. Una vez que empiecen a aparecer las primeras hojas, aplique una segunda dosis de raíces o directamente sobre las hojas. Para

facilitar el crecimiento de las raíces en los vegetales, agregue 250 ml de pelos radiculares a 200 litros de agua. Mezcle bien la solución y aplíquela a las hojas de las plantas según las indicaciones de cada cultivo específico.

a) Cama de almácigo

Se utilizó una cama enraizadora de 2m x 2m x 0.20 m de profundidad con arena fina desinfectada con agua caliente.

b) Tratamiento de los esquejes

Previo al estacado de los esquejes se remojó por 24 horas en regulador de crecimiento radicular (Root hor) de acuerdo a las dosis preestablecidas.

c) Estacado de esquejes

El estacado de esquejes se realizó en líneas, cuya distancia fue de 3 cm, entre esquejes fue de 3 cm; la siembra se realizó a 2.0 cm de profundidad. Luego se efectuó el riego manteniendo a capacidad de campo.

d) Obtención, preparación de los sustratos y análisis para el repique

La tierra agrícola se obtuvo del terreno colindante al vivero; el humus de lombriz previamente elaborado y la arena del río de Pichari en una proporción de 2:2:0.5.

Estos insumos para el sustrato se procedieron a mezclar adecuadamente de acuerdo al protocolo establecido. Luego se desinfectaron con Formol al 37%.

Para el análisis del sustrato se embolsó 1 kilo de sustrato y se enviaron al laboratorio del Programa de investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, Huamanga para el análisis correspondiente.

e) Embolsado de sustrato

El sustrato debidamente tratado se llenó en las bolsas debidamente identificadas y rotuladas de acuerdo a los tratamientos de dosis de regulador de crecimiento (Root-Hor) y se colocaron de acuerdo al diseño establecido. Además, cada tratamiento fue identificado con su respectiva denominación.

f) Repique de esquejes con raíz y brotes

El repique se realizó en las bolsas de polietileno previamente identificadas. Los esquejes enraizados de bambú deben tener las primeras hojas. Previo al repique se regaron las camas germinadoras con la finalidad de extraer las plantas sin dañar las raíces; luego de la extracción de las plantas se depositaron en un recipiente con agua para mantener la humedad de las raíces y con la ayuda de un hoyador se realizaron los hoyos para colocar las plantas de bambú en forma vertical y rellenar el hoyo con el mismo sustrato que contiene la bolsa. Al cabo de tres días se efectuaron una evaluación de las plantas repicadas muertas para ser reemplazadas oportunamente por otra planta de bambú.

g) Riegos

Se aplicó previa evaluación en función a la capacidad de campo del sustrato.

h) Desmalezado

Se realizó el desmalezado manualmente cuando fue necesario para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes.

2.12. Parámetros a evaluar

La evaluación de los parámetros fue de la siguiente manera:

2.12.1. Porcentaje de enraizamiento (%)

Luego de una semana de haber colocado en la cama germinadora los esquejes tratados, se inició con los muestreos, cada dos días, hasta los 30 días, para observar el enraizamiento y consecuentemente determinar el efecto del Root-hor.

2.12.2. Tiempo de enraizamiento (días)

Se tomó en cuenta desde el momento de haber colocado los esquejes hasta el momento previo al repique.

2.12.3. Número de brotes (unidad)

Al final del ensayo se contó el número de brotes. Esta evaluación se realizó al final del ensayo, previo un muestreo donde se observó que más del 50% presentó brotes de 20 cm de longitud como mínimo. En este caso, se evaluó 10 plántones de bambú por cada unidad experimental, haciendo un total de 200 esquejes enraizados y brotados; primero, se extrajo las plantas de las bolsas, se separó con cuidado, el sustrato de las raíces, enseguida se procedió a contar el número de raíces y de brotes. Además, se tomó en cuenta el día del muestreo final para determinar el tiempo de permanencia en el vivero.

2.13. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos se sistematizaron para efectuar el análisis de varianza y las pruebas de contraste de Tukey, para ello se utilizó el programa SPSS y Excel.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Número de raíces

Tabla 3.1

Análisis de variancia del número de raíces del bambú con cinco dosis de enraizador. Pichari 550 msnm

F. Variación	G.L.	S. C.	C.M.	Fc	Pr>Fc
Dosis	4	380.65	95.16	214.49	<0.0001 **
Error	15	6.65	0.44		
Total	19	387.30			

C.V. = 4.76 %

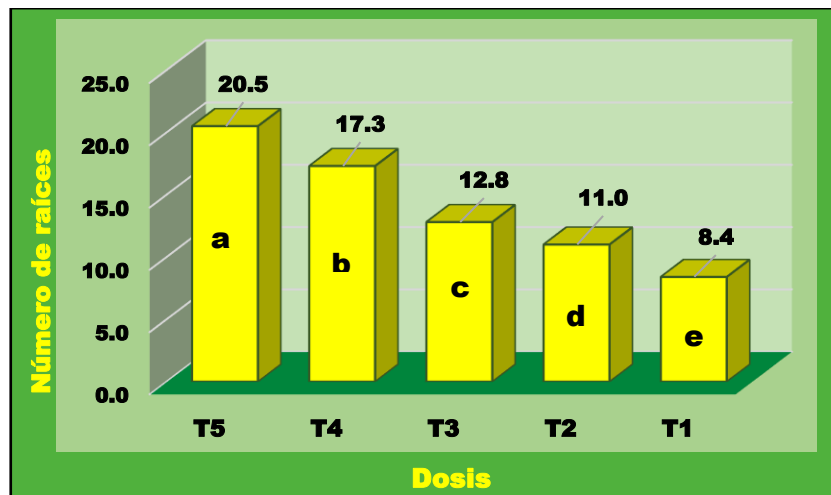
La Tabla 3.1, muestra el análisis de variancia para el número de raíces del bambú producido con cinco dosis de enraizador Root-hor, donde se observa diferencia

estadística altamente significativa entre dosis del enraizante del bambú, este resultado significa que por lo menos existe una dosis diferente a las demás.

Razón por la cual, se realizó la prueba de contraste de Tukey, cuyo resultado se muestra en la Figura 3.1.

Figura 3.1

Prueba de Tukey del número de raíces de bambú en las diferentes dosis de enraizantes en Pichari a 550 msnm



En la Figura 3.1, se observa que el tratamiento 5 (T₅) compuesto por 20 ml de Root-hor/lit de agua) supera estadísticamente a todos los demás tratamientos (T₁) testigo con 0 ml/lit, T₂ con 5 ml/lit, T₃ con 10 ml/lit y T₄ compuesto por 15 ml/lit. El T₅ alcanza 20.5 raíces y el T₁, sólo 8.4 raíces, evidenciándose notable diferencia con la aplicación del Root-hor.

Al respecto, Sánchez (2017) observó en la propagación de *Bambusa vulgaris* con la hormona AIB, mayor cantidad y mayor longitud de raíces, corroborando con lo obtenido en el presente trabajo.

Asimismo, Ojeda (2020) el autor destaca que después de evaluar lo que está en juego en general para las dos especies involucradas en el experimento, se puede concluir que los resultados más favorables se lograron cuando se usaron niveles reguladores del crecimiento de 2.5, 5.0 y 7.5 ml de Root-Hor, junto con arena como sustrato. Esto reafirma el impacto positivo de la aplicación de enraizamiento de plantas con hormonas radiculares, como se demostró en el estudio actual.

Además, Aguirre (2019) en este estudio, se examinó el impacto de dos agentes enraizantes y tres mezclas de sustrato en la propagación vegetativa del bambú *Guadua angustifolia* Kunth. El resultado más favorable se observó cuando se usaron 5 ml/log de Razor maniac, el agente de clasificación y un sustrato que contenía humus al 20%. Este tratamiento superó el uso de raíces o. Adicionalmente, el análisis económico reveló que todos los tratamientos eran rentables.

3.2. Longitud de raíz

Tabla 3.2

Análisis de variancia de longitud de raíces del bambú con cinco dosis de enraizador. Pichari 550 msnm

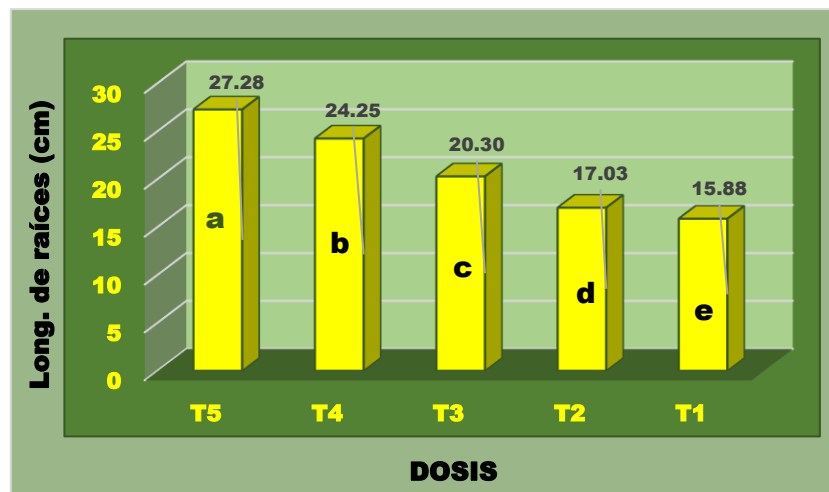
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Dosis	4	369.92	92.48	318.71	<0.0001 **
Error	15	4.35	0.29		
Total	19	374.27			

C.V. = 2.57 %

La Tabla 3.2, muestra el análisis de variancia para la longitud de raíz del bambú producto de la aplicación de cinco dosis de Root-hor, donde se observa diferencia estadística altamente significativa entre dosis del regulador de crecimiento del bambú, este resultado significa que por lo menos existe una dosis diferente a las demás.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de la longitud de raíz en las diferentes dosis de enraizantes



Entonces, para conocer la mejor dosis del Root-hor, se realizó la prueba de contraste de Tukey, tal como se muestra en la Figura 3.2, donde se observa que el tratamiento 5 que contiene 20 ml/lit del regulador de crecimiento supera estadísticamente con 27.28 cm de raíz a todos los demás tratamientos (T₄ (15 ml/lit), T₃ (10 ml/lit), T₂ (5 ml/lit) y T₁ (testigo) que sólo alcanza 15.88 cm de longitud de raíz. Por lo tanto, es evidente el efecto del Root-hor respecto al tratamiento testigo.

Al respecto, Huamán (2020) en un trabajo con bambú amarillo en Ácido Naftal Acético (Root-Hor), a una concentración de 8 ml en un sustrato de arena, encontró 14.278 cm como la mayor longitud de raíz, sin embargo, es inferior a los 20.30 cm de longitud de raíz encontrado con una dosis de 10 ml de Root-hor en el presente trabajo.

3.3. Número de brotes

Tabla 3.3

Análisis de variancia del número de brotes del bambú con cinco dosis de enraizadores. Pichari 550 msnm

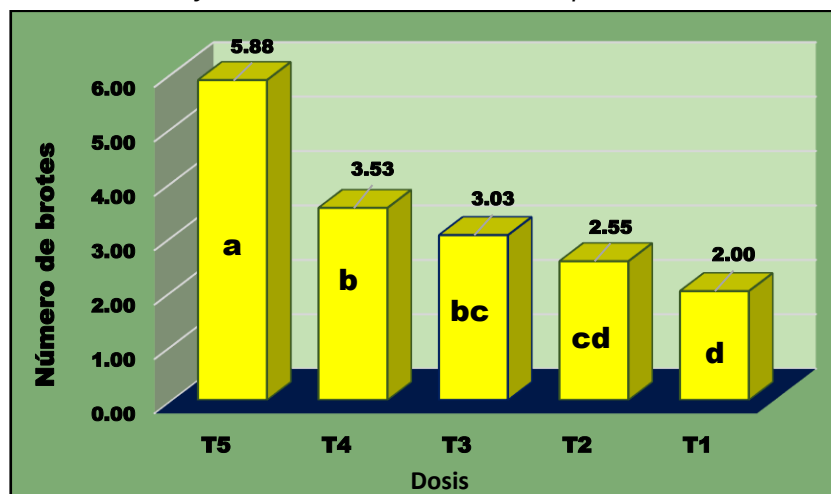
F. Variación	G.L.	S. C.	C.M.	Fc	Pr>Fc
Dosis	4	35.86	8.96	104.03	<0.0001 **
Error	15	1.29	0.09		
Total	19	37.15			

C.V. = 8.65 %

En la Tabla 3.3, el análisis de varianza para la cantidad de brotes de bambú con cinco dosis de regulador de crecimiento revela una diferencia estadística significativamente significativa entre las dosis de hor de raíz. Este resultado indica que hay una discrepancia en al menos una dosis en comparación con las demás. En consecuencia, se realizó la prueba de Tukey para identificar el tratamiento específico que difiere en la investigación actual, cuyos resultados se muestran en la Figura 3.3.

Figura 3.3

Prueba de Tukey del número de brotes en las diferentes dosis de enraizantes



La Figura 3.3, muestra la prueba de Tukey del número de brotes en las diferentes dosis de regulador de crecimiento donde se observa que el T₅ compuesto por 20 ml/lit de Root-hor es superior estadísticamente con 5.88 brotes de bambú a todos los demás tratamientos; T₄: 15 ml/lit, T₃: 10 ml/lit, T₂: 5 ml/lit y T₁: testigo con 0 ml/lit que sólo alcanzan 3.53, 3.03, 2.55 y 2.0 brotes, respectivamente.

Al respecto, Flores (2019) En la producción de plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth, no se observaron diferencias significativas al considerar la interacción de factores para la variable de número de brotes y tasa de supervivencia de juncos propagados. Sin embargo, se registró un valor mayor cuando se usó una dosis de 7,5 ml de Raíz-Vello, resultando en 1.051 brotes (83,33%) en la sección basal y 2.158 brotes (66,67%) en general. Por otro lado, las lecturas que no recibieron tratamiento radicular tuvieron una tasa de mortalidad del 100%, con una tasa de mortalidad más alta del

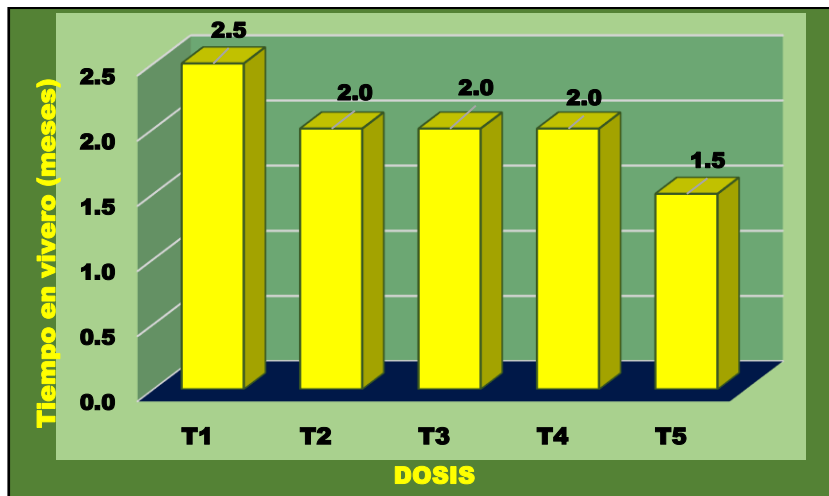
66,67% en la sección de sucursales. Estos valores encontrados por Flores son inferiores a 3.03 brotes encontrado en el presente trabajo aplicando 10 ml de Root-Hor, valores similares a los encontrados aplicando Root-Hor en el presente trabajo.

Asimismo, Huamán (2020) manifiesta que el bambú grande tratado con Ácido Naftal Ácético a una concentración de 8 ml en un sustrato de arena, presentó mayor número de brotes, con un promedio de 5.44 brotes, es decir, superior al presente trabajo donde se obtuvo 3.03 de brotes con la dosis de 10 ml.

3.4. Tiempo de permanencia en el vivero

Figura 3.4

Promedio de tiempo (meses) de permanencia en el vivero en los diferentes tratamientos



La Figura 3.4 muestra el promedio del tiempo de permanencia en el vivero de las plantas de Bambú, donde se observa que el tratamiento T₁ permanece mayor tiempo en el vivero (2.5 meses) mientras que los T₂, T₃ y T₄ permanecen dos meses en el vivero y el tratamiento T₅ permanece sólo un mes y medio (1.5 meses) en el vivero. Es decir, la aplicación de la dosis mayor (20 ml/l) permite que las plantas permanezcan sólo un mes y medio (1.5) en el vivero, tiempo suficiente para alcanzar el mayor número de raíces (20.5), de brotes (5.88) y la mayor longitud de raíces (27.28 cm) que los demás tratamientos. El testigo (que no recibió la hormona enraizante) permanece dos meses y medio (2.5) en el vivero o sea un mayor tiempo para alcanzar 8.4 raíces, 2.0 brotes y 15.88 cm de longitud de raíces, mostrando así la importancia de aplicar el Root-hor en las estacas lo cual también determina un menor tiempo en el vivero, lo que significa un menor costo.

Aguirre (2019) en el estudio que investigó el impacto de dos hormonas radicales y tres mezclas de sustrato diferentes en la propagación vegetativa del bambú *Guadua angustifolia* Kunth, se encontró que después de 150 días, los resultados más favorables para las variables medidas se lograron utilizando una concentración de 5 ml/l de hormona Razormín y un sustrato que contenía un 20% de humus. Además, el análisis económico reveló que todos los tratamientos fueron financieramente beneficiosos. Los

valores óptimos se alcanzaron 5 meses después de la instalación, sin embargo, en el estudio actual, los resultados más favorables se observan 1,5 meses después de la instalación de prueba.

3.5. Análisis económico

3.5.1. Costos de propagación de esquejes

Los costos de propagación de esquejes de bambú se estructuraron teniendo en cuenta los costos directos y los costos indirectos de 600 esquejes y proyectados de 1200 esquejes que correspondió al tratamiento (T₅) con 20 ml de Root-Hor /lt de agua) y el costo de una planta propagada.

Tabla 3.4

Costos de propagación de esquejes de bambú en Pichari

Rubros	Costos de propagación de 600 esquejes (S/.)	Costos de propagación de 1200 esquejes (S/.)
1.0. Costos directos	1,594.06	3,189.00
1.1. Materiales	994.50	1,989.00
1.2. Mano de obra	600.00	1,200.00
1.2.1. Trabajos preliminares	80.00	160.00
1.2.2. Construcción del vivero	80.00	160.00
1.2.3. Labores silviculturales	440.00	880.00
2.0. Costos indirectos	792.56	1,585.12
2.1. Equipos y herramientas	565.00	1,130.00
2.2. Transporte de materiales	100.00	200.00
2.3. Imprevistos (8% costos directos)	127.56	255.12
Costo total (S/.)	2,387.06	4,774.12

En la Tabla 3.4 se reporta los costos directos (1 594.06 y 3 189.00 soles), los costos indirectos (752.96 y 1 585.12 soles) y el costo total (2 387.06 y 4 774.12 soles) de propagación para 600 y 1 200 esquejes, respectivamente. El costo total de propagación con el T₅ (20 ml de Root-Hor/lt de agua) es de 2,387.06 y 4774.12 soles, para 600 y 1 200 esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth, respectivamente.

Estos resultados obtenidos con el tratamiento T₅ superaron a los otros tratamientos debido a la mayor conformación de raíces, longitud de raíces, mayor número de brotes, entre otros, evidenciándose la diferencia notable con la aplicación del mencionado enraizador; de los 600 y 1200 esquejes propagados de bambú. El costo unitario de una planta propagada es de 3.98 y 2.66 soles, respectivamente; lo que nos permite señalar que cuando se propagan el mayor número de plantas los costos se reducen y viceversa.

3.5.2. Ingreso bruto de propagación

Tabla 3.5

Propagación de 600 y 1200 esquejes de bambú, precio unitario y el ingreso bruto por ventas de plántones

Tratamiento	Número de plántones	Precio unitario (S/ x plantón)	Ingreso bruto (S/)
T5	600	5.00	3,000.00
	1200	5.00	6,000.00

En la Tabla 3.5. se muestra el precio unitario y el Ingreso bruto por venta de plántones de la propagación de esquejes de bambú con el tratamiento T₅, donde se observa que con la propagación de 600 y 1200 plántones se obtienen ingresos brutos de 3,000 y 6,000 soles, respectivamente; habiéndose tomado como referencia el precio de 5.00 soles para los ingresos por ventas, valor con el cual se ofertan en el VRAEM.

3.5.3. Ingreso neto de propagación

Tabla 3.6

Ingreso neto de propagación de esquejes de bambú

Tratamiento	Ingreso bruto (S/)	Costo total de Producción (S/)	Ingreso neto (S/)
T5	3,000	2,387.06	612.94
	6,000	4,774.12	1,225.88

En la Tabla 3.6. se observa el ingreso neto de la propagación de esquejes de bambú, producto de la diferencia entre el ingreso bruto de producción y el costo total de propagación de esquejes de acuerdo al tratamiento T₅ en estudio, con la propagación de 600 y 1200 plantas, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente.

Los ingresos netos derivados del tratamiento de propagación de esquejes T₅ están directamente vinculados a los ingresos brutos de producción y los gastos de producción asociados a la multiplicación de esquejes. El Ministerio de Economía y Finanzas (2014) sugiere que, al realizar un estudio económico de una actividad económica productiva en el sector agropecuario, es importante identificar los valores de producción bruta y neta.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de Root-Hor en diferentes dosis en esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth tiene efecto directo y positivo en el número y longitud de raíz, número de brotes y el tiempo de permanencia en el vivero pues, superan estadísticamente al tratamiento testigo (sin aplicación de Root-Hor).
2. La dosis de 20 ml de Root-Hor/lit de agua aplicado en esquejes de *Guadua angustifolia* Kunth (bambú) permitió alcanzar el mayor número de raíces (20.5), de brotes (5.88) y la mayor longitud de raíces (27.28 cm) y el menor tiempo de permanencia en el vivero (1.5 meses) que los demás tratamientos.

3. El análisis económico realizado para el tratamiento T5, con la propagación de 600 y 1200 plántones de bambú, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente, asimismo, el costo unitario de un plantón propagada es de 3.98 y 2.66 soles, respectivamente; con la propagación de 600 y 1200 plantas, se obtienen ingresos de 612.94 y 1,225.88 soles, respectivamente lo que nos permite señalar que cuando se propagan el mayor número de plántones los costos se reducen y viceversa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Torres, Luzmila Rosario (2019). *Efecto de dos enraizadores y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa del bambú (Guadua angustifolia Kunth.) mediante brotes de rizoma en vivero – Aucayacu*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú. URI: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1685>
- Huamán Q, R. (2020). *Efecto de enraizamiento y sustratos en la propagación de estacas en tres géneros de bambú, Santa Ana, La Convención*. Tesis de pregrado. Escuela profesional de Agronomía tropical Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Perú. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5524>
- Flores, L. Y. M. (2019) Efecto de la hormona Root-Hor en el enraizamiento del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en condiciones de vivero. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1653>
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS [MEF] (2014). Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a, nivel de perfil. *Dirección General de Inversión Pública (DGIP). Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). Primera edición. Lima.*
- Ojeda G. Q. E., Manayay O. M. & Vergara M. S. E. (2020). Propagación por estacas de *Retrophyllum rospigliosii* Pilger y *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) g. Nicholson con diferentes niveles de regulador de crecimiento, Jaén, Cajamarca, 2019. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería. Volumen 2, N° 2. Cajamarca, Perú.*
- Sánchez M. A. M. (2017) *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris (bambú), en el Vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo*. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Naturales, Napo. Ecuador. URI: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7665>