UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

TESIS

EFECTO DE LA HORMONA ROOT-HOR EN EL ENRAIZAMIENTO DEL BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) EN CONDICIONES DE VIVERO

Para optar el título profesional de

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Elaborado por

YARA MORELIA FLORES LOZANO

Tingo María - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de Octubre de 2019, a horas 6:10 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

EFECTO DE LA HORMONA ROOT-HOR EN EL ENRAIZAMIENTO DEL BAMBÚ *(Guadua angustifolia* Kunth) EN CONDICIONES DE VIVERO

Presentado por la Bachiller: **FLORES LOZANO, Yara Morelia**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 10 de Diciembre de 2019.

Ph. D. VICENTE S. POCOMUCHA POMA
PRESIDENTE

Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO
MIEMBRO

Ing. MSc. WARREN RIOS GARCÍA
MIEMBRO

Dr. YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE
ASESOR

DEDICATORIA

Al padre creador que me concedió ser
ser parte de esta experiencia
en la tierra.

A mis padres: Julia Lozano Rios
por su fuerza, amor y lucha para poder
ser su orgullo, y a;
Fredy Flores Navarro,
por darme la vida,

A mis hermanas: Lady Victoria
Flores Lozano por ser mi guía
para mi vida profesional, Danna Fernanda
Flores Lozano por ser mi fuerza
y mi motivación para culminar la
carrera.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi Alma máter e impulsadora de profesionales.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables quienes con sus enseñanzas contribuyeron en mi formación académica.

Al Dr. Ytavclerh Vargas Clemente, asesor del presente trabajo de investigación, por su incitación e impulso durante el trabajo de campo y redacción.

A Mg. Eveling Daza por sus consejos y ayuda constante en toda mi vida universitaria.

A la familia Vargas Juárez por su apoyo a lo largo de la realización de la presente tesis.

A Manuel Doroteo Cámara, por su ayudar en la ejecución de presente trabajo, a Valeria Ríos y todas las personas que contribuyeron para la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

Página

I. INTRODUCCIÓN.....1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 4

2.1. Importancia del bambú 4

2.2. Descripción botánica del bambú *(Guadua angustifolia* Kunth*)* 5

2.2.1. Taxonomía de *Guadua angustifolia* kunth.....5

2.3. Propagación del bambú *(guadua angustifolia)* 7

2.3.1. La reproducción por semilla.....7

2.3.2. Reproducción vegetativa o asexual. 7

2.3.3. Chusquines.....8

2.3.4. La propagación por sección de tallos.....9

2.3.5. Propagación In Vitro 10

2.4. Condiciones ambientales del bambú.....11

2.5.1. Hábitat.....11

2.5.2. Altitud 11

2.5.3. Precipitación.....11

2.5.4. Temperatura.....11

2.5.5. Suelos 12

2.5.6. Topografía.....12

2.6. Crecimiento del bambú 12

2.6.1. Clima y suelo 13

2.7. Sustancias reguladoras de crecimiento 14

2.7.1. Auxinas 14

2.7.2. Fitoreguladores comerciales de crecimiento 15

2.8. Antecedentes bibliográficos 16

III. MATERIALES Y MÉTODOS 26

3.1. Lugar de ejecución 26

3.1.1. Ubicación política 26

3.1.2. Ubicación geográfica 26

3.1.3. Zona de vida 26

3.1.4. Clima 27

3.2. Materiales, equipos y herramientas 27

3.2.1. Material biológico 27

3.2.2. Materiales de vivero 27

3.2.3. Equipos y herramientas 27

3.3. Métodos 28

3.3.1. Instalación del vivero 28

3.3.2. Preparación del sustrato. 28

3.3.3. Extracción de las cañas de *Guadua angustifolia* Kunth 28

3.3.4. Aplicación del enraizador Root-Hor 29

3.3.5. Sembrado de las cañas en las camas 29

3.3.6. Labores culturales 29

3.4. Diseño de investigación.....30

3.4.1. Tipo de diseño 30

3.4.2. Técnicas estadísticas 30

3.4.3. Tratamientos.....30

3.4.4. Análisis estadísticos 31

3.4.4.1. Resumen descriptivo.....31

3.4.4.2. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks modificado ...32

3.4.4.3. Prueba no paramétrica Kruskal Wallis.....32

3.4.5. Variables evaluadas 33

3.4.5.1. Variables independientes 33

3.4.5.2. Variables dependientes.....33

3.4.6. Medición de variables 33

3.4.6.1. Número de brotes 33

3.4.6.2. Porcentaje de supervivencia y mortandad.....33

3.4.6.3. Porcentaje de enraizamiento.....34

3.4.6.4. Medición de la longitud radicular 35

IV. RESULTADOS 36

4.1. Número de brotes emitidos por secciones de caña de *Guadua angustifolia* Kunth.....36

4.2. Supervivencia y mortandad de propagación de *Guadua angustifolia* Kunth.....39

4.2.1. Supervivencia de secciones propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth 39

4.2.2. Mortandad de secciones propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth 42

4.3. Porcentaje de enraizamiento de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth 45

4.4. Longitud radicular de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth 48

V. DISCUSIÓN 51

5.1. Número de brotes emitidos por secciones de cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña. 51

5.2. Supervivencia y mortandad de secciones de cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña. 53

5.3. Porcentaje de enraizamiento de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña. 54

5.4. Longitud radicular de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña. 57

VI. CONCLUSIONES.....59

VII. RECOMENDACIONES.....60

VIII. ABSTRACT 61

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

X. ANEXO.....71

ÍNDICE DE CUADROS

Página

1. Composición nutricional del Root-Hor.....16

2. Descripción de los tratamientos en estudio.....31

3. Datos estadísticos de variable número de brotes 36

4. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable número de brotes.....37

5. Prueba de Kruskal Wallis para variable número de brotes.....37

6. Comparación entre tratamientos para variable número de brotes.....38

7. Datos estadísticos de variable supervivencia. 39

8. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable supervivencia.....39

9. Prueba de Kruskal Wallis para variable supervivencia.....40

10. Comparación entre tratamientos para variable supervivencia.....41

11. Datos estadísticos de variable mortandad. 42

12. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable mortandad.....42

13. Prueba de Kruskal Wallis para variable mortandad. 43

14. Comparación entre tratamientos para variable mortandad. 44

15. Datos estadísticos de porcentaje de enraizamiento.....45

16. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable porcentaje de enraizamiento. 45

17. Prueba de Kruskal Wallis para variable porcentaje de enraizamiento 46

18. Comparación entre tratamientos para variable % de enraizamiento 47

19. Datos estadísticos de longitud radicular. 48

20. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable longitud radicular 48

21. Prueba de Kruskal Wallis para variable longitud radicular. 49

22. Comparación entre tratamientos para variable longitud radicular 50

23. Supervivencia, mortandad y número de brotes.....72

24. Porcentaje de enraizamiento y longitud radicular de brotes.....73

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

1. Ácido indolil-3-acético.....15

2. Número de brotes de *G. angustifolia* por tratamientos.....38

3. Porcentaje de supervivencia de *G. angustifolia* por tratamientos.....41

4. Porcentaje de mortandad de *G. angustifolia* por tratamientos 44

5. Porcentaje de enraizamiento de *G. angustifolia* por tratamientos. 47

6. Longitud radicular de *G. angustifolia* por tratamientos 50

7. Obtención de las cañas de bambú. 78

8. Preparación del sustrato.....78

9. Homogenización de la mezcla. 79

10. Riego del sustrato.....79

11. Sembrado de las cañas.....80

12. Perforación de las cañas. 80

13. Aplicación del enraizador.....81

14. Aparición de los primeros brotes. 81

15. Aparición de la primera raíz.....82

16. Vivero donde estuvo instalada la presente investigación 82

RESUMEN

Para la producción de plantones de *Guadua angustifolia* Kunth con el fin de reforestación y restauración de ecosistemas degradados, es necesario la producción rápida de esta especie, por lo cual se realizó la presente investigación, con el objeto de determinar el efecto del Root-Hor y secciones de caña en el enraizamiento en condición de vivero. Los culmos de bambú se extrajeron del CIPTALD-Tulumayo, y sembradas en el vivero de la Unidad Académica de Sistemas Integrales de Producción - Tulumayo. En el cual se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3Ax4B), con los siguientes factores: dosis Root-Hor (0.0 ml, 5.0 ml y 7.5 ml) y sección de caña (base, medio, ápice y ramas), a estos se utilizó el ANVA y prueba Tukey (α: 0,05) para encontrar diferencias estadísticas. No se encontraron diferencias estadísticas en la interacción de factores para la variable número de brotes, supervivencia y mortandad de cañas propagadas, sin embargo, mayor valor se registró en la dosis de 7.5 ml de Root-Hor (1.051 brotes y 83.33 %) y en la sección basal (2.158 brotes y 66.67 %); mayor mortandad se registró en cañas a las que no se les aplico Root-Hor (100 %) y en la sección ramas (66.67 %). Asimismo, se encontró diferencia estadística en la interacción de factores, donde se registró mayor porcentaje de enraizamiento y longitud radicular con la interacción de: 5.00 ml de Root-Hor y nivel basal, obteniéndose 100% de enraizamiento y 85.30 cm de longitud de raíz.

Palabras clave: *Guadua angustifolia* Kunth, Root-Hor, sección de caña.

I. INTRODUCCIÓN

El bambú está tomando fuerza en los últimos tiempos, siendo una alternativa ecológica, la economía de nuestros agricultores y el ambiente. Es una gramínea que se distribuye por América y Asia, El bambú tiene un alto valor económico porque es un recurso natural que se puede utilizar desde artículos artesanales hasta componentes estructurales de puentes, casas y edificios, puesto que es una planta muy amigable con el ambiente, y se puede sacar ventaja de sus grandes beneficios.

Hoy en día se estima que América ha logrado identificar 21 géneros y 345 especies, encontrados desde el sur de Estados Unidos, a lo largo y ancho de Centro y Sudamérica, hasta el sur de Chile y en las Islas del Caribe (MERCEDES, 2006).

En el Perú la tala indiscriminada de nuestros bosques ha generado muchos daños a nuestros suelos y el ecosistema, el cambio de uso es un problema grave que se genera en los bosques, por ejemplo, el uso intenso del cultivo de arroz, trae consigo la salinización y deterioro de los suelos (PERUBAMBÚ, 2012), y la ineficiencia de los programas de reforestación ocasionaron muchas molestias en los pobladores.

Existen problemas en el enraizamiento de la especie *Guadua angustifolia*, varios estudios nos demuestran que la propagación es muy difícil y la técnica más efectiva es por medio de chusquines, por ejemplo, en un estudio realizado en la provincia de Leoncio Prado por (MAS, 2010), nos demuestra que el enraizamiento por medio de estacas es nulo.

Guadua angustifolia Kunth, una especie que la población de la provincia de Leoncio Prado no le ha tomado la importancia necesaria para su sembrío, por su poca información difundida sobre sus métodos propagativos no se ha sacado provecho a este maravilloso espécimen. Existe un estudio realizado en Ecuador para su propagación por medio de segmentos de ramas con dos tipos de hormonas, Hormonagro N°1 y Ascokill pero se obtuvo 14,62% de supervivencia lo que demuestra que la hormona de crecimiento no favoreció en su propagación (SANCHEZ, 2017) debido a ello se planteó el siguiente problema ¿Existirá algún efecto de la hormona Root-Hor en el enraizamiento del Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth)?.

En Tingo María, recién se tomó la iniciativa e interés al bambú para la reforestación, por ser especies de rápido crecimiento, constituyendo una herramienta promisoria para la restauración de ecosistemas degradados; sin embargo, en la producción de plantones de esta especie existe pocas experiencias en la propagación de G*uadua angustifolia* y la utilización de fitoreguladores de crecimiento.

Debido a ello se plantea la siguiente hipótesis: existe efecto de la hormona Root-Hor en el enraizamiento del Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth).

Objetivo general:

- Evaluar el efecto de la hormona Root-Hor en el enraizamiento del Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) – condiciones de vivero.

Objetivos específicos:

- Determinar el número de brotes emitidos por secciones de cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña.
- Calcular la supervivencia y mortandad de secciones de cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña.
- Calcular el Porcentaje de enraizamiento de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña.
- Determinar la Longitud radicular de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del bambú

Por todo el mundo se estima que más de mil millones de personas viven en casas hechas de bambú y 2.5 mil millones lo utiliza como producto, y superando los 10 mil millones de dólares al año en el mercado actual proyectándose a superar los 20 mil millones al año en el 2015 (MINAG, 2008), siendo el bambú un recurso potencial puesto que juega un papel importante en la mejora socio económica del país.

El bambú hoy en día está considerado dentro de las estrategias nacionales debido a que es un recurso que se utiliza de mil formas ayudando al cuidado del ambiente, especialmente cuando la tierra está sufriendo los impactos acelerados de la contaminación, la quema de bosques y la escasez del recurso hídrico.

La importancia económica, social y sobre todo lo ambiental son los factores en la cual el bambú está tomando fuerza en los últimos tiempos, puesto que se puede aplicar en diferentes campos como la Arquitectura, Ingeniería, Medicina, Química y la Industria. (NOBOA, 2014).

En el mundo, las leyes de la prohibición del uso de plástico están tomando mucha más fuerza siendo el bambú uno de los recursos que se adapta a estos tiempos, debido a su contribución con el ambiente y de manera económica.

En la actualidad el uso del plástico está siendo controlado, teniendo como material de prioridad el uso de cañas, vasos, platos hechos a base de bambú, por otro lado, (MERCEDES, 2006), menciona que en varios países como India el bambú es asociada a la demanda laboral superando los 16.7 millones de días de trabajo por año, China produce alrededor de 350 mil toneladas de pulpa de papel con bambú (1.5% del producto mundial de papel), por otro lado en se cultivan más de 200 mil hectáreas para papel y Taiwán exporta bambú comestible superando los US$50 millones/año, por lo anterior mencionado y debido a que es un recurso de múltiples aplicaciones, tiene un rápido crecimiento, fácil adaptación a diferentes condiciones ecológicas y la protección al suelo, el bambú es considerado dentro de las estrategias nacionales para la lucha contra el cambio climático y recuperación de ecosistemas degradas.

2.2. Descripción botánica del bambú *(Guadua angustifolia* Kunth*)*

La Guadua es un recurso renovable, de un rápido crecimiento y fácil adaptación. Su altura se obtiene en los primeros seis meses de su vida y su madurez entre los 6 años y esta especie pueden sobrevivir de 50 o 60 años.

2.2.1. Taxonomía de *Guadua angustifolia* kunth.

La clasificación botánica según (Castano y Moreno, 2004)

Reino	:	Vegetal
División	:	Espermatophyta
Subdivisión	:	Angiopermae
Clase	:	Monocotyledoneae
Orden	:	Poales
Familia	:	POACEAE
Género	:	*Guadua*
Especie	:	*Guadua angustifolia* kunth

El género *Guadua* se distribuye en América del sur desde el sur de México hasta el norte de Argentina, *angustifolia* Kunth es la especie de *Guadua* con una distribución mayor desde el norte de Perú, pasando por Ecuador, Colombia y América Central hasta el sur de México, generalmente cerca de cursos de agua. (PÉREZ, 2014). En el Perú, guadua es una especie que se encuentra en la costa sierra y selva, debido que se adapta a los diferentes climas.

La temperatura promedio de la *guadua* es entre 20 y 26 °C con algunas variantes que se encuentran por debajo de los 11 y los 36°C., éste recurso natural requiere de precipitaciones que se encuentren entre los 1300 y 4000 mm (AÑAZCO, 2013).

2.3. Propagación del bambú *(guadua angustifolia)*

Existe diferentes métodos propagativos del bambú, estos pueden ser sexual y asexual como por medio de semillas, varas, yemas, sección del culmo, in vitro y chusquines.

2.3.1. La reproducción por semilla

La floración del bambú solo se presenta en ciclos muy largos, y por eso no es recomendable el empleo de semilla en su propagación. Además, en algunas especies con floraciones esporádicas solo consigue un 50% de germinación y en la gran mayoría de las especies, las semillas no actúan. (MERCEDES, 2006).

2.3.2. Reproducción vegetativa o asexual.

Por ser una especie de difícil reproducción sexual, existen varios métodos de reproducción asexual, los comunes se describen a continuación, (MERCEDES, 2006):

Reproducción por cortes: Esta reproducción tiene diferentes variantes: rizoma; trasplante de plantitas y finalmente la de tallos.

Reproducción del rizoma: Es una forma segura y efectiva; tienen una supervivencia del casi siempre el 100%. Los rizomas tienen entre 1 a 2 años de edad luego de la siembra. A partir del día 30 y 35 aparecen los primeros brotes de haberlos sembrado. Existen dos diferentes siembras:

a) Siembra del rizoma. Se obtiene los rizomas de 2 – 4 años de edad. Luego se seccionan unos 30 cm, y se procede a excavar hoyos de 1 m de ancho, 0.6 m de profundidad, a continuación, se coloca los rizomas acostados con las yemas en posición boca arriba y procede a enterrarlo a unos 5-10 cm bajo tierra.

b) Los rizomas se trasplantan de 1-2 años de edad, se cortan los tallos a 2 m de altura y se excava la raíz.

2.3.3. Chusquines

Consiste en utilizar los retoños que se adquieren de las yemas basales de los rizomas. La extracción de los hijuelos se realiza durante el invierno, período en donde las plantas se encuentran en reposo vegetativo, extrayendo las plantitas con mucho cuidado sin afectar a la planta madre ni al hijuelo.

Una vez adquirida las plántulas, se instala en las camas previamente acondicionadas en ambientes adecuados como invernaderos, cámaras de irrigación, etc., manteniéndolas húmedas para facilitar el enraizamiento; en un período promedio de 60 a 90 días, para proceder al deshije y repicado (MINAG, 2010).

2.3.4. La propagación por sección de tallos

Este método consiste en la propagación de secciones tallo, se debe obtener plantas de dos a tres años de edad, con dos o tres nudos. Para tener mejores resultados se recomienda abundante agua, y se realiza una perforación en los entrenudos y se le adiciona de agua. Se siembra horizontalmente para la instalación de grandes extensiones; de la misma manera vertical o inclinado. “El éxito de la propagación estará fundamentado en asegurar el enraizamiento, en donde la primera fase estriba en romper la latencia de las yemas; por lo que se recomienda sembrar en estación de lluvias (invierno)”, (MINAG, 2010).

Por otro lado, MERCEDES (2006), nos dice que el tallo se entierra entero sin dividirlo. Los pasos son:

- Los tallos o brotes deben tener entre 1 ó 2 años.
- Se cava un hueco con suficiente profundidad como para acostar el tallo entero.
- Los tallos deben ser colocados con las yemas de los nudos a los lados y mirando hacia arriba.
- Se perfora la caña en cada entrenudo y se incorpora agua.
- Luego se tapan con una piedra pequeña o la sección del tallo que fue cortada. Y procedemos a cubrir todo el tallo con unos 5 - 8 cm de tierra.
- Se humedece el área donde fue colocado el tallo. Dentro de 2-4 semanas comienza a repollar. Especies que se adaptan a este

método son: *Bambusa stenostachya*, Hack, *Bambusa dolichoclada*, Hay y B. *vulgarum* (criolla).

2.3.5. Propagación In Vitro

Para MERCEDES (2006), el cultivo de tejidos, “este método es una ventaja para los taxónomos debido a que se halló plantas de bambú que crecieron con las condiciones correctas en cultivo de tejido, pueden florecer y se podrá reproducir muchos más rápido. Aunque el desarrollo de la técnica de cultivo de tejido, es factible, aun se necesita de pruebas de campo y de pulcritud, debido a que los procedimientos pueden ser lentos y requiera de mucho tiempo, pero cuando ya esté establecido, se podrá reproducir réplicas de las plantitas puesto que la técnica propagación vegetativa in Vitro, logra obtener plantas masivas para la industrialización.”

En bambú, las yemas auxiliares se producen en nudos menores que permanecen latentes la mayor parte del año y brotan mayormente durante la temporada de lluvias; teniendo la capacidad de transformarse en plántulas completas. Existen otros métodos de cultivo de tejido, como la inducción precoz de rizoma y el tratamiento de las semillas con hormonas, sumado a que aumenta la germinación, induce la formación de rizomas en la mayoría de las plantas son también posibles.

Actualmente se utiliza como la principal biotecnia aplicada a varias especies de bambú; aunque actualmente se conocen muy pocos reportes de la multiplicación por éste método. (LODOÑO, 2002).

2.4. Condiciones ambientales del bambú

El bambú, por ser una especie agreste, que se adapta fácilmente a distintas condiciones ambientales, ya sea suelo y clima (MTB, 2017).

2.5.1. Hábitat

Las especies de bambú se adaptan a hábitats húmedos de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales, debido a estas se desarrollan en estas épocas, (INTECAP, 1990 a).

2.5.2. Altitud

El bambú se puede desarrollar en rangos desde 650 a más de 3300 msnm. *Guadua angustifolia* Kunth se encuentra entre los 650-1900 msnm (ICTA, 2013).

2.5.3. Precipitación

Cuando la planta de bambú está en crecimiento los retoños requieren de lluvia, un factor importante, debido a que se necesita cierta cantidad de manera constante para ayudar al buen crecimiento de la planta porque se requiere un promedio de 1200-4050 mm por año (INTECAP, 1990 a).

2.5.4. Temperatura

La temperatura para la adaptación del bambú depende de la especie del mismo, sin mucha influencia, mientras que en el periodo de brotes una temperatura alta ayuda al crecimiento de los retoños, estando en rangos entre 9°C y 36°C (INTECAP, 1990 a).

2.5.5. Suelos

Se recomienda el suelo arenoso con buena humedad, que tenga un drenaje adecuado y la capacidad de retención de humedad. Los terrenos fangosos (muy húmedos) no son buenos (INTECAP, 1990 a); (INTECAP, 1990 b); (Lin, 2007 b).

2.5.6. Topografía

La inclinación de 15° es apropiada para el cultivo y mejor crecimiento del bambú, puesto que es mejor para el drenado del agua. (INTECAP, 1990 a).

2.6. Crecimiento del bambú

Algunas especies de Bambú se caracterizan por su rápido crecimiento, alcanzado entre 8 y 120 cm. por día, por día puede crecer hasta 30 metros en un lapso de 30 y 180 por. Se conoce que el crecimiento de los tallos del bambú es superior al de todas las plantas existentes. En Japón, Nagaoka, prefectura de Kyoto se observó que la especie *Phyllostachys edulis* tiene un crecimiento continuo por 3 días de 119 cm. (Núñez, R., Pedro A. Quezada, V. 1991)

“El crecimiento de los tallos del bambú es superior al de todas las plantas existentes conocidas” (MERCEDES, 2006). “Durante el crecimiento las varas se estiran hasta el tamaño propio de la variedad y soporta largos (alturas) de 200 veces su diámetro. Estas brotan con su diámetro definitivo y su máxima elongación alcanza alrededor de los tres meses. Los entrenudos se enlogan de forma progresiva, y cuando los rizomas comienzan a desarrollarse las cañas dejan de crecer y comienzan a madurar. Crece en grupos, macoyas o mata lo

que permite una producción continua de cañas, por ello no requiere ser reforestada” (GONZALES, 2007).

El drenaje del suelo es importante para el crecimiento del Bambú, pero también tiene que tener la capacidad de retener las partículas de materia orgánica que le ayuda de abono. El bambú requiere materia orgánica, o abono alto en nitrógeno en su período de crecimiento, y en el período de desarrollo aumenta su requerimiento de fósforo y potasio (GONZALES, 2007).

Morán (2014), citado por TRILLO (2014) indica que, “el sistema radicular está formado por raíces, raicillas y por los rizomas, con la diferencia de que este crece hacia fuera y los rizomas son subterráneos. Las yemas se encuentran en el rizoma, que cuando se activan generan nuevos rizomas y por tanto nuevos tallos. El brote, al emerger del suelo lo hace con un tallo definitivo. Las yemas están presentes en el tallo o culmo, en las ramas y en los rizomas o en las raíces que favorecen la reproducción y propagación vegetativa”.

2.6.1. Clima y suelo

VIVEKANANDAN *et al.* (1998) indica que la mayoría de los bambúes leñosos de importancia para la construcción e industrialización se desarrollan mejor en climas cálidos a templados, precipitación entre 1 270 a 4 050 mm por año, 80 a 90 % de humedad relativa, desde el nivel del mar hasta los 2 800 msnm.

“La mayoría de los bambúes se desarrollan en suelo franco arenoso y suelo franco arcilloso y con buen drenaje; aun cuando, también se encuentran en los lechos húmedos de cursos de agua y suelos arenosos. Debido a que cada

especie tiene un hábitat definido, en muchos casos son una razón para indicar distintos tipos de bosque" (VIVEKANANDAN *et al.,* 1998).

"No se conoce de bambúes que se desarrollen en suelos salinos. Para otras especies de bambú los suelos fértiles, bien drenados y mezclados con grava, son los más apropiados. En las zonas tropicales las formaciones 10 naturales de bambú se encuentran más en suelos negros y aluviales y raramente en suelos lateríticos y suelos rojos" (VIVEKANANDAN *et al.,* 1998).

2.7. Sustancias reguladoras de crecimiento

2.7.1. Auxinas

Las sustancias reguladoras son una ayuda para asegurarnos en el crecimiento de nuestros cultivos. (LAMBERS, 1998), indica que, "hay un grupo de sustancias reguladoras que actúan en una serie de actividades fisiológicas de las plantas como crecimiento del tallo, inhibición de las yemas laterales, abscisión de hojas y frutos y en la activación de las células del cambium".

Se conoce que la primera auxina aislada fue el ácido indolil-3-acético (AIA, figura 1), el cual incitaba el crecimiento vegetal. También se le considera auxinas al ácido indolbutírico y el ácido fenilacético.

Se ha investigado bastante en ellas y se ha llegado a crear auxinas sintéticas, destacándose los ácidos a-naftalenacético (ANA) y 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) (GAMBOA, 2016).

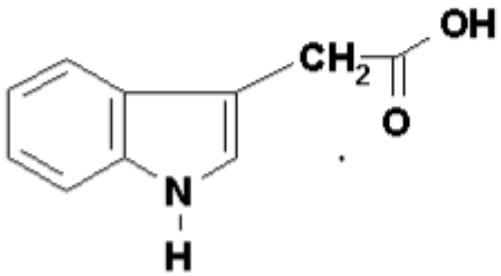

Figura 1. Ácido indolil-3-acético

2.7.2. Fitoreguladores comerciales de crecimiento

2.7.2.1. ROOT-HOR

Las hormonas responsables al enraizamiento, están sujetas a los niveles de concentración de otras hormonas, debido a que en forma natural la planta trata de tener un equilibrio en su crecimiento, con Root-Hor se favorece la acción de las auxinas en forma armónica. Root-Hor es un producto que ayuda en la concentración de auxinas para poder penetrar en los tejidos celulares, básicamente en los compuestos como Alfa Naftalenacético (ANA) y el Ácido Indol Butírico (AIB) en la planta, esto ayuda a estimular para poder desarrollar las raíces. En conjunto, “las fitohormonas actúan en la formación de raíces, especialmente en estacas, acodos y frutales, esquejes de diversos cultivos, emitiendo raicillas en corto tiempo”. (COMERCIAL ANDINA INDUSTRIAL, 2006).

a) Composición

Cuadro 1. Composición nutricional del Root-Hor

Producto	Dosis
Ácido Alfa Naftalenacetico	0.40%
Ácido 3 Idol Butírico	0.10%
Ácidos Nucleicos	0.10%
Sulfato de Zinc	0.40%
Solución Nutritiva enraizadora	95.40%

Fuente: COMERCIAL ANDINA INDUSTRIAL, 2006

b) Aplicación del Root-Hor

La cantidad necesaria para la aplicación de la hormona es de 5 ml de Root-Hor, en 1 litro de agua introducir las estacas en la solución durante 5 minutos. (VITE, 2018).

Para las hortalizas, se vierte 250 ml de Root-Hor en 200 litros de agua, se mezcla y aplicar foliarmente de acuerdo a las indicaciones de cada cultivo. (COMERCIAL ANDINA INDUSTRIAL, 2006).

2.8. Antecedentes bibliográficos

En Pichanaki, CANCHAN (2017), comprobó el uso de enraizadores comerciales para el favorecimiento de la propagación por medio de estacas del bambú identificados como *Guadua glomerata*, teniendo como resultado que la solución del fitorregulador KELPAK, a una dosis de 100 ml por 20 litros de agua,

registró 83,30% de estacas enraizadas, de estas la raíz emergida más larga tenía una media de 28,26 cm, con más de 4 rizomas y brotes de yema, con altura de 98.06 cm, área foliar 126.78 cm^2 peso fresco 10.91 g y peso seco 4.45 g resultados mucho mayores que los que se lograron con los otros fitoreguladores BIOZYME, STIMULATE y RAPID ROOT.

En Ecuador SANCHEZ (2017), en su investigación de propagación vegetativa de segmentos de ramas en *Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris*, en vivero utilizando dos tipos de enraizadores, Hormonagro N°1 y Ascokill, con ayuda del fertilizante foliar Stimufol, teniendo como resultado, en *Guadua angustifolia* se obtuvo 14,62% de supervivencia lo que demuestra que la hormona de crecimiento no favoreció en su propagación, caso contrario con *Dendrocalamus asper* debido a que obtuvo 72,99% de supervivencia indicando que el método de propagación y la hormona utilizada fue la correcta y por último *Bambusa vulgaris* presentó un 69,38%.

En cuanto a la supervivencia de la efectividad de las hormonas en las tres especies de bambú, ANA (Ácido naftalacético) presentó una supervivencia de 45,77%, el cual es muy bajo relacionado con el AIB (Ácido indolbutírico) que presentó un 50,50%, mientras que el testigo tuvo un mayor efecto en la supervivencia con 60,73%. (SANCHEZ, 2017).

En Tingo María, ARAUJO (2015) al propagar las especies *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*, evaluó la sobrevivencia y altura establecidas en campo definitivo. Encontrando que, la especie *G*. *angustifolia*

obtuvo mayor por ciento (%) de sobrevivencia (46.67%) que la especie *D. asper* (6.67%); asimismo la *G*. *angustifolia* obtuvo mayor altura (1.02 m) que la especie *D. asper* (0.28 m).

En Tingo María, MAS (2010) realizó un trabajo de siembra de tres especies de bambúes durante 7 meses, a través de secciones de culmo en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, las especies utilizadas fueron *Bambusa vulgaris* variedad vittata tuvo un porcentaje de 45% de predimiento, *Dendrocalamus asper* obtuvo el mayor porcentaje y *Gigantochloa apus* no obtuvo ningún prendimiento. Y el mayor porcentaje de mortalidad de brotes, lo obtuvo *Gigantochloa apus* seguido de *Bambusa vulgaris* variedad vittata y *Dendrocalamus asper* con valores de 100,00 %, 45,00 % y 16,07 % respectivamente.

En Tingo María, SOTO (2009) desarrolló una investigación de propagación vegetativa en *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) y *Guadua angustifolia* kunth a través de esquejes del culmo aplicando dosis de idol-3-butírico (AIB) y ácido naftalacetico (ANA). Con respecto a *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) obtuvo resultado favorable con máximo de 93.3% de emisión de brotes, 66.7% de prendimiento, y 86.7% de esquejes enraizados en el tratamiento con 0.50% de ANA, mientras que para los demás tratamientos se obtuvieron valores por debajo de éstos. Con respecto a *Guadua angustifolia* a través de esquejes del culmo, no ha tenido el éxito esperado, en los tratamientos con AIB (Ácido Indol-3-Butírico) 1 %, ANA (Ácido Naftalacético) 0%, y ANA

0.75%, no hubo ningún esqueje prendido, y en los demás tratamientos tan sólo presentaron un esqueje enraizado y prendido (6.7 %).

En Tingo María, BRUGMAN (2016) investigó acerca del enraizamiento de brotes de rizoma de bambú *Guadua angustifolia* kunth, en fase de vivero, encontrando como respuesta que el número de rebrotes en Guadua angustifolia se presentó en mayor intensidad con el enraizador Root – Hor (T) con un promedio de 6.75 rebrotes y en menor intensidad con el tratamiento testigo con 2.75 rebrotes.

QUISPE (2009), “comprobó el efecto favorable del humus de lombriz en la producción de plantones del bambú, pues el testigo fue inferior estadísticamente a los tratamientos beneficiados en la evaluación altura, número de hojas, brotes y prendimiento”. sin embargo, en la propagación de las tres especies de bambú, encontró que la *Guadua angustifolia* tiene menor respuesta en el número de brotes, crecimiento en altura, porcentaje de supervivencia frente a las especies *Dendrocalamus asper* y *Gigantochloa apus*. Teniendo la *G. angustifolia* la mayor tasa de mortalidad de esquejes (94.67%). Al finalizar la investigación recomienda aplicar Root-Hor y Bioecol a una concentración de 5 ml/L; dado que de acuerdo al estudio presentaron mejores resultados en las variables estudiadas.

ARANCIBA (2017) en la propagación de tres especies de bambú, aplicándose sustancias hormonales enraizantes (Rapid-Root y Root-Hor) en las especies *Guadua weberbaueri*, *Guadua lynnclarkitae* y *Guadua angustifolia*,

encontró que, el porcentaje de brotación fue bajo y con un enraizamiento de solo 3%, concluyendo que la aplicación del producto enraizador (Rapid-Root y Root-Hor) no tienen efectos positivos en el enraizamiento, porcentaje de brotación y supervivencia de las tres especies de *Guadua*. Asimismo, indica que se obtiene mejores resultados de brotación en un ambiente cerrado y semicontrolado con humedad relativa constante que en condiciones de vivero.

LÁRRAGA *et al.* (2011) en la propagación vegetativa de tres especies de bambú (*G. angustifolia, Bambusa oldhamii* y *Bambusa vulgaris*), en la cual se probaron métodos de propagación (chusquin, vareta, segmento nodal) y sustratos. Obteniéndose mayor supervivencia en la propagación con chusquines, teniendo la especie *B. vulgaris* mayor porcentaje de supervivencia (85%), seguido de *G. angustifolia* (55.52%) y para especie *B. oldhamii* se obtuvo mayor supervivencia con varetas (44.22%). En el número de hijuelos, la especie *G. angustifolia* tuvo el mayor valor (1.3), seguido de *B. vulgaris* (0.6) y *B. oldhamii* (0.1). En el número de raíces, la especie *B. vulgaris* obtuvo mayor valor (9), seguido de *G. angustifolia* (4) y *B. oldhamii* (1). Mayor longitud radicular obtuvo la especie *G. angustifolia* (24), seguido de *B. vulgaris* (18) y *B. oldhamii* (4).

TRILLO (2014) encontró que las especies *B. vulgaris* y *Dendrocalamus asper* presentan mayor porcentaje de prendimiento que la *G. angustifolia* (86.11 %, 34.26 % y 21.30 %). En el número de brotes la especie *B. vulgaris* y *D. asper* presentaron valores más altos que *G. angustifolia* (3.93, 2.14 y 0.68). asimismo, en el número de raíces, la especie *D. asper* y *B. vulgaris* fueron superiores a *G. angustifolia* (28.88, 7.74 y 2.66). Igualmente, en la longitud

radicular, la especie *D. asper* y *B. vulgaris* fueron superiores a *G. angustifolia* (36.56, 34.13 y 8.34). Concluyendo que la especie *B. vulgaris* y *D. asper* tiene mejor respuesta a la propagación que la especie *G. angustifolia.*

VELA (1982) y GALLARDO *et al.* (2008) refieren “que el mejor método de propagación del *B. vulgaris* es por medio de varas con una o dos yemas visibles y que el método por estacas en *Guadua angustifolia* Kunth no es muy usado por los bajos porcentajes de brotación y prendimiento”. Asimismo, LÁRRAGA *et al.* (2011) menciona que las combinaciones varas y segmentos nodales de Guadua sp presentan resultados muy pobres.

FRANCIS (1993), menciona que la propagación en la especie *Bambusa vulgaris*, por el método de varas presenta una propensión al enraizamiento superior a otras especies y a esto se puede atribuir el mayor porcentaje de prendimiento que esta especie desarrolla. Por otro lado, GALLARDO *et al.* (2008) menciona que el crecimiento y desarrollo de los brotes obtenidos a través de las estacas de bambú es atribuido al contenido de reservas de las estacas.

MÁRQUEZ (2011), concluye que mejores resultados de propagación de *G. angustifolia* se obtiene bajo condiciones de cobertizo, teniendo 75% de prendimiento, mayor número de brotes emitidos, así también mayor crecimiento de en longitud de brotes y raíces.

HASAN *et al.* (1976), menciona que “el número de brotes no es considerado como un indicador confiable de propagación, y su dependencia se

basa principalmente en la edad de los propágulos (chusquin, vareta o segmento nodal)". Así pues, GARCÍA *et al.* (2011) menciona "los bambúes de pared gruesa como *Dendrocalamus asper* poseen una mayor emisión de brotes y mejor enraizamiento probablemente debido a una mayor reserva de nutrientes."

"La acción combinada de las auxinas y cofactores de enraizamiento que se promueven en las hojas y yemas, comprenden una serie de complejos procesos anatómicos y fisiológicos que forman raíces adventicias en la estaca". Los cofactores internos tienen una mayor influencia en la rizogénesis, tal como lo indican Weaver (1988) citado por GÁRATE (2010) y HARTMANN y KESTER (1995) respecto a la iniciación de raíces adventicias.

"El origen de las raíces se localiza en un amplio rango de tejidos, de los cuales el cambium, el floema y el periciclo son los tejidos más importantes, mientras que la corteza, la médula y la xilema son de menor importancia" (Haissig, 1974; citado por DÍAZ, 1991). Así lo confirma Weaver (1988) citado por GÁRATE (2010) quién indica que, "las raíces adventicias de estacas de tallos, se originan generalmente en el tejido del floema secundario joven, si bien, esas raíces proceden también de otros tejidos, como son el cambium, los radios vasculares o la medula. Contrario a esto, los anillos de esclerénquima situados en el exterior del punto de origen de las raíces, a veces llegan a constituir una barrera anatómica" (Beakbany, 1961; citado por DÍAZ, 1991).

Según LEAKEY (1985) "los requisitos para la iniciación y la elongación de las raíces a menudo difieren, siendo el primero influido por la

condición genética y estado fisiológico de la planta, mientras que el segundo es más sensible a los factores medio ambientales". Respecto a la iniciación de raíces adventicias HARTMANN y KESTER (1995) afirman que las plantas se pueden dividir en tres clases:

- "Aquellas en que los tejidos proporcionan todas las diversas sustancias nativas, incluso auxina. Cuando se hacen las estacas y se les coloca en condiciones ambientales adecuadas, ocurre una rápida formación de raíces."

- "Aquella en que hay presentes amplias cantidades de cofactores de ocurrencia natural, pero en que la auxina es limitante. Con la aplicación externa de auxina, el enraizamiento aumenta grandemente."

- "Aquellas en que falta la actividad de una o más de los cofactores internos, aunque la auxina natural puede o no estar presente en abundancia. Con la aplicación externa de auxina se obtiene poca o ninguna respuesta."

"Los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento en la propagación por estacas son: el manejo de la planta madre con el fin de obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, en la época y edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce) propicias que induzcan al

enraizado. Además, la capacidad de la estaca ya enraizada, a prosperar después del trasplante para conseguir plantas de calidad" (GÁRATE, 2010).

Es posible observar que los brotes tomados de distintas partes de un árbol o estacas tomadas de distintos brotes presentan crecimiento diferencial en una plantación inclusive si se mantiene la igualdad de los demás factores (MARTÍNEZ et al., 1994) la topófisis tiene un marcado efecto sobre el desarrollo de un potente sistema radicular, encontrándose en muchos casos que el mayor enraizamiento se obtiene en la porción media y basal (HARTMANN y KESTER, 1995; BAÑON et al., 2002), de igual forma los vástagos laterales tienden a enraizar con más facilidad que los procedentes de vástagos terminales (Janick, 1965; citado por GÁRATE, 2010).

Igualmente, GÁRATE (2010) indica que "hay una variación en el resultado del enraizamiento que depende marcadamente de la posición del brote elegido en el árbol, así como la posición de la estaca tomada a lo largo del brote; en este caso, los mejores enraizamientos se logran de la parte media y basal, el inconveniente de la parte apical es que se obtiene barbados con reducido sistema radicular, el mismo que en la etapa del trasplante, es afectado, por condiciones del estrés".

MESEN (1998), indica que "a lo largo de un brote se presentan gradientes hídricos, hormonales, de nutrientes e inhibidores de enraizamiento, variaciones en diámetro y longitud del entrenudo; se puede utilizar estacas provenientes de varias posiciones a lo largo del brote, aunque siempre hay que

descartar el entrenudo apical por ser demasiado suculento y susceptible al marchitamiento, del mismo modo los entrenudos básales muy lignificados que muestran mayor dificultad para la iniciación de las raíces. Generalmente a los brotes en toda su longitud se les clasifica como basal, media y apical".

"La condición hídrica de las estacas es gobernada por el balance entre las pérdidas por evaporación a través de las hojas y la absorción de agua por las estacas. Puesto que las estacas carecen de raíces al inicio, deben depender de la retención de su turgencia y de la absorción de agua a través del corte en la base y/o a través de la superficie de las hojas y el tallo" (Loach, 1988; citado por DÍAZ, 1991). Por lo que, para conseguir éxito en el enraizado, es necesario disminuir la transpiración para limitar la desecación de la estaca (BOUTHERIN y BRON, 2004), esto se logra manteniendo a la humedad del ambiente alta, saturada (95 a 100%) y también constante (CUCULIZA, 1956) para reducir al máximo las pérdidas de agua por evapotranspiración (MARTÍN y QUILLET, 1974). En efecto, es posible lograr estas características de humedad empleando cámaras cerradas e invernaderos con sistemas de nebulización, que controlan el agua para su optimo crecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

El trabajo de investigación se ejecutó en el vivero de la Unidad Académica de Sistemas Integrales de Producción con sede en el Centro de Investigación y Producción – Tulumayo de Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.1.2. Ubicación geográfica

Políticamente, el CIPTALD se localiza en la región Huánuco, provincia Leoncio Prado, distrito Pueblo Nuevo, localidad Santa Lucía; en la margen derecha del río Huallaga, a 25 km de la carretera Fernando Belaúnde Terry, entre Tingo María y Aucayacu.

3.1.3. Zona de vida

Según la clasificación de las zonas de vida y al diagrama bioclimático de HOLDRIDGE (1987) el distrito Pueblo Nuevo y la zona de estudio, se encuentran ubicado en la formación vegetal bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh – PT).

3.1.4. Clima

El clima característico es tropical, por otro lado, la estación MAP. Tulumayo donde se realizó la presente investigación durante el mes de agosto hasta enero se registró: La máxima absoluta de 34.2°C y mínima absoluta de 17.4°C, la precipitación acumulada es de 497.1 mm. (SENAMHI, 2019)

3.2. Materiales, equipos y herramientas

3.2.1. Material biológico

- Caña del bambú: parte apical, medio, basal y ramas.

- Sustrato: tierra agrícola, aserrín.

3.2.2. Materiales de vivero

Sustrato, malla raschel color verde con capacidad de sombreado de 80%, enraizador Root-hor al 5 ml y 7.5 ml balde plástico de palmerola y plástico.

3.2.3. Equipos y herramientas

Placas de metal, plástico, carretilla, tijera de podador de mano, regadera, machete, motosierra y formatos de evaluación, laptop (TOSHIBA SATELITAL), cámara fotográfica SONY receptor, GPS Garmin Map 62s.

3.3. Métodos

3.3.1. Instalación del vivero

Durante la ejecución de la presente tesis, se inició con el limpiado del área a trabajar, eliminando plantones envejecidos, de malezas en las camas y calles, transportando las bolsas con sustrato que no se utilizará al galpón para su futuro uso en el vivero.

3.3.2. Preparación del sustrato.

Se utilizó 5 metros cúbico (m^3) de tierra agrícola y 6 (m^3) de aserrín descompuesto para las dos camas que se establecieron en el vivero, las camas tienen como dimensión 1 x 25 (m), luego se procedió a tamizar la mezcla de tierra agrícola y aserrín descompuesto eliminando raíces, piedras y demás materiales.

3.3.3. Extracción de las cañas de *Guadua angustifolia* Kunth

Las cañas de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) fueron obtenidas del galpón de Escuela Profesional de Ingeniería en Zootecnia concede en el CIPTALD perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el distrito de Pueblo Nuevo.

El material que se propagó fueron de la parte basal, medio, apical y ramas del bambú, las cañas tenían entre 2.5 y 3 años, luego se procedió a tumbar la caña de bambú con la ayuda de una motosierra, después con un

machete se extrajo las partes de la caña, y por último con una tijera de podar se obtuvo las ramas, cada caña consta de 6 metros.

3.3.4. Aplicación del enraizador Root-Hor

La aplicación del enraizador Root- Hor constó con las dosis correspondientes a (5 ml y 7.5 ml) y con la ayuda de un plástico se sumergió las cañas unos 10 min respectivamente, teniéndolos en la cama de cría, se hizo hoyos en las secciones correspondientes (cada caña consto entre 8 a 10 nudos) y se colocó el enraizador intercalando los nudos, orientando estas hacia la parte de arriba.

3.3.5. Sembrado de las cañas en las camas

Antes de la siembra se agruparon las cañas de acuerdo al tipo y número requerido por tratamiento, asimismo se tuvo mucho cuidado de mantener el sustrato húmedo. Luego se procedió a su entierro estos fueron sembrados a unos 15 cm bajo tierra, una vez terminado la siembra se procedió a regar.

3.3.6. Labores culturales

Las labores realizadas consistieron en retirar las malezas (hierbas) que crecían alrededor de la cama de cría y en medio de los plantones, se realizó periódicamente durante los 5 meses de la investigación, y una vez al mes se controló los hongos aplicando fungicidas.

Se realizó manualmente la aplicación del agua con la ayuda de un regadero en horas de la mañana y la tarde (6 a.m y a 6 p.m respectivamente) todos los días por los 3 primeros meses desde el sembrío luego se regó dejando un día los últimos 2 meses hasta finalizar la investigación y cuando aparecieron las primeras hojas se regó por segunda vez con el enraizador Root-hor las dosis correspondientes a cada tratamiento.

3.4. Diseño de investigación

3.4.1. Tipo de diseño

Experimental, empleándose el diseño completamente al azar (DCA) con 12 tratamientos, interactuándose dosis de enraizador Root-Hor (A) y secciones de caña (B). Se tuvo 3 repeticiones, contando con 36 unidades experimentales.

3.4.2. Técnicas estadísticas

Se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis al 5 % de nivel de significancia y tratamientos, así mismo se realizó la comparación de los promedios de los tratamientos al 5 % de nivel de significancia. Los datos fueron organizados en el programa Microsoft Excel 2016, analizados estadísticamente y procesadas por un programa estadístico de licencia libre (InfoSTAT).

3.4.3. Tratamientos

Se tuvieron doce tratamientos, constituidos por la interacción de los niveles de dosis de enraizador y secciones de caña, se tuvo los siguientes tratamientos.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Trat.	Dosis de Root-hor	Sección de caña	Descripción
T_1	0 ml	Base	0 ml de Root-Hor + sección basal
T_2	0 ml	Medio	0 ml de Root-Hor + sección medio
T_3	0 ml	Ápice	0 ml de Root-Hor + sección apical
T_4	0 ml	Ramas	0 ml de Root-Hor + sección ramas
T_5	5 ml	Base	5 ml de Root-Hor + sección basal
T_6	5 ml	Medio	5 ml de Root-Hor + sección medio
T_7	5 ml	Ápice	5 ml de Root-Hor + sección apical
T_8	5 ml	Ramas	5 ml de Root-Hor + sección ramas
T_9	7.5 ml	Base	7.5 ml de Root-Hor + sección basal
T_{10}	7.5 ml	Medio	7.5 ml de Root-Hor + sección medio
T_{11}	7.5 ml	Ápice	7.5 ml de Root-Hor + sección apical
T_{12}	7.5 ml	Ramas	7.5 ml de Root-Hor + sección ramas

3.4.4. Análisis estadísticos

3.4.4.1. Resumen descriptivo

Se elaboró la tabla estadística considerando los datos de la media o promedio, valores mínimos y máximos, rango, error estándar (EE), desviación estándar (DE), coeficiente de variación (CV), datos que permitieron entender la variabilidad de los valores obtenidos para cada variable evaluada.

3.4.4.2. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks modificado

Se realizó la prueba de normalidad de los datos para cada variable evaluada, para lo cual se plantearon las hipótesis:

- Hipótesis nula (Ho): Los datos de la variable evaluada siguen una distribución normal.
- Hipótesis alternativa (H1): Los datos de la variable evaluada no siguen una distribución normal.

Se hizo uso de la prueba estadística de Shapiro-Wilks modificado, a un nivel de significación $\alpha = 0.05$, basándonos en el valor de p, Si:

- $p > 0.05$: aceptamos la hipótesis nula (Ho).
- $p \leq 0.05$: rechazamos la hipótesis nula (Ho).

3.4.4.3. Prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Se usó la prueba de Kruskal Wallis para los datos de cada variable evaluada, a un nivel de significación $\alpha = 0.05$, para ello se plantearon las hipótesis:

- Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias estadísticamente significativas entre los datos de la variable evaluada.
- Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias estadísticamente significativas entre los datos de la variable evaluada.

Basándonos en el valor de “p”, Si:

- $p > 0.05$: aceptamos la hipótesis nula (Ho).
- $p \leq 0.05$: rechazamos la hipótesis nula (Ho). s.

3.4.5. Variables evaluadas

Las variables consideradas en la investigación fueron las siguientes:

3.4.5.1. Variables independientes

- Dosis de Root-Hor, con sus respectivos niveles.
- Secciones de caña, con sus respectivos niveles.

3.4.5.2. Variables dependientes

- Numero de brotes emitidos por las cañas
- Supervivencia y mortandad de cañas propagadas
- Porcentaje de enraizamiento de hijuelos
- Longitud radicular de hijuelos.

3.4.6. Medición de variables

3.4.6.1. Número de brotes

Se inició el conteo a partir de los 90 días posterior a la propagación donde aparecieron los primeros brotes, luego cada 10 días durante dos meses se volvió a contar y ver los nuevos brotes, por lo cual se determinó a base observación directa.

3.4.6.2. Porcentaje de supervivencia y mortandad

El porcentaje de supervivencia se registró a los 90 días posterior a la propagación, para lo cual se determinó en base a la observación directa y conteo de las cañas de bambúes que registraron supervivencia respecto al total de plantas sembradas. La mortandad se evaluó a final de la investigación,

registrando al igual que la supervivencia, el conteo de cañas de bambúes muertos respecto al total de plantas sembradas.

Tanto la supervivencia y mortandad fueron expresados en porcentaje, empleándose la siguiente formula:

$$\% S = \frac{\text{N° cañas vivas}}{M} \times 100$$

% S : Porcentaje de supervivencia.

M : número de cañas muertas

$$\% M = \frac{\text{N° cañas muertas}}{S} \times 100$$

% M : Porcentaje de mortandad.

S : número de cañas vivas

3.4.6.3. Porcentaje de enraizamiento

El porcentaje de enraizamiento se inició a 90 días posterior a la propagación a base de observación directa y conteo de las cañas de bambú que emitieron brotes.

El enraizamiento fue expresado en porcentaje, empleándose la siguiente formula:

$$\% E = \frac{\text{N° de brotes emitidos}}{B.\ E.} X100$$

% E : Porcentaje enraizamiento.

B. E : número de brotes enraizados.

3.4.6.4. Medición de la longitud radicular

Se registró la longitud radicular en (cm), se inició a los 90 días posterior a la propagación conto con 4 evaluaciones cada 10 días y con la ayuda de una cinta métrica, se mido la raíz más larga, luego se obtuvo una media de todos los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

4.1. Número de brotes emitidos por caña de *Guadua angustifolia* Kunth

En el cuadro 3, se muestran los datos estadísticos: media, error estándar, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos para la variable número de brotes; teniendo 0 como valor mínimo y 12 como máximo, registrando un alto C.V. (255.23 %).

Cuadro 3. Datos estadísticos de variable número de brotes.

Estadísticos	Número de brotes
Media	1.00
Min.	0.00
Max.	12.00
Rango	12.00
E.E.	0.43
D.E.	2.55
C.V.	255.23

El cuadro 4, presenta la prueba de normalidad de los datos para la variable número de brotes. Haciendo uso de la prueba estadística de Shapiro-Wilks modificado, se observa el “valor de p” es 0.0001 indicándonos que es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que los datos del número de brotes no siguen una distribución normal.

Cuadro 4. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable número de brotes.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (unilateral D)
N° Brotes	36	1	2.55	0.49	<0.0001

El Cuadro 5, muestra la prueba de Kruskal Wallis para los datos número de brotes, observándose que el valor de p obtenido “0.0121” es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable número de brotes.

Cuadro 5. Prueba de Kruskal Wallis para variable número de brotes.

Variable	Trat	Descripción		N	Media	D.E	Mediana	G.L.	H	p
Número de brotes	T_1	0 ml	Base	3	0.00	0.00	0.00	11	13	0.0121
	T_2	0 ml	Medio	3	0.00	0.00	0.00			
	T_3	0 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_4	0 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			
	T_5	5 ml	Base	3	5.67	5.69	4.00			
	T_6	5 ml	Medio	3	0.33	0.58	0.00			
	T_7	5 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_8	5 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			
	T_9	7.5 ml	Base	3	3.33	4.16	2.00			
	T_{10}	7.5 ml	Medio	3	2.67	2.52	3.00			
	T_{11}	7.5 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_{12}	7.5 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			

En el Cuadro 6, las comparaciones entre tratamientos para el numero de brotes nos muestra que los tratamientos T_3, T_4, T_7, T_8, T_2, T_1, T_{11} y T_{12} presentan medias con una letra común (A) y por lo tanto no son significativamente diferentes. Los tratamientos T_6, T_{10} y T_9 son significativamente

diferentes frente a los tratamientos antes mencionados. Por otro lado, el tratamiento T_5 con interacción 5 ml de Root-Hor y nivel basal de la caña, obtuvo la mayor media de numero de brotes (5.67) respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 6. Comparación entre tratamientos para variable número de brotes.

Tratamiento	Descripción	Media	Rangos	Significancia	
T_3	0 ml : Ápice	0.00	14.5	A	
T_4	0 ml : Ramas	0.00	14.5	A	
T_7	5 ml : Ápice	0.00	14.5	A	
T_8	5 ml : Ramas	0.00	14.5	A	
T_2	0 ml : Medio	0.00	14.5	A	
T_1	0 ml : Base	0.00	14.5	A	
T_{11}	7.5 ml : Ápice	0.00	14.5	A	
T_{12}	7.5 ml : Ramas	0.00	14.5	A	
T_6	5 ml : Medio	0.33	19.5	A	B
T_{10}	7.5 ml : Medio	2.67	26.83	A	B
T_9	7.5 ml : Base	3.33	26.83	A	B
T_5	5 ml : Base	5.67	32.83		B

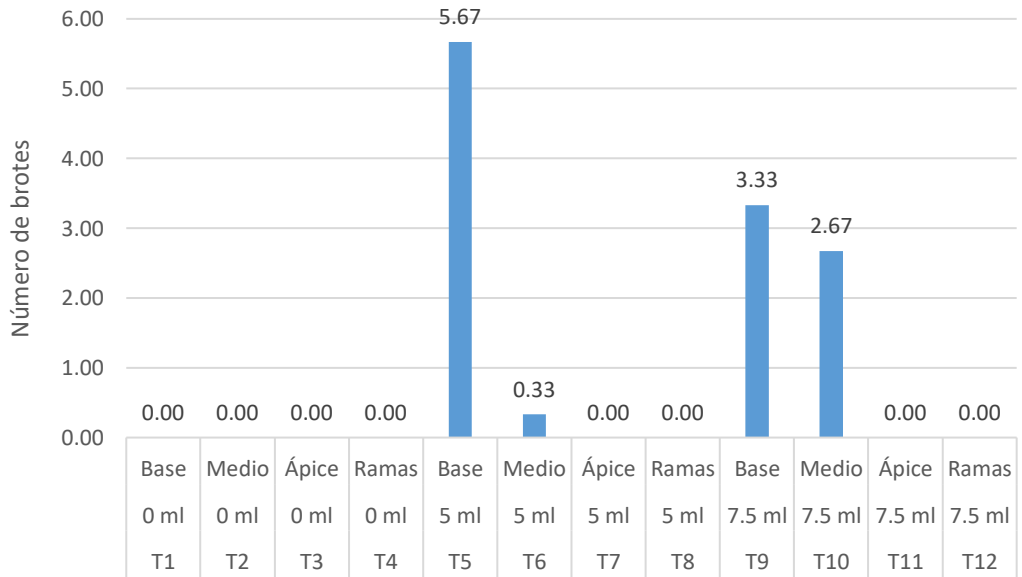

Figura 2. Número de brotes de *G. angustifolia* por tratamientos.

4.2. Supervivencia y mortandad de propagación de *Guadua angustifolia* Kunth

4.2.1. Supervivencia de secciones propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth

En el cuadro 7, se muestran los datos estadísticos: media, error estándar, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos para la variable porcentaje de supervivencia; teniendo 0.00 % como valor mínimo y 100.00 % como máximo, registrando un alto C.V. (95.93 %).

Cuadro 7. Datos estadísticos de variable supervivencia.

Estadísticos	Porcentaje de supervivencia (%)
Media	52.78
Min.	0.00
Max.	100.00
Rango	100.00
E.E.	8.44
D.E.	50.63
C.V.	95.93

El cuadro 8, presenta la prueba de normalidad de los datos para la variable porcentaje de supervivencia. Haciendo uso de la prueba estadística de Shapiro-Wilks modificado, se observa el “valor de p” es 0.0001 indicándonos que es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que los datos del porcentaje de supervivencia no siguen una distribución normal.

Cuadro 8. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable supervivencia.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (unilateral D)
Porcentaje de supervivencia	36	52.78	50.63	0.6	<0.0001

El cuadro 9, muestra la prueba de Kruskal Wallis para los datos porcentaje de supervivencia, observándose que el valor de p obtenido “0.0121” es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable supervivencia.

Cuadro 9. Prueba de Kruskal Wallis para variable supervivencia.

Variable	Trat	Descripción		N	Media	D.E	Mediana	G.L.	H	P
Porcentaje de supervivencia (%)	T_1	0 ml	Base	3	0.00	0.00	0.00	11	18	0.01
	T_2	0 ml	Medio	3	0.00	0.00	0.00			
	T_3	0 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_4	0 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			
	T_5	5 ml	Base	3	100.00	0.00	100.00			
	T_6	5 ml	Medio	3	100.00	0.00	100.00			
	T_7	5 ml	Ápice	3	66.67	57.74	100.00			
	T_8	5 ml	Ramas	3	33.33	57.74	0.00			
	T_9	7.5 ml	Base	3	100.00	0.00	100.00			
	T_{10}	7.5 ml	Medio	3	66.67	57.74	100.00			
	T_{11}	7.5 ml	Ápice	3	100.00	0.00	100.00			
	T_{12}	7.5 ml	Ramas	3	66.67	57.74	100.00			

En el cuadro 10, las comparaciones entre tratamientos para el porcentaje de supervivencia nos muestran que los tratamientos T_2, T_3, T_4, y T_1 presentan medias con una letra común (A) y por lo tanto no son significativamente diferentes. Los tratamientos T_8, T_7, T_{10} y T_{12} son significativamente diferentes frente a los tratamientos antes mencionados. Por otro lado, los tratamientos T_9, T_{11}, T_5 y T_6 presentaron mayor significancia frente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento T_6 con interacción 5 ml de Root-

hor y nivel medio de la caña, obtuvo la mayor media de porcentaje de supervivencia (100.00 %) respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 10. Comparación entre tratamientos para variable supervivencia.

Tratamiento	Descripción	Media	Rangos	Significancia	
T_2	0 ml : Medio	0.00	9	A	
T_3	0 ml : Ápice	0.00	9	A	
T_4	0 ml : Ramas	0.00	9	A	
T_1	0 ml : Base	0.00	9	A	
T_8	5 ml : Ramas	33.33	15	A	B
T_7	5 ml : Ápice	66.67	21	A	B
T_{10}	7.5 ml : Medio	66.67	21	A	B
T_{12}	7.5 ml : Ramas	66.67	21	A	B
T_9	7.5 ml : Base	100.00	27		B
T_{11}	7.5 ml : Ápice	100.00	27		B
T_5	5 ml : Base	100.00	27		B
T_6	5 ml : Medio	100.00	27		B

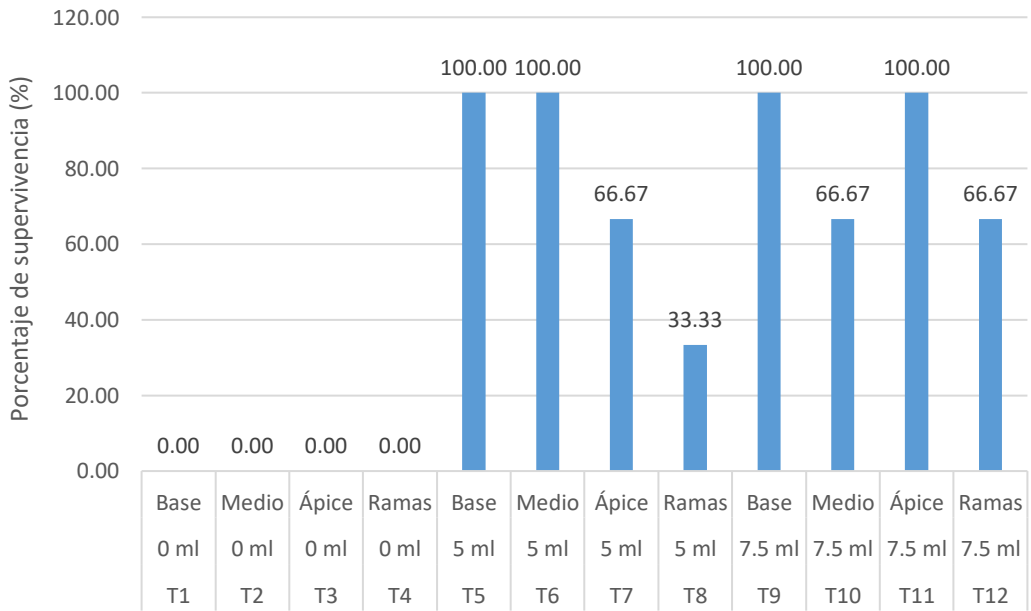

Figura 3. Porcentaje de supervivencia de *G. angustifolia* por tratamientos.

4.2.2. Mortandad de secciones propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth

En el cuadro 11, se muestran los datos estadísticos: media, error estándar, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos para la variable mortandad; teniendo 0.00 % como valor mínimo y 100.00 % como máximo, registrando un alto C.V. (107.22 %).

Cuadro 11. Datos estadísticos de variable mortandad.

Estadísticos	Mortandad (%)
Media	47.22
Min.	0.00
Max.	100.00
Rango	100.00
E.E.	8.44
D.E.	50.63
C.V.	107.22

El cuadro 12, presenta la prueba de normalidad de los datos para la variable porcentaje de mortandad. Haciendo uso de la prueba estadística de Shapiro-Wilks modificado, se observa el “valor de p” es 0.0001 indicándonos que es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que los datos del porcentaje de mortandad no siguen una distribución normal.

Cuadro 12. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable mortandad.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (unilateral D)
Mortandad	36	47.22	50.63	0.60	<0.0001

El cuadro 13, muestra la prueba de Kruskal Wallis para los datos porcentaje de mortandad, observándose que el valor de p obtenido “0.0104” es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable mortandad.

Cuadro 13. Prueba de Kruskal Wallis para variable mortandad.

Variable	Trat	Descripción		N	Media	D.E	Mediana	G.L.	H	p
% mortandad	T_1	0 ml	Base	3	100.00	0.00	100.00	11	13	0.0121
	T_2	0 ml	Medio	3	100.00	0.00	100.00			
	T_3	0 ml	Ápice	3	100.00	0.00	100.00			
	T_4	0 ml	Ramas	3	100.00	0.00	100.00			
	T_5	5 ml	Base	3	0.00	00.00	0.00			
	T_6	5 ml	Medio	3	0.00	0.00	0.00			
	T_7	5 ml	Ápice	3	33.33	57.74	0.00			
	T_8	5 ml	Ramas	3	66.67	57.74	100.00			
	T_9	7.5 ml	Base	3	0.00	0.00	0.00			
	T_{10}	7.5 ml	Medio	3	33.33	57.74	0.00			
	T_{11}	7.5 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_{12}	7.5 ml	Ramas	3	33.33	57.74	0.00			

En el cuadro 14, las comparaciones entre tratamientos para el porcentaje de mortandad nos muestran que los tratamientos T_6, T_{11}, T_9, y T_5 presentan medias con una letra común (A) y por lo tanto no son significativamente diferentes. Los tratamientos T_7, T_{10}, T_{12} y T_8 son significativamente diferentes frente a los tratamientos antes mencionados. Por otro lado, los tratamientos T_1, T_2, T_3 y T_4 presentaron mayor significancia frente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento T_4 con interacción 0 ml de Root-

Hor y nivel ramas de la caña, obtuvo la mayor media de porcentaje de mortandad (100.00 %) respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 14. Comparación entre tratamientos para variable mortandad.

Tratamiento	Descripción	Media	Rangos	Significancia	
T_6	5 ml : Medio	0.00	10	A	
T_{11}	7.5 ml : Ápice	0.00	10	A	
T_9	7.5 ml : Base	0.00	10	A	
T_5	5 ml : Base	0.00	10	A	
T_7	5 ml : Ápice	33.33	16	A	B
T_{10}	7.5 ml : Medio	33.33	16	A	B
T_{12}	7.5 ml : Ramas	33.33	16	A	B
T_8	5 ml : Ramas	66.67	22	A	B
T_1	0 ml : Base	100.00	28		B
T_2	0 ml : Medio	100.00	28		B
T_3	0 ml : Ápice	100.00	28		B
T_4	0 ml : Ramas	100.00	28		B

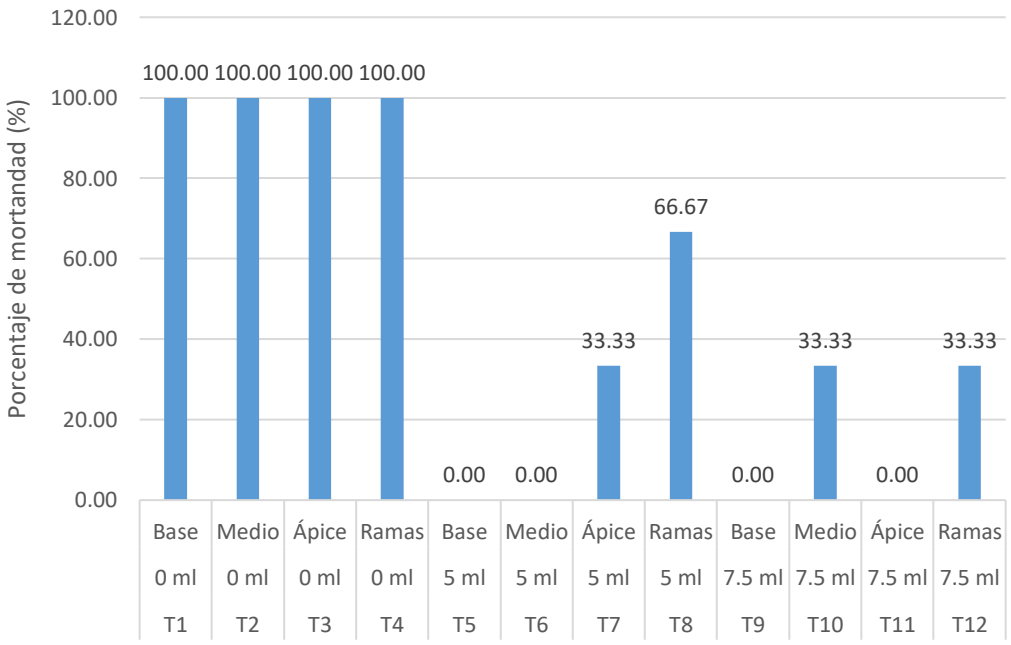

Figura 4. Porcentaje de mortandad de *G. angustifolia* por tratamientos.

4.3. Porcentaje de enraizamiento de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth

En el cuadro 15, se muestran los datos estadísticos: media, error estándar, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos para la variable porcentaje de enraizamiento; teniendo 0.00 % como valor mínimo y 100.00 % como máximo, registrando un alto C.V. (272.79 %).

Cuadro 15. Datos estadísticos de porcentaje de enraizamiento.

Estadísticos	Porcentaje de enraizamiento (%)
Media	10.65
Min.	0.00
Max.	100.00
Rango	100.00
E.E.	4.84
D.E.	29.05
C.V.	272.79

El cuadro 16, presenta la prueba de normalidad de los datos para la variable porcentaje de enraizamiento. Haciendo uso de la prueba estadística de Shapiro-Wilks modificado, se observa el “valor de p” es 0.0001 indicándonos que es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que los datos del porcentaje de enraizamiento no siguen una distribución normal.

Cuadro 16. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable porcentaje de enraizamiento.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (unilateral D)
Porcentaje de enraizamiento	36	10.65	29.05	0.41	<0.0001

El cuadro 17, muestra la prueba de Kruskal Wallis para los datos porcentaje de enraizamiento, observándose que el valor de p obtenido “0.0066” es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable porcentaje de enraizamiento.

Cuadro 17. Prueba de Kruskal Wallis para variable porcentaje de enraizamiento.

Variable	Trat	Descripción		N	Media	D.E	Mediana	G.L.	H	p
Porcentaje de enraizamiento (%)	T_1	0 ml	Base	3	0.00	0.00	0.00	11	9	0.0066
	T_2	0 ml	Medio	3	0.00	0.00	0.00			
	T_3	0 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_4	0 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			
	T_5	5 ml	Base	3	100.00	0.00	100.00			
	T_6	5 ml	Medio	3	0.00	0.00	0.00			
	T_7	5 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_8	5 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			
	T_9	7.5 ml	Base	3	16.67	28.87	0.00			
	T_{10}	7.5 ml	Medio	3	11.11	19.24	0.00			
	T_{11}	7.5 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_{12}	7.5 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			

En el cuadro 18, las comparaciones entre tratamientos para el porcentaje de enraizamiento nos muestran que los tratamientos T_6, T_{11}, T_9, T_5, T_7, T_{10}, T_{12} y T_8 y T_1 presentan medias con una letra común (A) y por lo tanto no son significativamente diferentes. Los tratamientos T_2 Y T_3 son significativamente diferentes frente a los tratamientos antes mencionados. Por otro lado, el tratamiento T_4 presentó mayor significancia frente a los demás tratamientos, siendo este tratamiento (T_4) con interacción 5 ml de Root-Hor y nivel basal de la

caña, obtuvo la mayor media de porcentaje de enraizamiento (100.00 %) frente a los demás tratamientos.

Cuadro 18. Comparación entre tratamientos para variable % de enraizamiento.

Tratamiento	Descripción	Media	Rangos	Significancia	
T_3	0 ml : Ápice	0.00	16	A	
T_4	0 ml : Ramas	0.00	16	A	
T_6	5 ml : Medio	0.00	16	A	
T_7	5 ml : Ápice	0.00	16	A	
T_8	5 ml : Ramas	0.00	16	A	
T_1	0 ml : Base	0.00	16	A	
T_{11}	7.5 ml : Ápice	0.00	16	A	
T_2	0 ml : Medio	0.00	16	A	
T_{12}	7.5 ml : Ramas	0.00	16	A	
T_{10}	7.5 ml : Medio	11.11	21.33	A	B
T_9	7.5 ml : Base	16.67	21.67	A	B
T_5	5 ml : Base	100.00	35		B

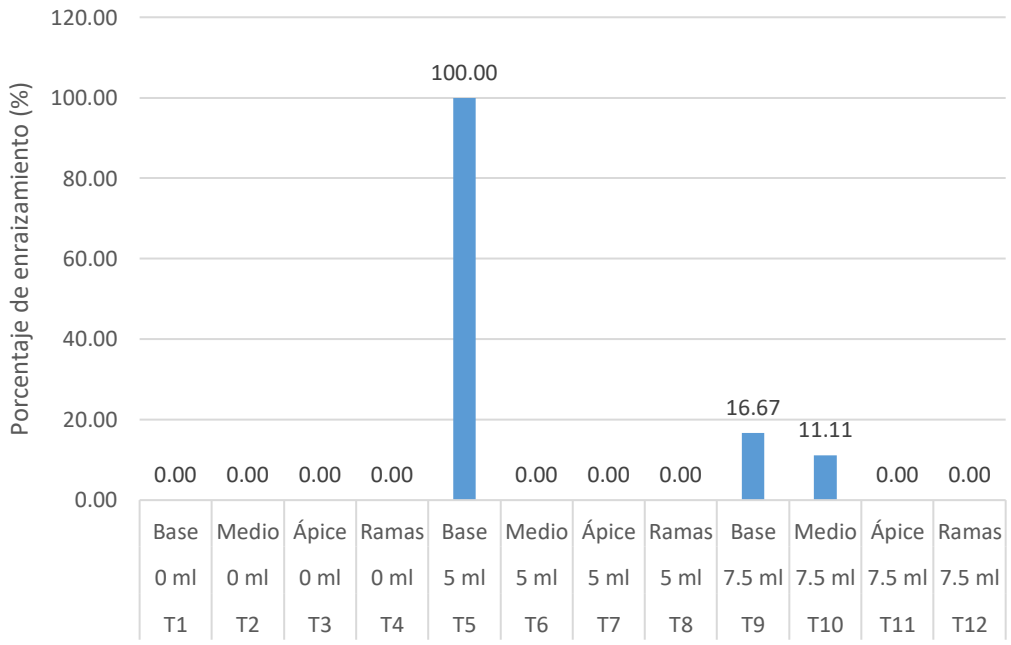

Figura 5. Porcentaje de enraizamiento de *G. angustifolia* por tratamientos.

4.4. Longitud radicular de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth

En el cuadro 19, se muestran los datos estadísticos: media, error estándar, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos para la variable longitud radicular; teniendo 0.00 cm como valor mínimo y 100.00 cm como máximo, registrando un alto C.V. (287.12 %).

Cuadro 19. Datos estadísticos de longitud radicular.

Estadísticos	Longitud radicular (cm)
Media	9.03
Min.	0.00
Max.	112.00
Rango	112.00
E.E.	4.32
D.E.	25.92
C.V.	287.12

El cuadro 20, presenta la prueba de normalidad de los datos para la variable longitud radicular. Haciendo uso de la prueba estadística de Shapiro-Wilks modificado, se observa el “valor de p” de 0.0001 indicándonos que es menor a 0.05, lo cual nos permite concluir que los datos de la variable longitud radicular no siguen una distribución normal.

Cuadro 20. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de variable longitud radicular.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (unilateral D)
Longitud radicular	36	9.03	25.92	0.42	<0.0001

El cuadro 21, muestra la prueba de Kruskal Wallis para los datos longitud radicular, observándose que el valor de p obtenido “0.0067” es menor a 0.05, lo que nos permite concluir que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable longitud radicular.

Cuadro 21. Prueba de Kruskal Wallis para variable longitud radicular.

Variable	Trat	Descripción		N	Media	D.E	Mediana	G.L.	H	p
Longitud radicular (cm)	T_1	0 ml	Base	3	0.00	0.00	0.00	11	9	0.0067
	T_2	0 ml	Medio	3	0.00	0.00	0.00			
	T_3	0 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_4	0 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			
	T_5	5 ml	Base	3	86.34	22.69	78.10			
	T_6	5 ml	Medio	3	0.00	0.00	0.00			
	T_7	5 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_8	5 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			
	T_9	7.5 ml	Base	3	4.00	6.93	0.00			
	T_{10}	7.5 ml	Medio	3	18.00	31.18	0.00			
	T_{11}	7.5 ml	Ápice	3	0.00	0.00	0.00			
	T_{12}	7.5 ml	Ramas	3	0.00	0.00	0.00			

En el cuadro 22, las comparaciones entre tratamientos para la longitud radicular nos muestran que los tratamientos T_6, T_{11}, T_9, T_5, T_7, T_{10}, T_{12} y T_8 y T_1 presentan medias con una letra común (A) y por lo tanto no son significativamente diferentes. Los tratamientos T_2 y T_3 son significativamente diferentes frente a los tratamientos antes mencionados. Por otro lado, el tratamiento T_4 presentó mayor significancia frente a los demás tratamientos, siendo este tratamiento (T_4) con interacción 5 ml de Root-Hor y nivel basal de la

caña, obtuvo la mayor media de longitud radicular (86.34 cm) frente a los demás tratamientos.

Cuadro 22. Comparación entre tratamientos para variable longitud radicular.

Tratamiento	Descripción	Media	Rangos	Significancia	
T_3	0 ml : Ápice	0.00	16	A	
T_4	0 ml : Ramas	0.00	16	A	
T_6	5 ml : Medio	0.00	16	A	
T_7	5 ml : Ápice	0.00	16	A	
T_8	5 ml : Ramas	0.00	16	A	
T_1	0 ml : Base	0.00	16	A	
T_{11}	7.5 ml : Ápice	0.00	16	A	
T_2	0 ml : Medio	0.00	16	A	
T_{12}	7.5 ml : Ramas	0.00	16	A	
T_9	7.5 ml : Medio	4.00	21.33	A	B
T_{10}	7.5 ml : Base	18.00	21.67	A	B
T_5	5 ml : Base	86.34	35		B

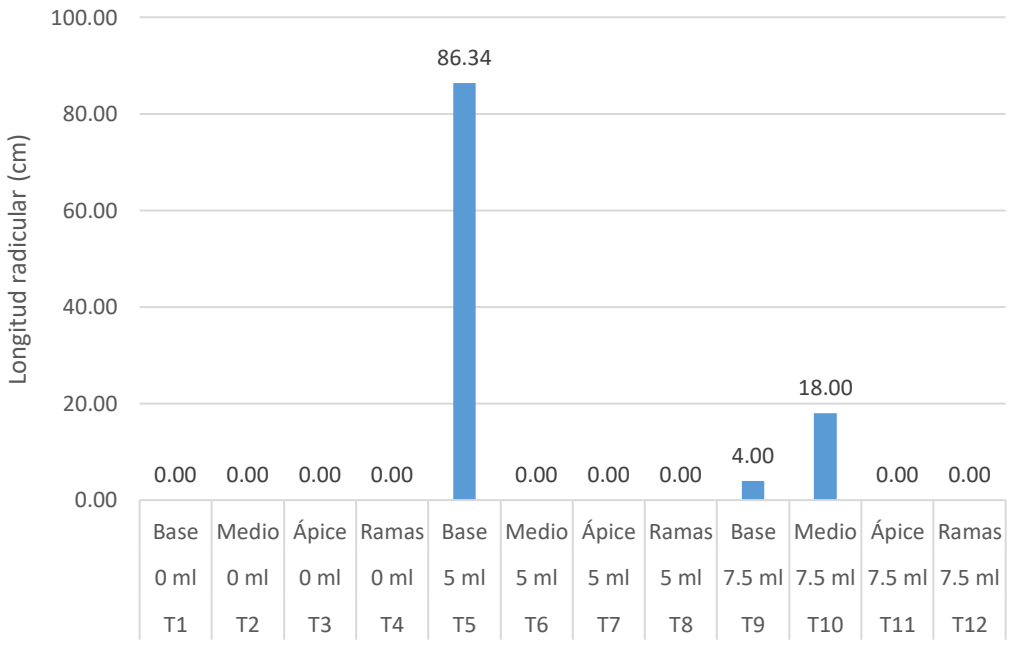

Figura 6. Longitud radicular de *G. angustifolia* por tratamientos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Número de brotes emitidos por cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña.

Mayor número de brotes se logró con los tratamientos: T_5 (5.0 ml de Root-Hor y nivel basal) el cual obtuvo 5.67 brotes, seguido del T_9 (7.5 ml de Root-Hor y nivel basal) con 3.33 brotes, T_{10} (7.5 ml de Root-Hor y nivel medio) con 2.67 brotes y T_6 (5 ml de Root-Hor y nivel medio) el cual obtuvo 0.33 brotes. Sin embargo, con los tratamientos que contienen: 0 ml de Root-Hor, secciones apicales y ramas, no se logró emisión de brotes.

Resultados superiores obtuvo BRUGMAN (2016) en propagar *G. angustifolia*, encontrando como promedio de 6.75 brotes con aplicación del enraizador Root-Hor y con 2.75 el tratamiento que no recibió dosis de Root-Hor (testigo). En cambio, ARANCIBA (2017) concluyo que la aplicación de productos enraizadores (Rapid-Hor y Root-Hor) no tiene efectos positivos en el porcentaje de brotación en las especies *G. angustifolia, G. weberbaueri* y *G. lynnclarkitae,* Asimismo, indica que se obtiene mejores resultados de brotación en un ambiente cerrado y semicontrolado con humedad relativa constante que en condiciones de vivero.

Por otro lado, QUISPE (2009) determinó que la *G. angustifolia* tiene menor respuesta a generar brotes que las especies *G. apus* y *D. asper*. Asimismo, TRILLO (2014) encontró que las especies *B. vulgaris* y *D. asper* generan mayor número de brotes que la especie *G. angustifolia* (3.93, 2.14 y 0.68 brotes respectivamente). Por el contrario, LÁRRAGA *et al.* (2011) indica que la especie *G. angustifolia* genera mayor número de brotes (1.3), que las especies *B. vulgaris* (0.6) y *B. oldhamii* (0.1).

VELA (1982) y GALLARDO *et al.* (2008) refieren que el método por estacas en *Guadua angustifolia* Kunth no es muy usado por los bajos porcentajes de brotación y prendimiento. Asimismo, LÁRRAGA *et al.* (2011) menciona que las combinaciones varas y segmentos nodales de *Guadua sp.* presentan resultados muy pobres. Por su parte, HASAN *et al.* (1976) menciona que “el número de brotes no es considerado como un indicador confiable de propagación, y su dependencia se basa principalmente en la edad de los propágulos (chusquin, vareta o segmento nodal)”.

GALLARDO *et al.* (2008) menciona que el crecimiento y desarrollo de los brotes obtenidos a través de las estacas de bambú es atribuido al contenido de reservas de las estacas. Igualmente, GARCÍA *et al.* (2011) menciona los bambúes de pared gruesa como *D. asper* poseen una mayor emisión de brotes por el mayor contenido de reserva de nutrientes.

Esto contrasta con lo obtenido, debido a que se registró mayor número de brotes en el nivel basal y medio, siendo estas paredes de la caña más gruesas que el nivel apical y secciones de rama. MESEN (1998), indica que

a lo largo de un brote se presentan gradientes hídricos, hormonales, de nutrientes e inhibidores de enraizamiento y mejores resultados del desarrollo en propagación se encuentran en las porciones media y basal y no en el nivel ápice, debido a que es demasiado suculento y susceptible al marchitamiento (HARTMANN y KESTER, 1995; BAÑON *et al.*, 2002; GÁRATE, 2010).

5.2. Supervivencia y mortandad de cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña.

Mayor porcentaje de supervivencia se logró con los tratamientos que incluían dosis de Root-Hor (5.0 ml y 7.5 ml), siendo los tratamientos T_9 (7.5 ml de Root-Hor y nivel base), T_{11} (7.5 ml de Root-Hor y nivel ápice), T_5 (5.0 ml de Root-Hor y nivel basal) y T_6 (5.0 ml de Root-Hor y nivel medio) los que obtuvieron 100 % de supervivencia de las cañas propagadas. En cuanto a la mortandad, se registró que los tratamientos que contienen 0 ml como dosis de Root-Hor obtuvieron porcentaje de mortandad, siendo los tratamientos T_1 (0 ml de Root-Hor y nivel base), T_2 (0 ml de Root-Hor y nivel medio), T_3 (0 ml de Root-Hor y nivel ápice) y T_4 (0 ml de Root-Hor y nivel ramas) los que registraron 100 % de mortandad.

Con la aplicación de dosis de Root-Hor se logra un mayor porcentaje de supervivencia, Sin embargo, SÁNCHEZ (2017) concluye que las hormonas de enraizamiento no favorecen la supervivencia en *G. angustifolia* debido a que solo obtuvo 14.62 % de supervivencia, caso contrario con *D. asper* y *B. vulgaris* quienes si presentaron mayores porcentajes de supervivencia (72.99 % y 69.38

%) indicando que para estas especies el método de propagación y la hormona utilizada fue la correcta. Asimismo, ARANCIBA (2017) reporta que la aplicación de sustancias hormonales enraizantes (Rapid-Root y Root-Hor) no tiene efectos positivos en la supervivencia de las especies *G. angustifolia*, *G. weberbaueri* y *G. lynnclarkitae*

Por el contrario, ARAUJO (2015) encontró que la especie *G. angustifolia* obtuvo mayor supervivencia que *D. asper* (46.67 % y 6.67 %). Estos resultados pudieron deberse a que se emplearon diferentes secciones o niveles del culmo (base, medio y ápice) debido a que mejores resultados en el porcentaje de supervivencia se encuentran en las porciones media y basal y no en el nivel ápice, debido a que es demasiado suculento y susceptible al marchitamiento (GÁRATE, 2010).

LÁRRAGA *et al.* (2011) encontró que el método de propagación por chusquines es superior al método por vareta y segmento nodal, aportando a un mayor porcentaje de supervivencia en la *B. vulgaris* (85 %) *G. angustifolia* (55.52 %). Así pues, VELA (1982) y GALLARDO *et al.* (2008) refieren el método por estacas en *G. angustifolia* Kunth no es muy usado por los bajos porcentajes de prendimiento que se obtienen.

5.3. Porcentaje de enraizamiento de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-Hor y secciones de caña.

En cuanto al porcentaje de enraizamiento, se encontró significancia estadística en los tratamientos T_{10} (7.5 ml de Root-Hor y nivel medio), T_9 (7.5 ml de Root-Hor y nivel base) y T_5 (5.0 ml de Root-Hor y nivel base), siendo este

último, el que registro mayor significancia y obtuvo mayor porcentaje de enraizamiento (100 %).

MAS (2010) encontró que mayor prendimiento se obtiene en *D. asper* (73.93 %) y *B. vulgaris* (45.00 %), siendo superiores a *G. apus* (0.00 %). Por otro lado, SOTO (2009) expresa que al utilizar dosis de idol-3- butírico (AIB) y ácido naftalacetico (ANA) obtuvo valores muy bajos de prendimiento, en el cual solo un esqueje enraizó (6.7 %), siendo este valor opuesto a lo encontrado en *D. asper* en el que se registró 86.7 % de prendimiento. Igualmente, ARANCIBA (2017) concluye que la aplicación de sustancias enraizadoras no tienen efectos positivos en el porcentaje de enraizamiento de *G. angustifolia*, *G weberbaueri* y *G. lynnclarkitae*, ya que solo alcanzo el 3% de enraizamiento.

Por el bajo porcentaje de enraizamiento se debe por el inadecuado método de propagación (vara y segmento nodal), tal como lo asevera LÁRRAGA *et al.* (2011) quienes mencionan que las combinaciones varas y segmentos nodales de *Guadua sp* presentan resultados muy pobres. Asimismo, ARANCIBA (2017) y MÁRQUEZ (2011) indican que se obtienen mejores resultados de propagación en un ambiente cerrado y semicontrolado con humedad relativa constante que en condiciones de vivero, obteniéndose el 75% de prendimiento radicular, además de utilizar chusquines como propágulos LÁRRAGA *et al.* (2011).

Asimismo, para conseguir éxito en el enraizado, es necesario disminuir la transpiración para limitar la desecación de la estaca (BOUTHERIN y BRON, 2004), “esto se logra manteniendo a la humedad del ambiente alta,

saturada (95 a 100%) y también constante (CUCULIZA, 1956) para reducir al máximo las pérdidas de agua por evapotranspiración" (MARTÍN y QUILLET, 1974). Por lo que, es adecuado el empleo de cámaras cerradas e invernaderos para garantizar una constante humedad.

La sección basal obtuvo mejor resultado en el porcentaje de enraizamiento es atribuido al contenido de reservas (GALLARDO *et al.*, 2008), tal como lo asegura GARCÍA *et al.* (2011) quienes mencionan que "los bambúes de pared gruesa como *Dendrocalamus asper* poseen una mayor emisión de brotes y mejor enraizamiento probablemente debido a una mayor reserva de nutrientes". Igualmente, HARTMANN y KESTER (1995) y BAÑON *et al.* (2002) indican que, aun manteniendo la igualdad en los demás factores de propagación, el mayor desarrollo radicular se da en la porción media y basal, a diferencia de la sección apical, en el cual se obtiene un reducido sistema radicular, el mismo que en la etapa de trasplante es afectado por condiciones de estrés (GÁRATE, 2010).

Por otro lado, en la formación de raíces los cofactores internos tienen mayor influencia en la iniciación de raíces, condicionándose mayormente a su genética y estado fisiológico de la planta (edad apropiada, sección del propágulos, diámetro) (Weaver, 1988 citado por GÁRATE, 2010; HARTMANN y KESTER, 1995; LEAKEY, 1985). En tal sentido en la especie *G. angustifolia* los factores internos la hacen menos propenso al enraizamiento y por consecuencia al desarrollo de propagación, frente a otras especies como *B. vulgaris* y *D. asper*

quienes logran mayor desarrollo después de ser propagadas, obteniendo mayor número de brotes, mayor supervivencia y mayor desarrollo radicular.

5.4. Longitud radicular de hijuelos de *Guadua angustifolia* Kunth por efecto de la hormona Root-hor y secciones de caña.

En relación a la longitud radicular, se encontró significancia estadística en los tratamientos T_9 (7.5 ml de Root-Hor y nivel medio), T_{10} (7.5 ml de Root-Hor y nivel base) y T_5 (5.0 ml de Root-Hor y nivel base), siendo este último, el que registro mayor significancia y obtuvo mayor longitud radicular (86.34 cm).

CANCHAN (2017) reporto para *Guadua glomerata* una media de 28.26 cm de longitud radicular. Resultado similar reporto LÁRRAGA *et al.* (2011) para *G. angustifolia* con 24 cm, seguido de *B. vulgaris* con 18 cm y para *B. oldhamii* 4 cm, siendo el más valor bajo en longitud radicular. Sin embargo, TRILLO (2014) reporta para la longitud radicular, que la especie *D. asper* y *B. vulgaris* fueron superiores a *G. angustifolia* (36.56 cm, 34.13 cm y 8.34 cm respectivamente), concluyendo que la especie *B. vulgaris* y *D. asper* tiene mejor respuesta a la propagación que la especie *G. angustifolia*.

Al respecto ARANCIBA (2017) expresa que mejores resultados en el desarrollo radicular se obtiene en ambientes cerrados con una humedad relativa constante, como cámaras de irrigación, cerradas y cobertizos (MÁRQUEZ, 2011; MARTÍN y QUILLET, 1974), y no con la aplicación de productos enraizadores. Tal como indican BOUTHERIN y BRON (2004) para conseguir éxito en el enraizado, es necesario disminuir la transpiración para

limitar la desecación de la estaca, Asimismo, el bambú debe contar con paredes gruesas para un mejor enraizamiento, debido a que a lo largo del tallo se presenta gradientes hídricos, hormonales, de nutrientes e inhibidores de enraizamiento, y en la zona basal y media existe mayor reserva de nutrientes (HASAN *et al.*, 1976; MESEN, 1998).

VI. CONCLUSIONES

- Mayor número de brotes se encontró con el tratamiento T_5, el cual contiene la dosis de 5 ml de Root-Hor y la sección basal de la caña, con 5.67 brotes en *Guadua angustifolia* Kunth.

- Mayor supervivencia de cañas se encontró con el tratamiento T_6, el cual contiene la dosis de 5 ml de Root-Hor y la sección media de la caña, con 100 % de supervivencia. Mayor mortandad se registró con el tratamiento T_4, el cual contiene la dosis de 0 ml de Root-Hor y la sección ramas de la caña, con 100 % de mortandad en *Guadua angustifolia* Kunth.

- Se registró el mayor porcentaje de enraizamiento con el tratamiento T_5, el cual contiene la dosis de 5 ml de Root-Hor y la sección basal de la caña, con el que se obtuvo el 100% de enraizamiento en cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth.

- Se obtuvo mayor longitud radicular con el tratamiento T_5, el cual contiene la dosis de 5 ml de Root-Hor y la sección basal de la caña, registrando 86.34 cm en cañas propagadas de *Guadua angustifolia* Kunth.

VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar la parte basal con una concentración de 5ml/L, debido a que obtuvieron mejor resultado en la presente investigación.
- Aplicar riego controlado en épocas de poca precipitación, para poder controlar la humedad en su primera etapa.
- Elaborar y aplicar un plan de abonamiento en la propagación vegetativa de bambú, para asegurar la brotación y supervivencia de los hijuelos.

EFFECT OF ROOT-HOR HORMONE ON THE ROOTING OF BAMBOO (*Guadua angustifolia* KUNTH) IN VIVERO CONDITIONS

VIII. ABSTRACT

For the production of seedlings of *Guadua angustifolia* Kunth for the purpose of reforestation and restoration of degraded ecosystems, rapid production of this species is necessary, so this research was carried out, in order to determine the effect of root-Hor and cane sections in rooting in nursery conditions. Bamboo culms were extracted from CIPTALD-Tulumayo, and planted in the nursery of the Academic Unit of Integral Production Systems - Tulumayo. The completely randomized design with factorial arrangement (3Ax4B) was used, with the following factors: Root-Hor dose (0.0 ml, 5.0 ml and 7.5 ml) and cane section (base, medium, apex and branches), these were applied the ANVA and test Tukey (α: 0,05) to find statistical differences. No statistical differences were found in the interaction of factors for the variable number of outbreaks, survival and mortality of propagated reeds, however, greater value was recorded in the dose of 7.5 ml of Root-Hor (1,051 outbreaks and 83.33%) and in the basal section (2,158 outbreaks and 66.67%); greater mortality was recorded in rods to which Root-hor was not applied (100%) and in the branches section (66.67%). Likewise, statistical difference was found in the interaction of factors, where a greater percentage of rooting and root length was recorded with the interaction of: 5.00

ml of root-level and basal level, obtaining 100% rooting and 85.30 cm of root length.

Keywords: *Guadua angustifolia* Kunth, Root-Hor, cane section.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÑAZCO, M. 2013. Estudio de Vulnerabilidad del Bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte Perú. Unión Europea – Red Internacional del Bambú y Ratán. Quito, Ecuador. 135 p.

ARANCIBIA, A. 2017. Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la selva Nor Oriental. Tesis Titulo Ingeniero Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 125 p.

ARAUJO, D. 2015. Propagación Vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne y *Guadua angustifolia* Kunth Establecidas en campo definitivo, Tulumayo - Tingo María. Tesis Ing. En Recursos Naturales Renovables, mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 93 p.

BAÑON, S; MARTÍNEZ, J. J; FERNÁNDEZ, J. A; BALANZATEGUI, L. MELGARES, J. 2002. Influencia de la topófisis en el esquejado de *Coriara myrtifolia*. 1 Jornada Ibéricas de Plantas Ornamentales. Sevilla, España.

BOUTHERIN, D., BRON, G. 2004. Reproducción de plantas hortícolas. Guía del naturalista-horticultura. Zaragoza, España. Ediciones Omega 2d ed. 248 p.

BRUGMAN A., 2016. Enraizamiento de brotes de rizomas de bambú *Guadua angustifolia* kunth, en fase de vivero Tingo Maria-Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, pág. 42

Castano, F., & Moreno, R. D. (2004). Guadua para todos: cultivo y aprovechamiento. Bogotá –Colombia, pág. 5

CHACHAN R., 2017. Identificación y propagación de *guadua sp.* con fitorreguladores, Pichanaki. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo. 43.

COMERCIAL ANDINO INDUSTRIAL S.A.C., 2006 Ficha técnica del Root-Hor. 1 p. ([En línea]: www.grupoandina.com.pe, fecha 23 de abril. 2018).

CUCULIZA, P. 1956. Propagación de plantas; P. L. Villanueva s.a; Lima, Perú. 289 p.

DIAZ, E. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. y Gmelina arbórea L. Tesis Magister Scientiae. CATIE. Costa Rica. 111 p.

FRANCIS, J. K. 1993. *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Common bamboo. SO-ITF-SM- 65. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.[

GALLARDO, J., FREIRE, M., LEÓN, J., GARCÍA, Y., PÉREZ, S., GONZÁLEZ, M. 2008. Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de

Guadua angustifolia Kunth empleadas en la propagación. Cultivos tropicales. 29 (1): 17- 22 p.

GAMBOA G., 2016 Capítulo 13: Hormonas vegetales, p: 271-283 en: Botánica general: Introducción al estudio de las plantas. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Laboratorio de Biología Tropical.

GÁRATE, M. 2010. Técnicas de propagación por estacas. Monografía Ingeniero Agrónomo. Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 189 p.

GARCÍA- RAMÍREZ Y, FREIRE-SEIJO M, HURTADO O. 2011. Propagación in vitro de bambúes. En: Biotecnología Vegetal. Universidad Central 'Marta Abreu' de Las Villas – Cuba. Vol. 11, No. 3: 131 – 142 p.

HARTMANN, H; KESTER, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760p.

HASAN, S.M.; SKOUPY, J.; VACLAV, E. 1976. Recent trends in bamboo growing and use in Bangladesh. Silvaecultura Tropica et Subtropica. 5: 59-69 p.

HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano Ciencias Agrícolas, San José. 216 p. [En línea]: RBT, (http:l/rbt.biologia.ucr.ac.cr/revistas/44-2/diste.htm, 30 marzo, 2019).

INSTITUTO TÉCNICO DE CAPACITACIÓN. (1990.) (a) Tecnología del cultivo de bambú. Departamento Agrícola, Misión de la República de China (Taiwán). ICTA. Guatemala, Guatemala. 35 p.

LAMBERS, G. 1998. Sustancias reguladoras de crecimiento. Barcelos.

LARRAGA, N., GUTIERREZ, N., LÓPEZ, H., PEDRAZA, M., VARGAS, J., SANTOS, G., SANTOS, U. 2011. Propagacion vegetativa de tres especies de Bambú. Ra Ximhai. Universidad Autónoma Indígena de México. Sinaloa, México. 15 p.

LEAKEY, R. R. B. 1985. The capacity for vegetative propagation in trees. En: Cannell, M.G.R. Jackson, J.E. (eds.) Attributes of trees as crop plants. Abbots Ripton, Institute of Terrestrial Ecology, 110-113.

LIN, S. 2007. (b) Construcción de casas con bambú. Misión de la República de China (Taiwán). ICTA. Guatemala. Guatemala 50p.

LONDOÑO, X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. Universidad Nacional de Colombia, Santa fe de Bogotá. [En línea]: MADERINSA, (http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html, documentos, 19. Ago. 2008).

MANUAL TÉCNICO DEL BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) PARA PRODUCTORES, (2017), Universidad de Sassari – Fundación AVSI.

MÁRQUEZ, L., Douglas, Ch. 2011. Propagación y crecimiento de *Guadua amplexifolia* Presl., *G. angustifolia* kunth y *Elytrostachys typica* McClure, en tres tipos de sustratos. Bioagro, vol. 23, núm. 3, Universidad Centro occidental Lisandro Alvarado - Venezuela. 191-198 p.

MARTÍNEZ, G; BUDUBA, C; BOYERAS, F; ABEDINI W; BELTRANO J. 1994. Análisis de la ciclófisis y la topófisis en *Populus deltoides* Bartr, desde la formación del estaquero hasta la producción comercial. Invest. Agrar; Sist Recur. For. Vol. 3(2).

MARTIN, B., QUILLET, G. 1974 Bouturage des arbres forestiers au Congo. Résultats des essais effectués á Pointe Noire de 1969 á 1973. Bois et forêts des tropiques, No 154: 41–57; No 155: 15–33; No 156: 39–61; No 157: 21–40.

MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales:uso de propagadores de sub-irrigación. Manual técnico N° 30. CATIE, Proyecto PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.

MERCEDES JOSÉ R. 2006. Guía técnica cultivo del bambú. Santo Domingo, República Dominicana. CDAF. 38p. [En línea]: (www.*cedaf*.org.do/CENTRODOC/EBOOK/BAMBU.PDF, 5 de abril del 2018)

MINAG. 2010. Bambú: Biología, cultivo, manejo y usos en el Perú. Ministerio de agricultura - Dirección General de Competitividad Agraria. Lima, Perú. 64 p.

MINAG, 2008. Plan nacional de promoción del bambú. Lima- Perú. 6 p.

NOBOA L., 2014. Evaluación de varios tipos de sustrato en la reproducción de plántulas de caña de guadua (*Guadua angustifolia*) en la zona de

Babahoyo, Provincia de los Ríos. Universidad técnica de Babahoyo. Ecuador. 10p.

NÚÑEZ, R., PEDRO A. Y QUEZADA Q., VÍCTOR M, 1991: Diagnóstico Físico-Social de los Principales Cursos de Agua de la Provincia de Monseñor Nouel y Comportamiento Inicial de Cuatro Especies de Bambú, para el Desarrollo de un Proyecto de Protección de Márgenes de los Ríos. Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista Dominicana, Bonao, República Dominicana. 16p.

PÉREZ G., 2014. Caracterización genética de relictos de *Guadua angustifolia* un ecosistema estratégico de la eco región valle del cauce mediante stris. Tesis doctoral. Sevilla. 15p.

PERUBAMBU Asociación Peruana de Bambú., 2012 métodos de propagación del Bambú (*Guadua angustifolia*). Promoción de la rehabilitación, manejo y Usos Sostenibles de los Bosques Tropicales de bambú en la Región Noroccidental del Perú. 23p.

QUISPE, D. 2009. Propagación de tres especies de bambú a través de esquejes con diferentes dosis de humus de lombriz, en la zona de Tingo María. Tesis Ingeniero Recursos Naturales Renovables, mención Forestales. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 93 p.

MAS M., 2010. Siembra de tres especies de bambú a través de secciones de culmo en un área deforestada del Bosque Nacional Agraria de la Selva. UNAS. Tingo María, Perú, UNAS. 30 p.

SÁNCHEZ A., 2017. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú) en el vivero bambuset del cantón archidona, provincia de Napo. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador. 38 p.

SENAMHI, 2019. Dirección de Redes de Observación y Datos. Estación Tulumayo, tipo convencional meteorología.

SOTO W., 2009. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schults) Backer y *Guadua angustifolia* Kunth a través de esquejes del culmo aplicando dosis de ácido idol-3-butirico y ácido naftalcetico. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 47 p.

TRILLO, Y. 2014. Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. Wendl. var. vittata. Riviere & C. Riviere, *Guadua angustifolia* Kunth y *Guadua aff. angustifolia* Kunth en el fundo Bio Selva – Satipo. Satipo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 77 p.

VALDEZ D. 2013. Manual para el Cultivo de Bambú experiencia Guatemala. Guatemala. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola. 30 p

VELA, G.L. 1982. Los bambúes. Boletín Técnico No. 50. Instituto nacional de investigaciones forestales. Secretaría de agricultura y recursos hidráulicos. México, D.F. 2ª. Edición. 38 p.

VITE A. Comunicación personal, 23 de febrero 2018.

VIVEKANANDAN, R. 1998. Bamboo and Rattan Genetic Resources in Certain Asian**.** Sinopsis. [En línea]: INBAR (http://www.inbar.int/publication/pubdetail.asp?publicid=40,documento 11 Junio. 2019).

X. ANEXO

Anexo A. Datos registrados durante la investigación.

Cuadro 23. Supervivencia, mortandad y número de brotes.

Trat	Root-hor	Sección de caña	Supervivencia/Mortandad						N° B	% S	% M
			1 E.	2 E.	3 E.	4 E.	5 E.	6 E.			
T_1	0 ml	base	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_1	0 ml	base	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_1	0 ml	base	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_2	0 ml	medio	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_2	0 ml	medio	vivo	murió	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_2	0 ml	medio	vivo	murió	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_3	0 ml	ápice	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_3	0 ml	ápice	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_3	0 ml	ápice	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_4	0 ml	ramas	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_4	0 ml	ramas	vivo	murió	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_4	0 ml	ramas	vivo	murió	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_5	5 ml	base	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	12	100	0
T_5	5 ml	base	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	1	100	0
T_5	5 ml	base	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	4	100	0
T_6	5 ml	medio	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	1	100	0
T_6	5 ml	medio	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_6	5 ml	medio	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_7	5 ml	ápice	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_7	5 ml	ápice	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_7	5 ml	ápice	vivo	vivo	murió	murió	murió	murió	0	0	100

Continua Cuadro 23…

T_8	5 ml	ramas	murió	murió	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_8	5 ml	ramas	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_8	5 ml	ramas	vivo	murió	murió	murió	murió	murió	0	0	100
T_9	7.5 ml	base	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	8	100	0
T_9	7.5 ml	base	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	2	100	0
T_9	7.5 ml	base	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_{10}	7.5 ml	medio	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	5	100	0
T_{10}	7.5 ml	medio	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	3	100	0
T_{10}	7.5 ml	medio	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	murió	0	0	100
T_{11}	7.5 ml	ápice	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_{11}	7.5 ml	ápice	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_{11}	7.5 ml	ápice	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_{12}	7.5 ml	ramas	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_{12}	7.5 ml	ramas	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	vivo	0	100	0
T_{12}	7.5 ml	ramas	vivo	murió	murió	murió	murió	murió	0	0	100

E: Evaluación; N° B: Numero de brotes; %S: Porcentaje de supervivencia; %M: Porcentaje de Mortandad.

Cuadro 24. Porcentaje de enraizamiento y longitud radicular de brotes.

Trat.	Root-hor	Sección de caña	Rep.	Brote n°	L.R.	L.R. (Promedio)	% E
T_1	0 ml	base	1	muerto	-	0	0.00
T_1	0 ml	base	2	muerto	-	0	0.00
T_1	0 ml	base	3	muerto	-	0	0.00
T_2	0 ml	medio	1	muerto	-	0	0.00

Continua Cuadro 24…

T_2	0 ml	medio	2	muerto	-	0	0.00
T_2	0 ml	medio	3	muerto	-	0	0.00
T_3	0 ml	ápice	1	muerto	-	0	0.00
T_3	0 ml	ápice	2	muerto	-	0	0.00
T_3	0 ml	ápice	3	muerto	-	0	0.00
T_4	0 ml	ramas	1	muerto	-	0	0.00
T_4	0 ml	ramas	2	muerto	-	0	0.00
T_4	0 ml	ramas	3	muerto	-	0	0.00
T_5	5 ml	base	1	1	90		
T_5	5 ml	base	1	2	100		
T_5	5 ml	base	1	3	48		
T_5	5 ml	base	1	4	102		
T_5	5 ml	base	1	5	45		
T_5	5 ml	base	1	6	67		
T_5	5 ml	base	1	7	96.5	68.92	100.00
T_5	5 ml	base	1	8	68.9		
T_5	5 ml	base	1	9	41.5		
T_5	5 ml	base	1	10	55		
T_5	5 ml	base	1	11	39		
T_5	5 ml	base	1	12	90		
T_5	5 ml	base	1	13	23		
T_5	5 ml	base	1	14	99		
T_5	5 ml	base	2	1	112	112	100.00
T_5	5 ml	base	3	1	68		

Continua Cuadro 24…

T_5	5 ml	base	3	2	39		
T_5	5 ml	base	3	3	105	78.1	100.00
T_5	5 ml	base	3	4	100.4		
T_6	5 ml	medio	1	1	-	0	0.00
T_6	5 ml	medio	2	0	-	0	0.00
T_6	5 ml	medio	3	0	-	0	0.00
T_7	5 ml	ápice	1	0	-	0	0.00
T_7	5 ml	ápice	2	0	-	0	0.00
T_7	5 ml	ápice	3	muerto	-	0	0.00
T_8	5 ml	ramas	1	muerto	-	0	0.00
T_8	5 ml	ramas	2	0	-	0	0.00
T_8	5 ml	ramas	3	muerto	-	0	0.00
T_9	7.5 ml	base	1	1	0		
T_9	7.5 ml	base	1	2	0		
T_9	7.5 ml	base	1	3	0		
T_9	7.5 ml	base	1	4	0	0	0
T_9	7.5 ml	base	1	5	0		
T_9	7.5 ml	base	1	6	0		
T_9	7.5 ml	base	1	7	0		
T_9	7.5 ml	base	1	8	0		
T_9	7.5 ml	base	2	1	0	12	50.00
T_9	7.5 ml	base	2	2	12		
T_9	7.5 ml	base	3	0	0	0	0.00

Continua Cuadro 24…

T_{10}	7.5 ml	medio	1	1	0		
T_{10}	7.5 ml	medio	1	2	0		
T_{10}	7.5 ml	medio	1	3	0	0	0.00
T_{10}	7.5 ml	medio	1	4	0		
T_{10}	7.5 ml	medio	1	5	0		
T_{10}	7.5 ml	medio	2	1	0		
T_{10}	7.5 ml	medio	2	2	54	54	33.33
T_{10}	7.5 ml	medio	2	3	0		
T_{10}	7.5 ml	medio	3	muerto	-	0	0.00
T_{11}	7.5 ml	ápice	1	0	-	0	0.00
T_{11}	7.5 ml	ápice	2	0	-	0	0.00
T_{11}	7.5 ml	ápice	3	0	-	0	0.00
T_{12}	7.5 ml	ramas	1	0	-	0	0.00
T_{12}	7.5 ml	ramas	2	0	-	0	0.00
T_{12}	7.5 ml	ramas	3	muerto	-	0	0.00

L.R.: Longitud radicular; %E: Porcentaje de enraizamiento.

ANEXO B. Constancia de identificación de *Guadua angustifolia* Kunth

JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que la muestra botánica, enviada por la Bachiller **Yara Morelia Flores Lozano**, al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA), para su identificación botánica, corresponden a los nombres científicos siguientes:

Código asignado en el papel periódico	Nombre científico de la muestra consignada al código en referencia	Familia
MB-001-GM/UNAS	*Guadua angustifolia* Kunth	Poaceae

De acuerdo a la información entregada la muestra corresponde al Proyecto de Tesis titulado: "EFECTO DE LA HORMONA ROOT-HOR EN EL ENRAIZAMIENTO DEL BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) -CONDICIONES DE VIVERO".

Se expide la presente para los fines que considere conveniente.

Oxapampa, 28 Marzo del 2019

HERBARIO SELVA CENTRAL
DIRECTOR
- HOXA -
OXAPAMPA

Ing. Rodolfo Vásquez Martínez

Prolongación Bolognesi Mz. E-6, Oxapampa, Pasco-PERU. Telf. 51 (63) 462467
E-mail jbmperu@yahoo.com URL http://www.jbmperu.org

ANEXO C. Panel fotográfico

Figura 7. Obtención de las cañas de bambú.

Figura 8. Preparación del sustrato

Figura 9. Homogenización de la mezcla.

Figura 10. Riego del sustrato.

Figura 11. sembrado de las cañas.

Figura 12. Perforación de las cañas.

Figura 13. Aplicación del enraizador.

Figura 14. Aparición de los primeros brotes.

Figura 15. Aparición de la primera raíz.

Figura 16. Vivero donde estuvo instalada la presente investigación.