



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (BAMBÚ), EN EL VIVERO BAMBUNET DEL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO.

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL

SÁNCHEZ MARTÍNEZ ANDREÍNA MABEL

RIOBAMBA- ECUADOR

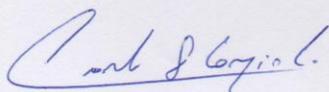
2017

HOJA DE CERTIFICACIÓN

El tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación titulado: **PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (BAMBÚ), EN EL VIVERO BAMBUNET DEL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO.** De responsabilidad de la señorita Andreína Mabel Sánchez Martínez ha sido realizada las correcciones sugeridas del trabajo de titulación, por lo cual se encuentra apta para sustentar su investigación.

TRIBUNAL

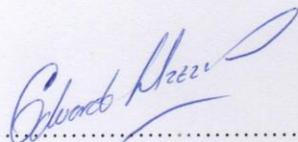
FECHA DE PRESENTACIÓN



03 - 08 - 2017

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba

DIRECTOR



03-08-2017

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda

ASESOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Andreina Mabel Sánchez Martínez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 03 de Agosto del 2017



Andreina Mabel Sánchez Martínez

150107083-1

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual de la autora y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme lograr esta gran meta en mi vida.

A mis padres Julio Sánchez y Anita Martínez; por su amor, paciencia, sacrificios todos estos años, por el apoyo incondicional y sobre todo gracias por educarme con buenos valores y principios, siendo un gran ejemplo en mi vida.

A mi hermosa ahijada Lorena López, quien ha llenado de alegría mi vida con cada ocurrencia y travesura.

Por el amor tan grande que siento por mis mascotas, Kika y Koky mis hijos de cuatro patas.

Este trabajo va dedicado a todos los que de alguna manera me han apoyado, los quiero y adoro muchísimo.

Agradecimiento

A mi madre por estar cuando más la necesitaba, en mis alegrías y tristezas. Por escucharme y aconsejarme, por preocuparse todos los días.

A mi padre por darme la herencia más valiosa: Educación.

A todos mis profesores de la Facultad de Recursos Naturales, quienes contribuyeron en mi formación académica, especialmente al Ing. Eduardo Cevallos, un excelente profesional, de buenos valores y principios, quien siempre me ha brindado palabras de aliento y superación, y sé que desde el cielo lo sigue haciendo.

Al Ing. Carlos Carpio y al Ing. Eduardo Salazar, por sus conocimientos, apoyo, tiempo brindado y sobre todo por la paciencia en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Al Ing. Fausto Quelal por permitirme realizar mi proyecto de titulación en su vivero, por sus conocimientos y su apoyo durante la fase de campo.

A la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH, por haberme acogido durante mi época de formación académica y brindado la oportunidad de formarme profesionalmente en tan prestigiosa institución.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Pág
LISTA DE TABLAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS.....	iv
I. TÍTULO.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
A. JUSTIFICACIÓN.....	2
B. OBJETIVOS.....	3
1. Objetivo General.....	3
2. Objetivos Específicos.....	3
C. HIPÓTESIS.....	3
1. Hipótesis nula.....	3
2. Hipótesis alternativa.....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
A. PROPAGACIÓN.....	4
1. Propagación asexual.....	4
B. DESCRIPCIÓN DE LAS TRES ESPECIES DE BAMBÚ.....	5
1. <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	5
a. Taxonomía.....	5
b. Descripción botánica.....	6
c. Distribución geográfica.....	6
2. <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex J.C. Wendland.....	7
a. Taxonomía.....	7
b. Descripción botánica.....	8
c. Distribución geográfica.....	8
3. <i>Dendrocalamus asper</i> Schultes & J.H. Schultes.....	9
a. Taxonomía.....	9
b. Descripción botánica.....	10
c. Distribución geográfica.....	10
4. Suelos aptos para las especies de bambú.....	11

5. Requerimientos nutricionales y fertilización.....	11
C. BAMBÚ EN ECUADOR.....	13
D. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN.....	14
1. Propagación sexual.....	14
2. Propagación asexual.....	14
a. Diferentes métodos de propagación asexual.....	15
E. CARACTERÍSTICAS DE LOS ENRAIZADORES.....	16
1. Sustancias reguladoras de crecimiento.....	16
a. Auxinas.....	16
F. PRODUCTOS ENRAIZADORES.....	17
1. Hormonagro N° 1.....	17
a. Composición.....	17
b. Modo de uso.....	17
2. Ascokill.....	18
a. Composición.....	18
b. Modo de empleo.....	19
G. SUSTRATOS PARA ENRAIZAMIENTO.....	19
1. Tierra negra.....	19
H. CRECIMIENTO POTENCIAL DE RAÍCES (CPR).....	20
I. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UN VIVERO.....	20
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	21
1. Localización.....	21
2. Ubicación geográfica.....	22
3. Características climáticas.....	22
4. Clasificación ecológica.....	22
B. MATERIALES.....	23
C. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
1. Especificaciones del campo experimental.....	24
2. Especificaciones del área del vivero.....	24
3. Diseño experimental.....	24

4. Factores en estudio.....	25
5. Esquema del análisis de varianza.....	26
6. Análisis funcional.....	27
D. METODOLOGÍA.....	28
1. Delimitación del área de estudio.....	28
2. Instalación del ensayo y diseño del campo experimental.....	28
3. Sustrato.....	29
4. Enfundado.....	29
5. Selección de sitios para recolección del material vegetativo.....	29
6. Selección de plantas madre para la recolección de segmentos de ramas.....	30
7. Recolección del material vegetativo.....	30
8. Preparación y aplicación de enraizadores.....	31
9. Colocación de segmentos de ramas en fundas.....	31
10. Labores culturales.....	31
11. Variables a considerar.....	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
A. Capacidad de enraizamiento de las dos fitohormonas en las tres especies de bambú durante la fase de vivero.....	34
B. Variables en estudio en las tres especies de bambú y el efecto de las hormonas durante la fase de vivero.....	35
1. Supervivencia.....	35
2. Número de brotes.....	38
3. Número de raíces.....	41
4. Longitud de raíces.....	46
5. Análisis de sustrato.....	48
C. Costos de producción.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	55
VIII. RESÚMEN.....	56
IX. SUMMARY.....	57

X. BIBLIOGRAFÍA..... 58

XI. ANEXOS..... 67

LISTA DE TABLAS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
Tabla N°1	Clasificación botánica de <i>Guadua angustifolia</i>	5
Tabla N°2	Clasificación botánica de <i>Bambusa vulgaris</i>	7
Tabla N°3	Clasificación botánica de <i>Dendrocalamus asper</i>	9
Tabla N°4	Composición nutricional de Ascokill	18
Tabla N°5	Especificaciones del campo experimental	24
Tabla N°6	Especificaciones del área del vivero	24
Tabla N°7	Enraizadores en estudio	25
Tabla N°8	Especies de bambú	25
Tabla N°9	Tratamientos en estudio	26
Tabla N°10	Esquema del análisis de varianza (ADEVA)	26
Tabla N°11	Sitios para la selección del material vegetativo	29
Tabla N°12	Descripción de las actividades y su costo unitario empleado para producir 450 plántulas de tres especies de bambú, frente a los costos del vivero Bambunet	50
Tabla N°13	Descripción de las actividades y su costo unitario empleado para cada tratamiento hormonal de las 450 plántulas de las tres especies de bambú	51

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
Figura N°1	<i>Guadua angustifolia</i>	5
Figura N°2	<i>Bambusa vulgaris</i>	7
Figura N°3	<i>Dendrocalamus asper</i>	9
Figura N°4	Mapa de ubicación del área de investigación.	21
Figura N°5	Supervivencia de <i>Dendrocalamus asper</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Guadua angustifolia</i> , durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).	35
Figura N°6	Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido indolbutírico) y Testigo, en la supervivencia de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).	36
Figura N°7	Número de brotes de <i>Dendrocalamus asper</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Guadua angustifolia</i> , durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)	39
Figura N°8	Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido indolbutírico) y Testigo, en el número de brotes de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.	39
Figura N°9	Número de raíces de <i>Dendrocalamus asper</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Guadua angustifolia</i> , durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.	42
	Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido	42

- Figura N°10** indolbutírico) y Testigo, en el número de raíces de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.
- Figura N°11** Biomasa vegetal subterránea de *Dendrocalamus asper* durante la fase de vivero, sometida a 70°C por 48 horas en la estufa. 43
- Figura N°12** Biomasa vegetal subterránea de *Bambusa vulgaris* durante la fase de vivero, sometida a 70°C por 48 horas en la estufa. 44
- Figura N°13** Longitud de raíces de *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia*, durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). 46
- Figura N°14** Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido indolbutírico) y Testigo, en la longitud de raíces de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. 47

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
Anexo 1	Delimitación del área de estudio.	67
Anexo 2	Limpieza del área de instalación del vivero (área de investigación).	67
Anexo 3	Inicio de la construcción del vivero.	67
Anexo 4	Instalación del sarán y malla anti pájaros.	68
Anexo 5	Distribución aleatoria del Diseño completo al azar (DCA), a través del programa R.	68
Anexo 6	Enfundado del sustrato (tierra negra) y aplicación de aserrín en los caminos del área del vivero.	69
Anexo 7	Recolección del material vegetativo de las tres especies de bambú.	69
Anexo 8	Identificación de los tratamientos y repeticiones de acuerdo al diseño experimental y preparación y aplicación de producto enraizante.	70
Anexo 9	Siembra de los segmentos de ramas una vez aplicado el enraizante en cada una de las unidades experimentales.	70
Anexo 10	Deshierbe de cada planta de las unidades experimentales y toma de datos del número de brotes.	71
Anexo 11	Toma de datos del número de raíces de diez plantas por cada especie, utilizando el método de VULCRES.	71
Anexo 12	Toma de datos de la longitud de la raíz de diez plantas de cada especie con ayuda del pie de rey digital.	72
Anexo 13	Secado de raíces de las tres especies en estudio para determinar la biomasa subterránea (parte del método de VULCRES).	72
Anexo 14	Aplicación del fertilizante complejo foliar Marchfol 25N-16P-12K.	73
Anexo 15	Precipitación desde el mes de febrero hasta inicios del mes de mayo del sitio de investigación.	73
Anexo 16	Análisis de Varianza para Supervivencia de <i>Guadua angustifolia</i> ,	74

	<i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Dendrocalamus asper</i> con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.	
Anexo 17	Prueba de Tukey al 5% para supervivencia de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Dendrocalamus asper</i> durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.	74
Anexo 18	Prueba de Tukey al 5% para supervivencia en el efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo, en las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.	75
Anexo 19	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el número de brotes (Promedio).	75
Anexo 20	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el número de brotes (Ln).	75
Anexo 21	Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en el número de brotes.	76
Anexo 22	Prueba de Kruskal Wallis para <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Dendrocalamus asper</i> durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.	76
Anexo 23	Prueba de Kruskal Wallis para en el efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo, en las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.	77
Anexo 24	Análisis de Varianza para el número de raíces de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Dendrocalamus asper</i> con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.	77
Anexo 25	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el número de raíces.	78
Anexo 26	Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en el número de raíces.	78
Anexo 27	Análisis de Varianza para la biomasa vegetal subterránea de <i>Dendrocalamus asper</i> con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.	78
Anexo 28	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para biomasa vegetal subterránea.	79
Anexo 29	Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en la biomasa vegetal subterránea de <i>Dendrocalamus asper</i> .	79

Anexo 30	Análisis de Varianza para la biomasa vegetal subterránea de <i>Bambusa vulgaris</i> con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.	79
Anexo 31	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para biomasa vegetal subterránea de <i>Bambusa vulgaris</i> .	80
Anexo 32	Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en la biomasa vegetal subterránea de <i>Bambusa vulgaris</i> .	80
Anexo 33	Análisis de Varianza para la longitud de raíces de <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Dendrocalamus asper</i> con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.	80
Anexo 34	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para longitud de raíces.	81
Anexo 35	Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en la longitud de raíces.	81
Anexo 36	Prueba de Tukey al 5% para <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Bambusa vulgaris</i> y <i>Dendrocalamus asper</i> durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.	81
Anexo 37	Proceso de análisis de sustrato: secado, molido y tamizado del sustrato para determinar la materia orgánica, pH y elementos totales (N, P, K, Ca, Mg).	82
Anexo 38	Resultados del análisis del sustrato utilizado para la propagación de plantas de bambú.	83

I. PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (BAMBÚ), EN EL VIVERO BAMBUNET DEL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO.

II. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, no se le ha dado la importancia necesaria al bambú para las economías locales, aunque en diferentes países como Colombia, Ecuador y Brasil si representa cierto grado de importancia, principalmente para el sector de viviendas (Ximena Londoño, 1998).

En las regiones principalmente de la costa y oriente del Ecuador utilizan mucho la caña guadua, especialmente las personas de bajos recursos, cuyo principal uso es en viviendas y artesanías, por lo que la ven como símbolo de pobreza, tal es así, que a nivel mundial se considera que en Ecuador, más del 50% de la población vive en casas de caña (CORPEI, 2003).

En Ecuador, debido a los diferentes beneficios ecológicos y económicos que ofrece el bambú, se está empezando a dar énfasis en la reforestación y aprovechamiento, especialmente de *Guadua angustifolia*, y también las especies exóticas (*Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper*), para satisfacer futuras industrias comerciales (Añazco, 2013).

El bambú no solo es de uso artesanal y viviendas, sino también es importante para la industria bananera, en donde cada planta necesita de puntales o cujes de guadua para sostener el peso del racimo, además las plantaciones de flores la utilizan para construir cortinas rompevientos y estructuras de invernaderos, reduciendo el impacto ecológico de dichas actividades (Cobo, 2008).

En nuestro país existen pocas investigaciones sobre diferentes tipos de propagación vegetativa de bambú, siendo su floración gregaria o esporádica dificultando de este modo grandes poblaciones de bambú y siendo la semilla muy difícil de obtenerla para su propagación sexual, porque estos florecen cada 50-80-100 años, por tal motivo se propone la propagación vegetativa mediante segmentos de ramas con dos tipos de enraizadores.

A. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación trata de encontrar la mejor respuesta del método de propagación por segmentos de ramas aplicado en las diferentes especies en estudio, ya que el bambú tiene muchas ventajas y beneficios amigables al ambiente y no se le ha dado la importancia necesaria debido a la escasa información en América latina, por ello es necesario tomar en cuenta como una alternativa económica, lo cual motivaría a los viveristas comunitarios de la Provincia de Napo a la producción de las diferentes especies en gran escala, ya que la principal vía de propagación es por chusquines, comúnmente utilizado en la costa ecuatoriana, aunque como señala Gallardo *et al* (2008) que “la vía de propagación por chusquines presenta limitaciones como la poca disponibilidad de material vegetal (...)”. A través del método de propagación por segmentos de ramas se esperaría una mayor cantidad de material vegetativo disponible, y con la ayuda de las hormonas se esperaría una mayor producción bajo vivero.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Propagar en forma vegetativa *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo.

2. Objetivos Específicos

- Evaluar la capacidad de enraizamiento con dos tipos de fitohormonas: Ácido indolbutírico y Ácido naftalacético.
- Determinar el porcentaje de supervivencia, número de brotes y raíces de las tres especies de bambú.
- Determinar los costos de propagación bajo vivero por el método de segmentos de ramas.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula

La aplicación de una de las hormonas evaluadas para el enraizamiento de segmentos de ramas de bambú no permite una alta supervivencia, buen desarrollo de sistema radicular y número de brotes.

2. Hipótesis alternativa

La aplicación de una de las hormonas evaluadas para el enraizamiento de segmentos de ramas de bambú permite una alta supervivencia, buen desarrollo de sistema radicular y número de brotes.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. PROPAGACIÓN

Ciertas partes vivas de la planta en determinadas condiciones, son capaces de formar nuevos individuos con las mismas características de la planta madre, desarrollándose por sí solos y generando una nueva vida, se dice que la planta se multiplica cuando sin conexión de la célula sexual ni formación de una nueva semilla, es posible que ciertas partes de la planta sigan viviendo con el manejo adecuado (Soroa, 1969, p. 14).

1. Propagación asexual

Vivanco Vinueza (2010), indica que:

“Se trata de un proceso que implica la separación y el enraizamiento de una parte de la planta. De esta manera, las células, tejidos u órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos. Las zonas de abscisión tienen que ser precisas. En virtud de su capacidad para formar yemas y raíces adventicias, casi cualquiera de los órganos de la planta tiene relación con su propagación vegetativa al sufrir modificaciones que le permiten desarrollarse en un órgano vegetal completo e independiente, con las mismas características genéticas de la planta progenitora”. (p. 11)

B. DESCRIPCIÓN DE LAS TRES ESPECIES DE BAMBÚ

1. Guadua angustifolia Kunth



Figura N°1: *Guadua angustifolia*

a. Taxonomía

Castano & Moreno (2004), indican la clasificación botánica de la guadua:

Tabla N° 1: Clasificación botánica de *Guadua angustifolia*

Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Sub-división	Angiosperma
Clase	Monocotiledónea
Orden	Poales
Familia	Poacea o Gramíneas
Subfamilia	Bambusoideae
Género	<i>Guadua</i>
Especie	<i>Angustifolia</i>

b. Descripción botánica

La guadua es una planta que pertenece a la familia Poaceae y a la Tribu Bambuseae, En 1820 el botánico Kunth constituyó este género incluyendo la palabra guadua con el que los indígenas de Ecuador y Colombia se referían a este Bambú (Cobos Fischer & León Rodríguez, 2007).

Según estudios botánicos realizados por McClure (1966), señala que la *Guadua angustifolia* Kunth presenta varias características vegetativas:

“Posee un rizoma paquimorfo, muy grueso, de cuello algo alargado; cespitoso. Tallos comúnmente de 60 pies (18m) de altura, algunas veces llegan hasta los 100 pies (30 m). Diámetros entre 4 y 6 pulgadas (10 y 15 cm), y rara vez de 8 pulg. (20 cm); erectos, ampliamente arqueados en la parte superior. Entrenudos huecos, con una acanaladura sobre el punto de unión de las ramas. Entrenudos inferiores muy cortos. El espesor de la pared tiene hasta 1 pulgada en la base del tallo. La cubierta del tallo es caediza en la parte superior del mismo, pero más o menos persistente en los nudos inferiores; densamente tomentosos en las ramas tallo rizoma entrenudo nudo de la parte posterior, especialmente hacia la base, con pequeños y persistentes filamentos de color café, esparcidos con otros filamentos más largos, rígidos, vastos, puntiagudos, fácilmente desprendibles. Hoja triangular que envuelve al tallo, ancha en la base como el propio ápice de la hoja, persistente y adosada al tallo. Las ramas (en los tallos largos no aparecen en la mitad inferior o en las dos terceras partes de la altura, excepto en los 6 o 10 nudos basales), son solitarias, muy espinosas en los nudos. Las hojas, son muy variables en tamaño y forma desde su desarrollo; lisas y casi lisas en la parte superior, algunas veces lisa en ambas superficies (superior e inferior), con filamentos blancos”.

c. Distribución geográfica

En el mundo existen alrededor de 1500 especies de bambú entre leños y herbáceos que se distribuyen en Asia 63%, en América 32%, en Oceanía y África 5%. La forma de llamarlas a las especies de *Guadua angustifolia* es diferente en toda América, en Ecuador se la llama caña, en

Perú marona o taca, en Bolivia tacuaremba, en Argentina tacuara, en Brasil taboca, en Paraguay Tacuaracu en Venezuela Guafa y en Colombia Guadura (Cobos Fischer & León Rodríguez, 2007).

La guadua se desarrolla a una altitud que va desde el nivel del mar hasta los 1100 m.s.n.m. y la mayor producción está en zonas con precipitaciones entre 1800 y 2200 mm de lluvia (Cobos Fischer & León Rodríguez, 2007).

2. *Bambusa vulgaris* Schrader ex J.C. Wendland



Figura N°2: *Bambusa vulgaris*

a. Taxonomía

Según el sistema de clasificación sugerido por Watson, G A y Wyatt-Smith (1961);Chin (1977), la taxonomía del género es la siguiente:

Tabla N° 2: Clasificación botánica de *Bambusa vulgaris*

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida (Monoc.)
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Bambusoideae
Género	<i>Bambusa</i>

Especie	<i>vulgaris</i>
----------------	-----------------

b. Descripción botánica

Satya, Bal, Singhal, & Naik (2010), señala que:

“El bambú se clasifica dentro de la familia de las Poaceae, subfamilia Bambusoideae es una especie perenne, de crecimiento continuo, herbácea, generalmente hueca, pero muy sólida en los nudos, es por estas características que son objeto de aprovechamiento. La velocidad de crecimiento promedio es de 10 hasta 30 cm por día y algunas especies llegan a 120 cm diarios. A diferencia de los árboles maderables, el bambú necesita que se le retiren regularmente las cañas maduras y viejas para mantener un crecimiento vigoroso. Los brotes de bambú contienen alrededor de 88.8% de agua, más 3.9% de proteínas y 17 aminoácidos”.

González & Freire (2013), indica:

“Es un tipo de bambú alto, sin espinas que forma macizos que comparten rizomas simpódicos gruesos y firmes. La especie sobresale dentro del género por sus propiedades físico-mecánicas y por el tamaño de sus culmos erectos o inclinados en la mitad superior, que alcanzan de 10 hasta 20 metros de altura, con un diámetro de 5, 0 a 15 centímetros (cm), de color verde, y desnudos en la mitad inferior; nudos basales enraizados; entrenudos huecos hasta 45 cm de largo, paredes de siete 7, 0 a 15 mm de grosor. Hojas de las ramas con limbos linear lanceolados articulados a la vaina, acuminados, vainas vellosas hacia el ápice. Florecen los 80-90 años, puede presentar floración esporádica estéril durante su desarrollo. Después de completado el ciclo fenológico, las plantas muere junto a toda su línea clonal”.

c. Distribución geográfica

Este bambú es originario de Asia tropical. Se argumenta que es el bambú más ampliamente cultivado en el trópico y en el subtrópico y el más frecuente del sureste asiático; altitudinalmente

se distribuye desde el nivel del mar hasta los 1200 m (X Londoño, 2010). Son Poáceas de amplia distribución en el mundo desde el continente asiático hasta el americano. De los países americanos, Brasil tiene la mayor diversidad con 141 especies de bambúes, le sigue Colombia con 72 especies (24 endémicas). En tercer lugar aparece Venezuela con 60, luego está Ecuador con 44 (X Londoño, 2010).

3. *Dendrocalamus asper* Schultes & J.H. Schultes



Figura N°3: *Dendrocalamus asper*

a. Taxonomía

Heyne (1927), indica la taxonomía del “bambú asper”, *Dendrocalamus asper* (Schultes & J.H. Schultes).

Tabla N° 3: Clasificación botánica de *Dendrocalamus asper*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Monocotiledónea
Subclase	Magnoliidae.
Superorden	Lilianae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Dendrocalamus</i>

Especie	<i>asper</i>
----------------	--------------

b. Descripción botánica

Dendrocalamus asper tiene grandes tallos leñosos entre 20-30 m de altura y 8-20 cm de diámetro, y tiene paredes relativamente gruesas (11-20 mm) que se convierten en más delgada hacia la parte superior del tallo. Los tallos inferiores muestran las raíces aéreas (raicillas) de los nodos. Entrenudos escombreras son de 20-45 cm de largo, de color verde pálido y cubierto de pelos cortos de color marrón (Schröder, 2010).

Posee muchas ramas agrupadas con 1 rama dominante grande central; sus hojas son láminas foliares son lanceoladas y entre 15-30 cm de largo y 10-25 mm de ancho; su ciclo de floración y semillas de fijación se reporta como aproximadamente cada 60-100 años, y sus flores son de característica gregaria, aunque se ha informado también floración esporádica (Schröder, 2010).

c. Distribución geográfica

Schröder (2010), señala:

“El origen no es seguro, pero es probable que se originan en el norte de Malasia (una planta silvestre aparentemente fue encontrado cerca de Cameron Highlands). Sembrados o naturalizado de bajas elevaciones de hasta 1.500 m. *Dendrocalamus asper* se desarrolla mejor a 400-500 m de altitud en zonas con precipitación media anual de alrededor de 2400 mm. Crecen bien en diferentes tipos de suelo, incluso en suelos arenosos y más bien ácidos, pero prefiere suelos bien drenados pesados”.

4. Suelos aptos para las especies de bambú

Según Hidalgo López (1974), señalan que:

”No se conocen Bambúes que se desarrollen en suelos salinos. Las condiciones que se consideran adecuadas para el Bambú son las siguientes: texturas francas, franco - arcillosa, franco- arenoso; suelos fértiles, bien drenados y con alto contenido de Nitrógeno que es uno de los elementos de mayor consumo del Bambú, con alto contenido de materia orgánica, pH entre 5.5 y 6.5, pobres en fósforo, mediano en potasio, altos en aluminio, hierro, manganeso, bajos en contenido de calcio y magnesio, con colores amarillo, amarillo castaño y amarillo-rojizo claro. Los perfiles de suelos ideales son los que presentan textura gruesa y media, suelos ricos con materia orgánica con buenos drenajes, húmedos pero no inundables”.

La mayoría de los bambúes se encuentran en suelos derivados de cenizas volcánicas con un porcentaje bajo de saturación de bases, pobres en fósforo y medianos en potasio (Calderón N, 2012).

Es difícil encontrar, de forma natural, bambúes en suelos negros mezclados con grava, de estructura granular o blocosa, sin embargo el desarrollo es similar en ambos casos. El suelo que contiene más nitrógeno y ácido de silicón ayuda al crecimiento del bambú (Hidalgo López, 1974).

Según Takenouchi (1932), menciona que la mayor parte de los Bambúes no se desarrollan en suelos muy húmedos, ni en suelos bajos que se inundan o con nivel freático muy alto. Además que la inclinación apropiada para el cultivo y crecimiento del bambú es de 15 grados lo que facilita el cuidado y manejo del mismo.

5. Requerimientos nutricionales y fertilización

De los tres principales componentes nutricionales, el nitrógeno es más importante que el fósforo o potasio. El nitrógeno es necesario por el bambú para el crecimiento de los tallos, ramas, hojas y rizomas. El potasio es necesario para el crecimiento de la raíz. El fósforo es muy utilizado por las plantas para la producción de flores, pero esto es de poca importancia al bambú como la mayoría de flores con muy poca frecuencia (Giraldo & Sabogal, 1999)

En caso de deficiencia de N, P, K, o de elementos menores como boro, se debe proceder al abonamiento del suelo (Castaño y Moreno, 2004).

La fertilización adecuada y la formulación de la dosificación deben proceder de un análisis y de las características del suelo (Benítez, Ivanob, & Hernández Lara, 2009). Sin embargo, generalmente al momento de la siembra se fertiliza el fondo del hoyo con abonos orgánicos como gallinaza, porcínaza o humus o con químicos como 10-30-10 en dosis de 100 g y 10 g de boro (Castano & Moreno, 2004).

De acuerdo a las recomendaciones de la organización no lucrativa Ecuabambú, dedicada a la difusión del bambú en general y la guadua en particular, después de la siembra se debe aplicar urea cada tres meses, durante el primer año, en dosis de 60 g de urea por planta. Los fertilizantes se deben esparcir en la zona de planteo, en forma de corona y a una distancia de 20 o 30 cm de la planta (Benítez *et al.*, 2009).

A medida que crecen las plántulas de guadua sus requerimientos nutricionales aumentan, por lo que se deben realizar nuevas fertilizaciones cada 6 meses, durante los tres primeros años. El elemento que más extrae del suelo la guadua es el nitrógeno, por lo cual es aconsejable realizar aplicaciones de urea en dosis de 30 g de urea disueltos en 20 litros de agua, para 100 plantas, en cada periodo. También es necesario aplicar cada seis meses abono completo por mata (Castano & Moreno, 2004).

Una fórmula ensayada por la Universidad de Colombia, para guadua (*Guadua angustifolia*), en la etapa inicial de plantación con muy buenos resultados, es la aplicación de 60 gr. de urea; 100 gr. de superfosfato triple; 80 gr. de cloruro de potasio y 20 gr. de bórax, a plantas individuales (Castaño & Castaño, 1986).

Ensayos realizados en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, han dado resultados satisfactorios aplicando 44 lb /tarea de sulfato de amonio y 14 lb de superfosfato triple y cloruro de potasio en dos aplicaciones en la especie *Bambusa vulgarum* (Mercedes, 2006, p. 31).

Unas pruebas con un fertilizante completo (nitrógeno, fósforo y potasio en una relación de 12:10:6) aplicado en una fórmula de 1,4kg por macizos de uno a dos años después de la siembra, resultaron en un mayor número de cañas promedio por macizo y un mayor porcentaje de cañas de tamaño máximo seis meses después de la segunda aplicación que sin fertilizante (White, 1948).

C. BAMBÚ EN ECUADOR

El bambú al ser un recurso natural renovable que sembrado de una forma ordenada y con una tecnología simple y económica, y al desarrollarse en un tiempo corto, hace que se incrementen plantaciones forestales cuya producción y aprovechamiento se lo haga con facilidad y economizando a los productores y puedan comercializarla (Zea Dávila, 2013, p. 48).

Su composición orgánica y estructura morfológica, así como la calidad leñosa de sus tejidos, confieren al bambú capacidades que lo sitúan entre las especies forestales más útiles y de mayor rendimiento comercial, capaz de suplir a la madera arbórea eficazmente en varias aplicaciones (Zea Dávila, 2013, p. 49).

Según el estudio de INBAR (2001), señala que:

“Ecuador pese a su tamaño, posee una impresionante diversidad de bambúes leñosos. Hasta el presente se han identificado 6 géneros y 42 especies. Los bambúes leñosos ecuatorianos son en gran parte montañoso, con la mitad de las especies que se encuentran a una altitud de 2,500 a 3,500 m.s.n.m. A pesar de que la cuenca del Pacífico tiene la menor diversidad de especies de bambú, es donde esta especie tiene una importancia primordial en términos de economía y aplicaciones. Las culturas precolombinas indios y mestizos todavía lo utilizan para la construcción, cercas, herramientas, cestas, objetos de arte, combustible, forraje animal, y conservación de suelos y agua. ” (pp. 54,55)

La guadua debido a sus limitadas necesidades de agua y su sistema radicular fuerte y fibroso y dispersa, es cada vez más apreciado como medio de conservación del suelo y el agua, también un excelente protector de cuencas, protección de riberas de los ríos y la reducción de la erosión de las cuencas hidrográficas (INBAR, 2001, p. 58).

D. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

El método de propagación sexual, al ser difícil la obtención de las semillas debido a la peculiar característica de floración, hace que la propagación asexual sea la mejor opción, en el que cualquier parte de la planta que tenga yemas activas se pueda multiplicar, incluido los tejidos o células que impulsen la micro propagación (López, 2009).

1. Propagación sexual

La germinación de la semilla no tiene ningún problema si está viable, pero debido a que la floración del bambú sólo se presenta a intervalos o ciclos muy largos, no es común el empleo de semilla en su propagación. Además, en algunas especies con floraciones esporádicas se consigue apenas un 50% de germinación y en la gran mayoría de las especies, las semillas salen vanas (Mercedes, 2006).

2. Propagación asexual

La propagación asexual es la vía más empleada comercialmente, debida a las características gregarias de la floración de estas especies, y que ocurren por lo general en un ciclo muy largo, que en algunas especies pasa de 100 años, al término del cual la planta muere (López, 2009).

Todas las vías conocidas de propagación asexual o vegetativas son susceptibles de ser utilizadas en los bambúes, pero en la práctica las comúnmente empleadas son: los chusquines, rizomas con chusquines, segmentos de tallos, culmos enteros, rizomas propiamente dichos y cultivo de tejidos o células (propagación in vitro) (López, 2009).

El éxito de la propagación depende de varios factores, como son: la especie empleada, la preparación y composición de sustratos y las características del medio natural donde se desarrolle dicha propagación, que deben ser las más apropiadas técnicamente (Catasús Guerra, 2003).

a. Diferentes métodos de propagación asexual

- 1) La principal vía de propagación es por **chusquines**, estos se encuentran en la base de las plantaciones, y se originan de yemas adventicias en los rizomas. Estas emergen una vez que el culmo ha sido cortado o por acame. Este método de propagación es muy recomendable por alto prendimiento y desarrollo; cada brote llega a producir de dos a 12 plántulas a los cuatro meses. Sin embargo, esta vía presenta limitaciones como la poca disponibilidad de material vegetal (Gallardo *et al.*, 2008).
- 2) El **rizoma** del bambú es una prolongación del tallo que sirve de almacén de nutrientes, a los que se les cortan fracciones de 40 – 50 cm, cuidando de no dañar las yemas, para ser plantados individualmente (Catasús Guerra, 2003). Se le considera elemento básico para la propagación del bambú, que asexualmente, se realiza por ramificación de los rizomas” (Mercedes, 2006). “Sin embargo, requiere mucha mano de obra lo que lo hace costoso y presenta baja tasa de multiplicación (Gielis *et al.*, 2001).
- 3) Otra forma es el **trasplante directo**, el cual requiere plantas jóvenes de dos a tres años de desarrollo (Catasús Guerra, 2003). Éste método requiere del tallo completo con ramas, follaje y rizoma, que al momento de la siembra conserve lo más intactas posible sus partes vegetativas (Giraldo y Sabogal, 2007).
- 4) El método por **estacas utiliza ramas laterales** de plantas adultas también denominado segmentos de ramas o yema con segmento de rama. Este método es útil, práctico y efectivo, además de ser fácilmente manejable. En Asia este método es ideal para establecer plantaciones a gran escala. Comúnmente se aplica en la siembra de *Dendrocalamus asper*, especie que se caracteriza por sus raíces aéreas en la base de las ramas laterales. Las ramas más gruesas tienen mayor capacidad para enraizar que las más delgadas. La eficiencia del enraizamiento varía en cada especie y depende del tamaño del culmo y del grosor de la pared (Takahashi, 2006).

En *Guadua angustifolia* no es muy usado por los bajos porcentajes de brotación y prendimiento (Gallardo *et al.*, 2008).

- 5) Por **segmento de tallo** consiste en cortar partes de tallo aproximadamente de un metro de longitud, de tres a cuatro años de edad y que posean dos o más nudos con yemas o ramas, las cuales se cortan a 30 cm de longitud; al plantarlos se debe tapar por lo menos un nudo, éste método requiere gran cantidad de material y por lo mismo, no permite la propagación masiva (Giraldo y Sabogal, 2007).
- 6) **Esquejes de rama basal** (segmento nodal) en este método de propagación se seleccionan las plantas con las características deseadas. Luego se selecciona el tercio basal medio, de donde se toman los propágulos de tres a cinco centímetros que posean una yema axilar latente. Previamente se deben preparar las bolsas con el substrato deseado donde se siembran los propágulos de manera horizontal y a tres centímetros de profundidad (Giraldo y Sabogal, 2007).
- 7) El **cultivo *in vitro***, actualmente se utiliza como la principal biotecnia aplicada a varias especies de bambú; aunque en las especies en estudio se conocen muy pocos reportes de la multiplicación por éste método (Marulanda, Carvajalino, Vargas, & Londoño, 2002).

E. CARACTERÍSTICAS DE LOS ENRAIZADORES

1. Sustancias reguladoras de crecimiento

a. Auxinas

Lambers (1998), indica que un grupo de sustancias reguladoras que intervienen en una serie de actividades fisiológicas de las plantas tales como crecimiento del tallo, inhibición de las yemas laterales, abscisión de hojas y frutos y en la activación de las células del cambium. (p. 29)

Las auxinas regulan la proliferación de raíces y su elongación, tanto como la dominancia apical (Mok & Mok, 2001). El ácido 1- naftalenacético (ANA) es una auxina sintética cuya aplicación tanto en viveros como en la producción a campo, ha mostrado la capacidad de inducir el proceso de enraizamiento en diferentes cultivos, tales como forestales, frutales y ornamentales (Weaver, 1982). Entre las auxinas, el AIB es más utilizado, ya que no es tóxico en un amplio rango de

concentraciones para un gran número de especies y químicamente más estable que el AIA, al contacto con el sustrato de propagación (Hartmann, Kester, Davies & Geneve, 1997).

El AIB es una auxina sintética químicamente similar al AIA que en la mayoría de las especies ha demostrado ser más efectiva que cualquier otra y es actualmente la de mayor uso como sustancia promotora del enraizamiento. Tiene las ventajas de que no es tóxica en un amplio rango de concentraciones, no es degradada fácilmente por la luz o microorganismos y al ser insoluble en agua, permanece por más tiempo en el sitio de aplicación donde puede ejercer un mayor efecto (Blazich, 1988).

El ANA es también una sustancia sintética con poder auxínico y es, junto al AIB, una de las promotoras del enraizamiento más utilizadas en la actualidad. Posee las mismas ventajas de estabilidad del AIB y también ha probado ser más efectiva que el AIA. Su desventaja principal es que generalmente ha mostrado ser más tóxica que el AIB bajo concentraciones similares (Mesén, 1998). Así mismo Tandalla & Carolina (2010), menciona que uno de los principales usos de las auxinas ha sido en la multiplicación asexual de plantas, sea por estacas, esquejes, etc. El AIB es la auxina más utilizada para este efecto por su estabilidad y poca movilidad; la otra utilizada ha sido el Ácido Naftalenacético, aunque es más móvil y por tanto menos consistente.

F. PRODUCTOS ENRAIZADORES

1. Hormonagro N° 1

Es un poderoso estimulante, para formar un mayor sistema radicular de las plantas ideal para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes. Los reguladores de crecimiento que contiene hormonagro contiene una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como IBA (ácido indolbutírico) y AIA (ácido indolacético) (Falconí & Galvis, 2008).

a. Composición

Está compuesto por: Acido alfa-naftalenacético (0,40%), Ingredientes inertes (99,60%) (Falconí & Galvis, 2008).

b. Modo de uso

Tome una parte de hormonagro y añada 30 partes de agua, sumerja 2,5cm de la base de las estacas en esta mezcla preparada durante 16 horas; luego proceda a la siembra (Falconí & Galvis, 2008). Vierta parte del contenido del frasco en una vasija esmaltada, sumerja las estacas 2,5cm de la base en el polvo fitohormona hormonagro durante 5 segundos y luego proceda a la siembra (Falconí & Galvis, 2008).

2. Ascokill

ASCORA CIA. LTDA (s/f), indica que:

“IBA es una hormona vegetal de la familia de las auxinas que favorece la emisión de raíces. El fosforo ayuda a emitir raíces junto con el calcio favorece las paredes celulares de las raíces. El fosforo al encontrarse libre podrá ser asimilado rápidamente dándole a la planta energía suficiente para fortalecer el sistema de defensa de las plantas. Además por su composición química perfectamente balanceada controla nematodos los estados juveniles vía fermentación entendiéndose que al ser un producto natural no daña la flora y fauna del suelo. Al promover el desarrollo de un buen sistema radicular tendremos una planta más vigorosa y con altos rendimientos”.

a. Composición

Tabla N°4: Composición nutricional de Ascokill

Sacarosa	63 PN
Proteína	3 PN
Nitrógeno NT	0,40 PN
Fosforo (P2O5)	50 ppm
Potasio (K2O)	4,89 PN

Calcio (CaO)	1,26 PN
Magnesio (MgO)	0,48 PN
Aminoácidos (aa)	1,0 PN
Ácido indolbutírico	1,47 PN
Microorganismos beneficiosos y aditivos c.s.p	100,0 PN

Fuente: (ASCORA CIA. LTDA, s/f).

b. Modo de empleo

Diluir el producto en las $\frac{3}{4}$ partes del volumen de agua a utilizar, mezclar bien y completar la cantidad de agua, luego agitar hasta homogenizar la mezcla. Aplicar en las horas de menos sol, ya sea en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, a manera de drench (ASCORA CIA. LTDA, s/f).

G. SUSTRATOS PARA ENRAIZAMIENTO

Vozmediano (1982), manifiesta que el sustrato actúa de simple soporte, indispensable para mantener el calor y la humedad; el objetivo fundamental del sustrato parece ser el de asegurar, a más del soporte, un buen drenaje para que no permanezca el agua a nivel de las raíces.

Iskander (2002), señala que la mayoría de los sustratos usados en la producción de plantas consisten en una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos. Algunos de los materiales inorgánicos comunes incluyen arena, vermiculita, perlita, arcilla calcinada, piedra pómez y otros subproductos minerales. Por otro lado, los componentes orgánicos más populares incluyen: musgo de turba, productos de madera (corteza, aserrín, virutas), composta de materia orgánica o desechos de jardinería, polvo de coco, lodos de depuradora, fango, estiércol, paja, cascarilla de arroz, etc.

1. Tierra negra

La mejor tierra de siembra es la tierra negra con buen drenaje, el cual presenta cantidades altas de nutrientes y la característica principal de retención de agua para que no sean lavados por la precipitación o riegos (Rost & Weier, 1979).

H. CRECIMIENTO POTENCIAL DE RAÍCES (CPR)

Considerando la importancia del sistema radical de las plantas, se utilizó la metodología modificada. Para ello, se seleccionó al azar 10 individuos/especie (Total 30) de los cuales con mucho cuidado se aplicó el método destructivo de las partes de la planta, limpiándolas con agua y con mucho cuidado se cortaron las hojas, la caña (tallo) y las raicillas crecidas fuera del cepellón de los segmentos de ramas. Seguidamente las raíces muestreadas se las colocó en fundas de papel debidamente etiquetadas. Simultáneamente, se colocó todas las hojas (por cada indiv.) en un sobre de papel debidamente identificado. Finalmente se obtuvo la biomasa de raíces < 2 mm mediante la determinación del peso seco realizando el secado en estufa (QUINCY LAB, INC – Model 40 GC - Chicago, Illinois) a 70°C durante 48 horas (Chirino, E & Arcos, 2015).

I. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UN VIVERO

El costo de producción es una herramienta indispensable para la toma de decisiones y el establecimiento de controles. La determinación de los costos de producción tiene varias finalidades, como elemento auxiliar del agricultor en la elección del cultivo y la tecnología que será utilizada o bien para poder presupuestar y estimar las necesidades de capital, así como su

posible retorno y utilidad. Para ello debe entenderse como costos variables a las cantidades que se erogaron con relación a la cantidad productiva en un periodo de tiempo determinado. Por ejemplo, el gasto en semillas, fertilizantes y pesticidas (Ochoa M., 2012).

En tanto, los costos fijos son las erogaciones en que se incurre en un determinado periodo de tiempo relativo a la cantidad producida independiente al uso del capital fijo de las propiedades, impuestos, mano de obra permanente, entre las depreciaciones de las máquinas y los equipos, intereses sobre capital empleado, impuestos fijos, seguro y gastos de arrendamiento (Ochoa M., 2012).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se realizó en el vivero privado “Bambunet” situado en la provincia de Napo, cantón Archidona, parroquia Cotundo.

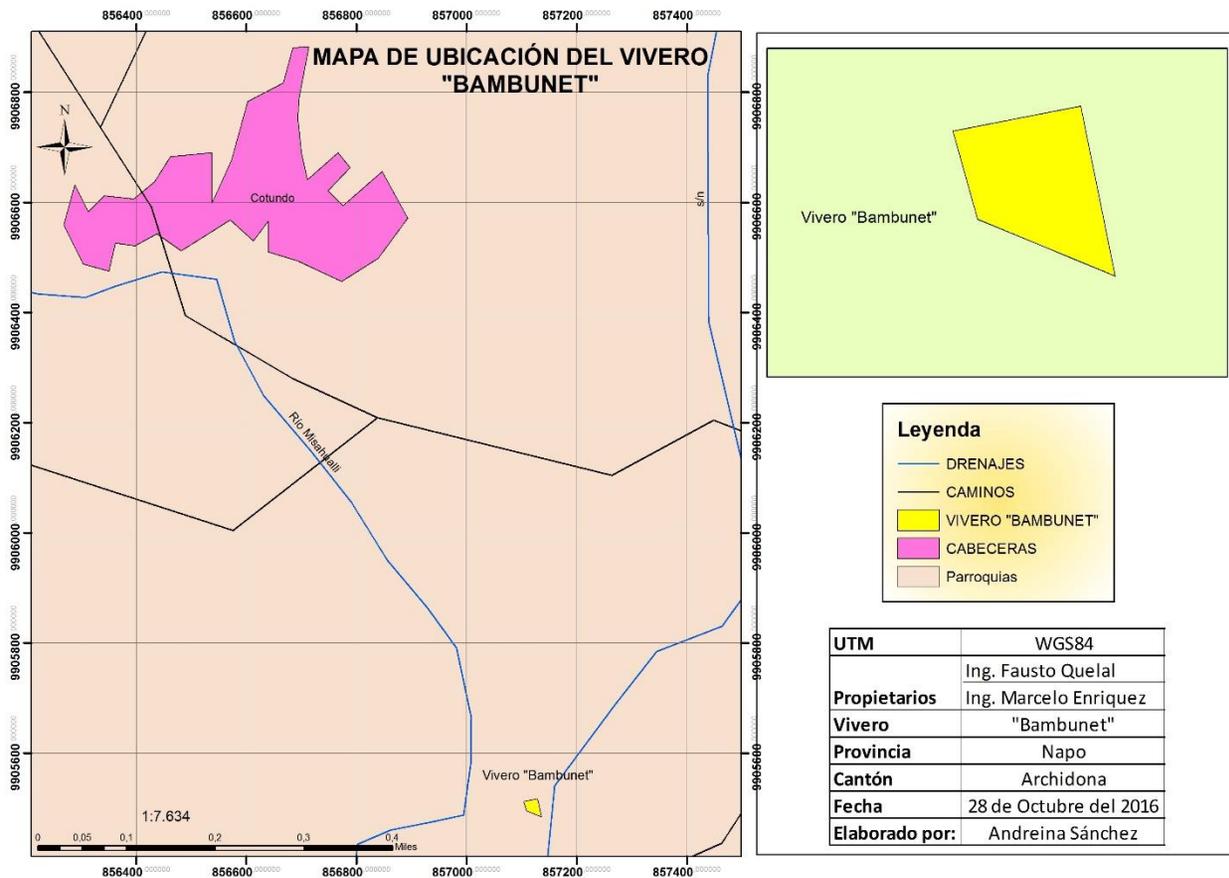


Figura N°4: Mapa de ubicación del área de investigación.

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

2. Ubicación geográfica

De acuerdo a la Estación meteorológica Tena Hacienda Chaupishungo (INAMHI), del cantón Archidona, la ubicación geográfica es:

Latitud: 00°59'05'' S

Longitud: 77°48'50'' W

Altitud: 665 msnm

3. Características climáticas

De acuerdo a la Estación meteorológica Tena Hacienda Chaupishungo (INAMHI), del cantón Archidona, las características climáticas son:

- Temperatura máxima: 29,86°C
- Temperatura mínima: 18,51°C
- Precipitación promedio: 4,920 mm
- Humedad relativa: 70%
- Clima: Cálido-húmedo

4. Clasificación ecológica

La localidad de acuerdo con la clasificación de las zonas de vida corresponde a la formación Bosque muy húmedo Pre montano (BMHP) (Cañadas, 1983).

B. MATERIALES

1. Materiales de campo

Sustrato (tierra del lugar), vitavax, fundas de polietileno de 12 x 12 pulgadas, cinta métrica, pala, pala de mano, carretilla, azadón, bomba de mochila, clavos, alambre, malla anti pájaros, letreros de madera, pegatinas, gigantografía, cañas de bambú para sujetar el sarán, martillo, gaveta, lonas, piola, sarán, segueta o sierra, tijera podadora, plástico, aserrín, machete, tinas, fundas de papel, camión, balanza Camry, estufa (QUINCY LAB, INC – Model 40 GC - Chicago, Illinois), pie de rey digital (Panambra – Pantec – Brasil).

2. Materiales y equipos de oficina e informáticos

Computadora, Impresora, Flash memory, Libreta de campo, Lápiz/esfero, Cámara fotográfica, GPS, Calculadora.

3. Material experimental

Material vegetativo de las tres especies (*Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper*), Hormonas de enraizamiento (Hormonagro N°1 y Ascokill), Stimufol (fertilizante foliar).

C. DISEÑO EXPERIMENTAL

1. Especificaciones del campo experimental

Tabla N°5: Especificaciones del campo experimental

Número de especies	3
Número de enraizantes	3
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	10
Número de unidades experimentales	90

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

2. Especificaciones del área del vivero

Tabla N°6: Especificaciones del área del vivero

Número de unidades experimentales:	90
Número de plantas/ unidad experimental:	5
Número de plantas por tratamiento:	50
Total de plantas (90x5):	450
Área total del vivero:	1000 m ²
Área total en estudio	300 m ²
Largo:	25 m
Ancho:	12 m

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

3. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA), en arreglo bifactorial (Dos enraizadores y tres especies de bambú, con testigo en cada una de las especies), con 10 repeticiones.

4. Factores en estudio

Factor A (Enraizadores)

Tabla N°7: Enraizadores en estudio

FACTOR	ENRAIZADORES
A1	Ácido Naftalenacético (HormonagroN°1)
A2	Ácido indolbutírico (Ascokill)
A3	Sin enraizador

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

Factor B (Especies)

Tabla N° 8: Especies de bambú

FACTOR	ESPECIES
B1	<i>Guadua angustifolia</i>
B2	<i>Bambusa vulgaris</i>
B3	<i>Dendrocalamus asper</i>

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

a. **Tratamientos en estudio (Factor A * Factor B)**

Tabla N° 9: Tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	A1xB1	ANA + <i>Guadua angustifolia</i>
T2	A2xB1	AIB + <i>Guadua angustifolia</i>
T3	A1xB2	ANA + <i>Bambusa vulgaris</i>
T4	A2xB2	AIB + <i>Bambusa vulgaris</i>
T5	A1xB3	ANA + <i>Dendrocalamus asper</i>
T6	A2xB3	AIB + <i>Dendrocalamus asper</i>
T7	A3xB1 Testigo	<i>Guadua angustifolia</i>
T8	A3xB2 Testigo	<i>Bambusa vulgaris</i>
T9	A3xB3 Testigo	<i>Dendrocalamus asper</i>

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

5. **Esquema del análisis de varianza**

Tabla N°10: Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	89
Tratamientos	8
Repeticiones	9
Factor A (Enraizadores)	2
Factor B (Especies)	2
Factor A * Factor B	4
Error	72

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

6. Análisis funcional

- a. Se determinó el coeficiente de variación.
- b. Para conocer si los datos obtenidos eran normales se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, y la prueba de Bartlett para comprobar la homocedasticidad.
- c. Para tratar de normalizar los datos se aplicó transformación: $\log(x+0,5)$, $\sqrt{x+0,5}$, $\ln(x+0,5)$.
- d. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA, cuando los datos fueron normales), y la prueba TUKEY 5% para determinar diferencias entre los tratamientos; y se aplicó la prueba de para determinar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos se utilizó comparaciones de pares $p < 0,05$ (Conover, 1999).
- e. Para los análisis estadísticos se utilizó el software InfoStat.

D. METODOLOGÍA

1. Delimitación del área de estudio

La delimitación del área de estudio se realizó en el vivero “BAMBUNET” ubicado en el cantón Archidona, provincia de Napo, el cual tiene una superficie total de 1000 m². El proyecto de tesis se estableció en un área de 300 m² (25 m x 12 m) (Anexo N°1), pero el área ocupada por todas las unidades experimentales fue de 180 m² (15 m x 12 m).

2. Instalación del ensayo y diseño del campo experimental

Una vez identificada el área de estudio, se procedió con dos trabajadores a movilizar las diversas plantas que se encontraban en el sitio para trasladarlas a otro lugar del vivero, de forma manual y con la ayuda de carretilla y gavetas, posteriormente se realizó la limpieza del área del proyecto con ayuda de azadón (Anexo N°2).

Seguido se retiró las piedras existentes en el terreno y se niveló de forma manual, y después se colocó estacas pequeñas en el borde del área del vivero, y con ayuda de piola se alineó el área total, una vez delimitado el área de investigación se realizó un hoyo de 50 cm aproximadamente, y con ayuda de la barra se colocó las cañas de *Bambusa vulgaris*, a una distancia de 5m a lo largo y de 6m en lo ancho, quedando un área total de 25m x 12m = 300m², se utilizó 18 cañas con una longitud de 2,50 metros, Se introdujo en el suelo 50 cm de las cañas, las mismas que forman las columnas de la estructura del vivero, reforzadas con piedras para una mejor rigidez de las mismas, igualmente con ayuda de piola y alambre se alineó en la parte superior para colocar rectas las cañas (Anexo N°3).

En la parte superior de la caña se realizó una pequeña muesca, la cual se cubrió con tubo de llanta y plástico negro en todas las cañas ajustando con alambre de amarre. Posteriormente se tendió el sarán de 33m x 12,60 m, previamente cortado y cosido (rollo de 100m x 4, 20m, el cual se cortó cada 33 m obteniendo tres tiras que fueron cosidas), se estiró en los lados y se colocó una piedra pequeña envuelta en el sarán y con alambre de amarre se ajustó y se amarró en estacas previamente enterradas en el suelo. A los lados del vivero se protegió con malla anti pájaros de un metro de alto (27 m a cada lado) para evitar que entren las gallinas presentes en el sitio al área de estudio (Anexo N°4).

Ya en el área del vivero se dividió los espacios utilizando estacas y alambre de amarre de acuerdo al diseño completo al azar realizado con el Programa R, el cual nos dio la distribución aleatoria de los tratamientos y las repeticiones; cada tratamiento está conformado por diez repeticiones, cada unidad experimental está conformada por 5 segmentos de ramas (Anexo N°5).

3. Sustrato

El material utilizado como sustrato fue: tierra del lugar 100%, de acuerdo a como propagan en viveros del sector.

4. Enfundado

Se procedió al llenado de las 450 fundas de polietileno de 12 x 12 pulgadas de forma manual con tierra negra recogida del sector, se compactó el mismo para evitar que se formen bolsas de aire en las partes bajas, y posteriormente se ubicó en el área según las divisiones anteriormente realizadas, con un metro de espacio a lo ancho para caminar evitando el lodo que se forma en época de lluvias y 80 cm a lo largo, estos caminos fueron cubiertos con aserrín unos 55 cm a nivel del suelo (Anexo N°6).

5. Selección de sitios para recolección del material vegetativo

Para la recolección de los segmentos de ramas se seleccionó dos lugares diferentes considerando el rango de distribución y como así también la edad de las manchas por especies de 2,5 a 3 años.

Tabla N°11: Sitios para la selección del material vegetativo

Especie	Provincia	Cantón	Sitio	Altitud
<i>Dendrocalamus asper</i>	Napo	Archidona	San Francisco	660
<i>Guadua angustifolia</i>	Napo	Archidona	San Francisco	660
<i>Bambusa vulgaris</i>	Napo	Archidona	Cotundo	680

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

6. Selección de plantas madre para la recolección de segmentos de ramas

Para la selección de plantas madre de bambú se consideró:

- Edad: se seleccionó aquellos que tenían aproximadamente de 2,5 a 3 años.
- Forma: se seleccionó culmos o cañas rectas con una buena ramificación que tenían más de 20 segmentos de ramas aptos para la propagación y multiplicación de nuevas plántulas.
- Estado fitosanitario: se seleccionó los individuos que se encontraban sanos, sin la presencia de plagas ni enfermedades.

7. Recolección del material vegetativo

La segmentos de ramas se recolectó de culmos rectos y jóvenes que tenían una edad aproximada de 2,5 a 3 años, el material a propagarse es solo de las ramas principales asegurándose que contengan en su base raíces falsas, yemas, dos entrenudos y tres nudos alternos, las yemas con primordios, órganos que incentivan a su brotación, el largo y diámetro de los segmentos de ramas de 45 a 60 cm de largo con dos entrenudos y dimensiones que depende de la especie. El material vegetativo se cortó en la base de la rama principal y se lo realizó con machete, para su posterior traslado del material en gavetas y lonas al vivero donde se realizó la investigación.

El día 6 de febrero se procedió a realizar la recolección del material vegetativo en la parroquia Cotundo, de la especie *Bambusa vulgaris*, 150 segmentos de ramas, posteriormente se trasladó en gavetas hacía el área del vivero para la aplicación del desinfectante y los enraizantes para trasplantar en las fundas de acuerdo al diseño completo al azar.

El día 7 de febrero se procedió a la recolección del material vegetativo en la comunidad San Francisco de la parroquia Cotundo, de las especies *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris*, 150 segmentos de ramas de cada especies, posteriormente se trasladó en lonas hacía el camión para trasladarnos al área del vivero para la aplicación del desinfectante y los enraizantes para trasplantar en las fundas de acuerdo al diseño completo al azar (Anexo N°7).

8. Preparación y aplicación de enraizadores

Una vez colocados los letreros de acuerdo al tratamiento y repetición de cada unidad experimental, se procedió a la aplicación de las hormonas de enraizamiento.

La fitohormona Ascokill (AIB), fue preparado en un tina con 20 L de agua con 80 mL de enraizador, el cual se mezcló con 20 gr de Vitavax para la desinfección de los segmentos de ramas, luego se sumergió durante 5 minutos. En caso de Hormonagro #1 (ANA), se desinfectó con Vitavax (5 g/L de agua), en 5 L de agua se aplicó 25 g del producto durante 5 minutos, posteriormente se sumergió la base de los segmentos de ramas en el polvo fitohormonal durante 5 segundos y luego se procedió a la siembra (Anexo N°8).

9. Colocación de segmentos de ramas en fundas

Después de sumergirlos con el respectivo enraizador se colocó en las fundas con una inclinación que formaba un ángulo de 45°, luego se presionó el sustrato en forma manual, con el fin de evitar la presencia de bolsas de aire para evitar marchitez y asegurar un buen prendimiento (Anexo N°9).

10. Labores culturales

a. Riego

Debido a una fuerte época invernal a nivel provincial no se realizó riegos (Anexo N°15).

b. Protección

Luego de sembrar los segmentos de ramas se procedió a dar protección del ensayo controlando la radiación solar, temperatura y humedad mediante el uso de sarán que brinda 65% de sombra, el cual fue colocado sobre todo el ensayo a un nivel superior de la cama de 2,00 m de altura. Posteriormente se procedió a colocar una malla anti pájaros alrededor de la estructura del vivero para evitar que las gallinas ingresen al área de investigación (Anexo N°4).

c. Deshierbes

Fueron ejecutados de forma manual cada 15 días, en total en 7 ocasiones se realizó el deshierbe, dependiendo de la proliferación de la maleza con el fin de evitar la competencia, cabe destacar que se extrajo las malezas evitando provocar daños al sistema radicular en formación de los

brotos. Después de 15 días de la siembra se inició el deshierbe junto con la tomas de datos en cuanto al número de brotes (Anexo N°10).

11. Variables a considerar.

Las variables a considerarse en esta investigación fueron:

d. Supervivencia (SV).-

Se determinó al finalizar el periodo de desarrollo de las tres especies; es decir se realizó el conteo total de individuos (plantas vivas y muertas) a los 78 días de iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Las plantas muertas se consideraron aquellas que estaban podridas, sin brotes ni raíces (en cuanto a las raíces se tomó en cuenta a las 30 especies que fueron evaluadas por el método de VULCRES (2015). Una vez obtenido el porcentaje de supervivencia, se utilizó la transformación angular de Bliss, luego obtenido los nuevos valores se realizó el ANOVA o el análisis de varianza.

e. Número de brotes (NB).-

Se determinó a los 15 días de trasplante en las fundas, contando el número de brotes cada semana desde el 23 de febrero hasta el 11 de mayo del presente año, a través de un formato realizado en Excel de acuerdo a los requerimientos de los datos obtenidos a los 78 días iniciada la siembra (Anexo N°10).

f. Número de raíces (NR).-

Se contabilizó el número de raíces a los 80 días de iniciada la siembra de los segmentos de ramas, utilizando la metodología de Chirino *et al.* (2015), para lo cual con mucho cuidado se seleccionó 10 plantas de cada una de las tres especies (total 30), limpiándolas con agua y con mucho cuidado se cortaron las raicillas crecidas de la estaca con raíz (plantón). Seguidamente las raíces muestreadas se las colocó en fundas de papel debidamente etiquetadas. Simultáneamente, se colocó todas las hojas (por cada indiv.) en un sobre de papel debidamente identificado. Finalmente se obtuvo la biomasa de raíces < 2 mm mediante la determinación del peso seco

realizando el secado en estufa (QUINCY LAB, INC – Model 40 GC - Chicago, Illinois) a 70°C durante 48 horas (Anexo N°11).

g. Longitud de raíces (LR).-

Se determinó en las 30 plantas de las tres especies en estudio a los 80 días de iniciada la siembra de los segmentos de ramas; con ayuda del pie de rey digital (Panambra – Pantec - Brasil) se obtuvo el dato de longitud de las raíces (Anexo N°12), previo a realizar el secado de las muestras para poder determinar la biomasa de las plantas.

También se determinó la biomasa subterránea de las dos especies que prendieron y presentaron desarrollo de raíces, las cuales se realizaron secado de raíces de las tres especies en estudio (Anexo N°13). Y en la etapa final del desarrollo bajo vivero se aplicó fertilizante complejo foliar Marchfol 25N-16P-12K (Anexo N°14).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Capacidad de enraizamiento de las dos fitohormonas en las tres especies de bambú durante la fase de vivero.

El ácido indolbutírico con una concentración de 0,85% y ácido naftalacético con una concentración de 0,40%, usados como hormonas de enraizamiento en la presente investigación no presentaron diferencias estadísticas en los resultados de supervivencia, evidenciándose así que el testigo tuvo un mejor porcentaje de supervivencia; la especie *D. asper* y *Bambusa vulgaris* son estadísticamente similares; así como también no hubo efecto estadístico en el número de raíces, aunque se puede observar una mayor cantidad de raíces en la especie *B. vulgaris*.

Tal como menciona Sharma (1980), quién logró mejorar el establecimiento de *B. vulgaris* en un 80%, usando ácido indolbutírico. También Uchimura (1978), usó una solución de 100 ppm de ácido indolbutírico y obtuvo excelentes resultados en *B. vulgaris*. En propagación in vitro en donde los brotes se subcultivaron en diferentes concentraciones de AIB (0, 0.25, 0.50 y 1.0 mg L⁻¹), no presentaron diferencias estadísticas, pero sí con respecto al testigo, donde se logró sólo el 60% de los brotes enraizados. Por otra parte, el comportamiento del número de raíces y largo de la raíz mayor se encontró un incremento en el número de raíces formadas con el aumento de las concentraciones de la auxina (Gradaille, Rodríguez, Más, & Torrijo, 2010).

Las estacas de tres centímetros de longitud y presentando un nudo de *Bambusa vulgaris* var. *Vulgaris*, fueron tratadas con AIA, AIB y ANA en las concentraciones de 0, 500 y 1000 mg.L⁻¹, con dos tiempos de inmersión de 5 y 60 segundos, en donde Neto, de Santana Ribeiro, & Neto (2017), señala que la hormona ANA, en dos concentraciones y tiempos de inmersión, presentó potencial de enraizamiento menor que el tratamiento testigo, indicando una inhibición en el enraizamiento de las estacas. La concentración de 500 mg.L⁻¹, para todos los tratamientos, presentó mejor resultado que la concentración de 1000 mg.L⁻¹, lo que debe explicarse por el efecto de toxicidad causada por las ayudas en altas concentraciones en los tejidos. Por el contrario, White (1948), menciona que las hormonas no dan resultados y que su respuesta varía mucho entre especies.

B. Variables en estudio en las tres especies de bambú y el efecto de las hormonas durante la fase de vivero.

1. Supervivencia

El análisis de varianza para supervivencia (Anexo N°16), no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) entre interacción especie-hormona, mientras que en el factor hormona y especie si existen efectos ($p < 0,05$), con un coeficiente de variación de 44,72%.

En la prueba de Tukey al 5% para la supervivencia de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas, presentan dos rangos (Anexo N°17). En el rango “A” se encuentra *Guadua angustifolia*, con una media de 14,62%; mientras que en el rango “B” está *Bambusa vulgaris*, con una media de 69,38% y *Dendrocalamus asper*, con una media de 72,99% (Figura N°5).

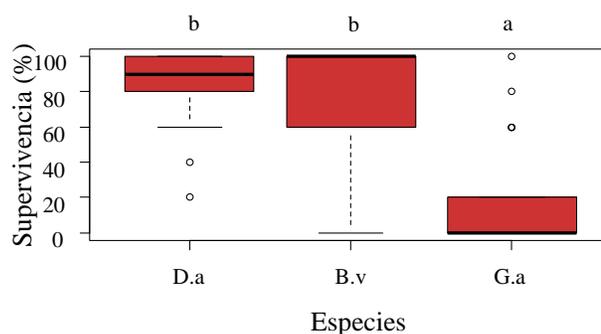


Figura N°5: Supervivencia de *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia*, durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

En la prueba de Tukey al 5%, al analizar el efecto de las hormonas en la supervivencia en las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas, presentan dos rangos (Anexo N°18). En el rango “A” se encuentra ANA (ácido naftalacético), con una media de 45,77%; en el rango “AB” se encuentra el AIB (ácido

indolbutírico), con una media de 50,50%; mientras que en el rango “B” está el testigo, con una media de 60,73% (Figura N°6).

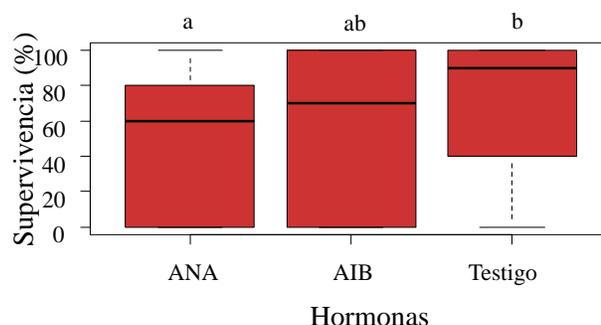


Figura N°6: Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido indolbutírico) y Testigo, en la supervivencia de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

Los resultados presentados en la supervivencia, permite apreciar que de acuerdo a las especies indica que: *Guadua angustifolia* con 14,62% presentó una baja supervivencia, ya que como indica Gallardo *et al* (2008), que el método por estacas que utiliza ramas laterales de plantas adultas no es muy usado por los bajos porcentajes de brotación y prendimiento, también menciona que la mejor vía de propagación es a partir de chusquines, ya que en un estudio obtuvo valores superiores al 85% de supervivencia al propagar la especie de bambú *Guadua angustifolia* a partir de chusquines. Resultados similares fueron observados por Giraldo, H. y Sabogal (2007), quienes confirman que la propagación por chusquin es el método más eficiente para esta especie. Por ello es que no se obtuvo resultados positivos de supervivencia, debido a que el método de propagación no fue el adecuado para esta especie, por lo que tampoco tuvo efecto las hormonas utilizadas en la investigación.

La especie *Bambusa vulgaris* presentó un 69,38% de supervivencia, demostrando que en investigaciones realizadas por Vela (1982), corroboran que el mejor método de propagación es por medio de vareta con una o dos yemas visibles, el cual presenta una propensión al enraizamiento superior a otras especies. Aunque esta especie tiene un mejor potencial para

propagación in vitro, ya que en las técnicas de cultivo de tejidos se obtiene mejores resultados en la propagación (Sood, Ahuja, Sharma, Sharma, & Godbole, 2002; Lin, Lin, & Chang, 2004)

En cambio la más alta supervivencia presentó *Dendrocalamus asper* con 72,99%, debido a que el método de propagación utilizado fue el correcto como lo indica Takahashi (2006), el método por segmentos de ramas es efectivo y fácilmente manejable, debido a que esta especie se caracteriza por sus raíces aéreas en la base de las ramas laterales, y lo utilizan en Asia para plantaciones a gran escala. La eficiencia del enraizamiento varía en cada especie y depende del tamaño del culmo y del grosor de la pared.

Quispe Janampa (2009), señala que esquejes de la especie *Dendrocalamus asper* presentó el más alto porcentaje de supervivencia con un 64%, mientras que *Gigantochloa apus* con 25,33% y finalmente *Guadua angustifolia* presentó el menor porcentaje de supervivencia con 5,33%.

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%.

Tandalla & Carolina (2010), menciona que el AIB es la auxina más utilizada para enraizamiento por su estabilidad y poca movilidad; la otra utilizada ha sido el ANA, aunque es más móvil y por tanto menos consistente. Sin embargo ninguna de las hormonas tuvo efecto en la supervivencia, más que el testigo, donde Islam, Bhuiyan, Hossain, & Hossain (2011), indican que la capacidad de enraizamiento de dos tipos de esquejes de rama (esquejes nodales de hoja y recortes de punta) de *B. vulgaris* bajo cuatro concentraciones de solución de IBA, 0,1%, 0,4% y 0,8%. El mayor porcentaje de enraizamiento y el número de raíces desarrolladas por corte se observaron en las estacas tratadas con solución de IBA al 0,8% en ambos tipos de esquejes y la más baja fue en las estacas sin tratamiento.

En cuanto a la especie *Dendrocalamus asper* Nadgir *et al* (1984), menciona que el AIB es la auxina que más se utiliza para el enraizamiento in vitro en muchas especies de bambú como *Dendrocalamus strictus*, u otras especies demostradas por otros autores. En donde también corrobora Shirgurkar *et al* (1996), que *B. vulgaris* y *D. strictus* durante la fase, inducen espontáneamente raíces. En propagación in vitro de *B. vulgaris* var. *Vulgaris* con la aplicación de AIB en un medio de cultivo líquido en concentraciones de 0; 10,0; 15,0; 20,0 (mg. L⁻¹) en donde

los mayores valores se alcanzaron al emplear 15 mg.L-1 de AIB, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos (García Ramírez, 2010).

Los resultados encontrados en la literatura para el enraizamiento con el uso de auxinas no siempre han sido satisfactorios, necesitando desarrollar técnicas más específicas para cada cultura, con el objetivo de obtener resultados satisfactorios (Francis, 1993; Radmann, Fachinello, & Peters, 2002; Tofanelli, Chalfun, Hoffmann, & Júnior, 2002).

Con estos resultados se observó que en presencia de hormonas la mayor supervivencia se alcanzó con *Dendrocalamus asper*, debido al que el método de propagación por segmentos de ramas es el adecuado para obtener mejores resultados en la supervivencia; mientras que las plantas a las que no se aplicó hormona (testigo) tuvieron una mayor supervivencia, seguido de AIB, ya que este presenta una mejor estabilidad en el suelo y al ser insoluble en agua presenta mejor efecto que el ANA, por ende se obtuvo una buena supervivencia.

2. Número de brotes

Para el número de brotes se aplicó una prueba de normalidad Shapiro-Wilks (Anexo N°19) para conocer si los datos obtenidos son normales, con los promedios del número de brotes de la última fecha registrada, el cual determinó que los datos no son normales ($p < 0,05$) por lo que se realizó una transformación con logaritmo, logaritmo natural y raíz del promedio, el cual se normalizaron con logaritmo y logaritmo natural de las transformaciones más no se normalizó con la transformación de la raíz. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilks se la hizo con logaritmo natural (Anexo N°20) cuyos datos son normales ($p > 0,05$), pero al realizar la prueba de Bartlett para comprobar la homocedasticidad (Anexo N°21) en el programa Minitab, no se comprobó que los datos son iguales.

Al realizar todas las pruebas se comprobó que son datos no paramétricos, por lo que se realizó la prueba Kruskal Wallis, para las tres especies de bambú durante la fase de vivero (Anexo N°22), en el cual nos indica significancia ($p < 0,05$); se observaron tres rangos conformados por: *Guadua angustifolia* tiene una mediana de 0,00; mientras que *Bambusa vulgaris* tiene una mediana de 3,20 y *Dendrocalamus asper* tiene una mediana de 5,70 (Figura N°7).

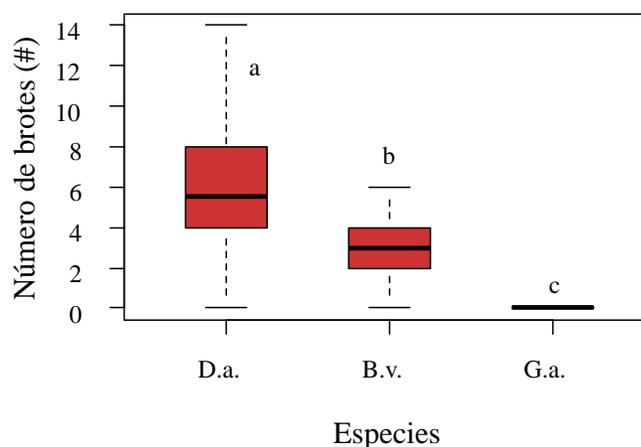


Figura N°7: Número de brotes de *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia*, durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

La prueba Kruskal Wallis, en el efecto de las hormonas en las tres especies de bambú durante la fase de vivero (Anexo N°23), muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$); la hormona ANA tiene una mediana de 1,90; AIB con una mediana de 2,60 y el testigo con una mediana de 3,80 (Figura N°8).

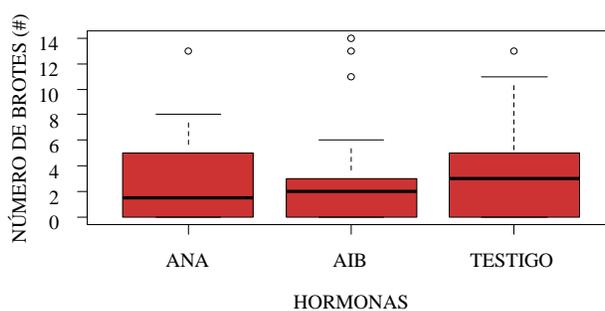


Figura N°8: Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido indolbutírico) y Testigo, en el número de brotes de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

Los resultados presentados en el número de brotes de las tres especies de bambú, permiten apreciar que la especie *Dendrocalamus asper* presenta mayor cantidad de brotes, seguido de *Bambusa vulgaris* y por último con menor cantidad de brotes *Guadua angustifolia*. Cabe mencionar que un mayor número de brotes se evidenciaron a los 15 días después de la siembra, como Ximena Londoño (1998), afirma que con los tipos de propágulos de segmentos de culmo y yemas con segmentos de rama, la brotación inicia a partir de los 20 a 30 días después de la siembra.

Quispe Janampa (2009), menciona que la especie *Dendrocalamus asper*, a los 20 días en la etapa inicial presentó un promedio de 1.38 brotes por esqueje y hasta los 50 días etapa final presentó 1,65 brotes por esqueje, siendo ésta superior respecto a las demás especies como *Gigantochloa apus*, y finalmente el menor valor se obtuvo *Guadua angustifolia*.

Araujo Espinoza (2015), evidenció que el tratamiento constituido por el método de yema con segmento de rama con dos nudos aplicado a *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Hene tuvo el menor tiempo de emisión de brotes (días), logrando además el segundo mejor valor del porcentaje de brotes con 46.67% y el segundo mejor porcentaje de sobrevivencia con 6.67%, lo cual concuerda con lo referido por Ximena Londoño (1990), quien afirma que en el tiempo de emisión de brotes para *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, uno de los mejores tipos de propágulo es la yema con segmento de rama. Díaz (2012), encontró que el tipo de propágulo que produjo mayor porcentaje de brotes de *Dendrocalamus asper*, fue yema con segmento de rama con 62.96%.

Con respecto a *Bambusa vulgaris* Francis (1993), indica que no existe información sobre el desarrollo de plántulas. Mientras que *Guadua angustifolia* al no tener éxito por el método de segmentos de ramas pues no se evidenció emergencia de brotes, como indica Díaz (2009), que en bancos de propagación la *Guadua* tiene la capacidad de generar aproximadamente hasta 1.25 hijuelos por mes en promedio, considerando lo que señala Catasús Guerra (2003), que el chusquin es una planta completa; esto, pudiera influir en la eventual emergencia de hijuelos por propágulo.

En cuanto a las hormonas no tienen efecto en el número de brotes, pero como mencionaba anteriormente en *Bambusa vulgaris* existe más investigaciones de propagación in vitro que han demostrado ser efectivas para la formación de brotes por planta, como señala Huang & Huang

(1995). Como manifiesta en su investigación García-Ramírez et al (2009), que solamente el BAP influyó en la multiplicación *in vitro* de *B vulgaris*. La emisión de nuevos brotes por planta se hizo visible a partir de la segunda semana de cultivo y a los 20 días de cultivo se observó que el número de brotes por planta se incrementó significativamente a medida que fue mayor la concentración de BAP en el medio de cultivo sin la presencia del ANA. Los mayores valores en cuanto al número de brotes por planta se alcanzaron cuando se emplearon 3.0 y 6.0 mg.l⁻¹ de BAP. Esto es corroborado por Marulanda et al (2002), el cual menciona que solo el BAP influyó en el incremento de número de brotes por planta, esto pudiera estar dado ya que los requerimientos en cuanto a tipo y concentraciones de reguladores del crecimiento varían en función de la especie.

Ndiaye, Diallo, Niang, & Gassama Dia (2006), encontraron que un enraizamiento máximo fue de 45,83% de brotes de *Bambusa vulgaris* cuando fueron cultivados con dosis iguales o mayores a 20 mg•L⁻¹ de AIB. En cambio McCown (1988), señalan que la concentración de auxinas en medios de cultivo afecta la cantidad de raíces, su longitud y sus ramificaciones al generar brotes *in vitro* de diversas especies para formar raíces adventicias.

Con estos resultados se observó que la diferencia estadística que existente respecto al número de brotes entre las especies, se debería posiblemente a la fisiología de cada especie, en la que se evidenció que un mayor desarrollo de número de brotes alcanzó la especie *Dendrocalamus asper*, recalcando que es debido al método de propagación por segmentos de ramas, obteniendo así buenos resultados en la variable número de brotes.

3. Número de raíces

El análisis de varianza para el número de raíces de las tres especies de bambú con efecto de las hormonas durante la fase de vivero a los 80 días de iniciada la siembra de los segmentos de ramas no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) entre interacción planta – hormona, tampoco tiene efecto la hormona ni la especie, con un coeficiente de variación de 122,42% (Anexo N°24). Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Anexo N°25), indica que los datos son normales ($p > 0,05$), por lo que se realizó la Prueba de Bartlett que indica que tiene homocedasticidad (Anexo N°26), es decir que los datos son iguales.

Aunque no hubo efectos ni en la interacción ni en los factores, se puede observar que la especie *Bambusa vulgaris* presenta mayor número de raíces, seguido de *Dendrocalamus asper* y por último *Guadua angustifolia* (Figura N°9).

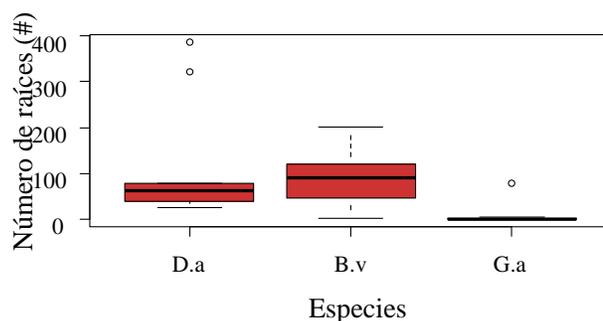


Figura N°9: Número de raíces de *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia*, durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

Mientras que en la efectividad de las hormonas, el AIB es el que aparentemente produce una mayor cantidad de raíces, seguido del testigo y por último la hormona ANA (Figura N°10).

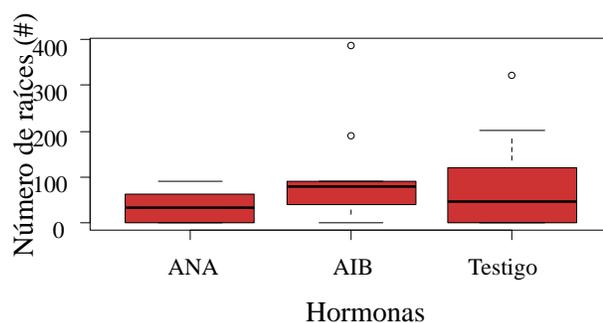


Figura N°10: Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido indolbutírico) y Testigo, en el número de raíces de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

Al realizar la evaluación del número de raíz se utilizó el método de (VULCRES), en el que se sometió a 10 plantas de cada una de las tres especies a un método destructivo de separar las partes de las mismas en tallos, hojas y raíz, y después se colocó en una funda de papel debidamente etiquetado para su posterior secado en la estufa, obteniendo así el peso seco, que fue tomado en la balanza (Camry – ek3252 – Estados Unidos).

El análisis de varianza para la biomasa vegetal subterránea de *D. asper* (Anexo N°27), no presenta diferencia significativa en tratamientos ($p > 0,05$), con un coeficiente de variación de 153,62%.

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo N°28) indica que los datos son normales ($p > 0,05$), por ende se realizó la prueba de Bartlett para comprobar la homocedasticidad en el programa Minitab, cuyos resultados indican que son iguales (Anexo N°29).

Aunque no hubo efectos entre los tratamientos, se puede observar que el T6 con la hormona ácido indolbutírico es la que obtuvo mayor biomasa, seguido del T5 con la hormona ácido naftalacético y por último el T9 sin hormona (Figura N°11).

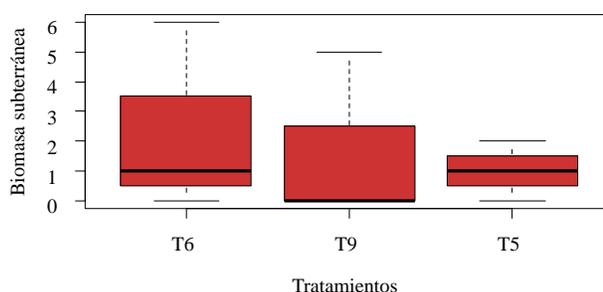


Figura N°11: Biomasa vegetal subterránea de *Dendrocalamus asper* durante la fase de vivero, sometida a 70°C por 48 horas en la estufa.

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

El análisis de varianza para la biomasa vegetal subterránea de *B. vulgaris* (Anexo N°30), no presenta diferencia significativa en tratamientos ($p > 0,05$), con un coeficiente de variación de 91,86%.

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo N°31) indica que los datos son normales ($p > 0,05$), por ende se realizó la prueba de Bartlett para comprobar la homocedasticidad en el programa Minitab, cuyos resultados indican que son iguales (Anexo N°32).

Aunque no hubo efectos entre los tratamientos, se puede observar que el T4 con la hormona ácido indolbutírico es la que obtuvo mayor biomasa, seguido del T8 sin hormona y por último el T3 con la hormona ácido naftalacético (Figura N°12).

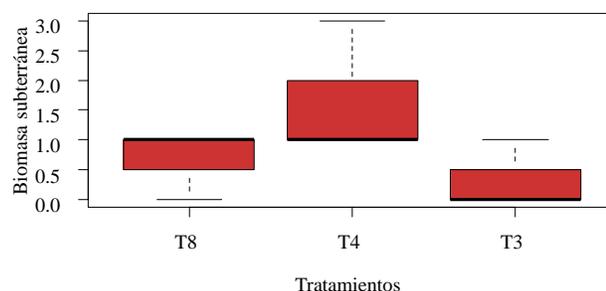


Figura N°12: Biomasa vegetal subterránea de *Bambusa vulgaris* durante la fase de vivero, sometida a 70°C por 48 horas en la estufa.

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

Los resultados presentados muestran que a pesar que estadísticamente no se obtuvo los resultados esperados en el factor especie, se observó que *Bambusa vulgaris* presentó mayor número de raíces, seguido de la especie *Dendrocalamus asper*, mientras que *Guadua angustifolia* no presentó número de raíces significativas. En el cual Araujo Espinoza (2015), indica que la especie *Bambusa vulgaris* Schrad, entre edad de 1 y 2 años, verificaron que el mayor índice de enraizamiento ocurrió en estacas de las posiciones basales y medianas, tanto en las ramas primarias como en las ramas secundarias. También Kaushal, Gulabrao, Tewari, Chaturvedi, & Chaturvedi (2011), encontraron mayor potencial de enraizamiento de las especies de bambú en el orden: *B. vulgaris*, *B. balcooa*, *D. hamiltonii*, *D. giganteus*, *B. bambos*, *B. tulda*, *B. Nutans*, *D. asper* en los cortes de ramas secundarias, mientras que los esquejes excepto *B. vulgaris* no produjeron raíces.

Mientras que igualmente a pesar que estadísticamente no hay el resultado esperado en el factor hormona, se observó que el AIB es el que produce una mayor cantidad de raíces, seguido del testigo y por último la hormona ANA. En donde Salisbury & Ross (2000), indican que el ácido indolbutírico se utiliza para causar la formación de raíces aún más a menudo que el ácido naftalenacético. Además Mesén (1998), alude que el AIB tiene la ventaja de que no es tóxica en un amplio rango de concentraciones, no es degradado fácilmente por la luz o microorganismos y al ser insoluble en agua, permanece por más tiempo en el sitio de aplicación donde puede ejercer un mayor efecto. Aunque Suárez *et al* (2009), ha demostrado que los mejores resultados en producción y crecimiento de raíces a partir de los brotes micro propagados, ocurrió en presencia de ANA; sin embargo, el suplemento de este regulador fue suficiente pero no necesario para producir el enraizamiento.

Mientras que en un experimento con tres tipos de estacas de *B.vulgaris* (estaca basal, primaria y secundaria) utilizando ácido naftalenoacético en las concentraciones de 25, 50, 100 y 200 mg.L⁻¹ Azzini, Fahl, & Salgado (1995), pudo verificar los mejores niveles de enraizamiento para las estacas basales con valores que varían entre 20 y 60%, respectivamente para el testigo y para la concentración de 100 mg.L⁻¹ de ANA. En las estacas primarias se observó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, pues el enraizamiento varió de 2,5 a 10%, y en las estacas secundarias no ocurrió el enraizamiento.

Fonseca *et al* (2005), menciona que obtuvieron un mayor porcentaje de enraizamiento con 33,33% en estacas tratadas con 500 mg. L⁻¹ de ácido naftaleno acético (ANA), y menor porcentaje para el testigo con 20,00% y en estacas tratadas con 1000 mg.L⁻¹ de ANA con 13,33%, en estacas de ramas secundarias de 1 nudo de *Bambusa vulgaris* Schrad, con cerca de 2 años de edad.

Fachinello, Hoffmann, Nachtigal, & Kersten (2005), menciona que entre los factores que afectan la capacidad de enraizamiento, la calidad y la cantidad de raíces en las estacas, están: las condiciones fisiológicas de la planta madre, el tipo de estaca, la época del año, la presencia de hojas y yemas, las condiciones ambientales, el sustrato y el balance hormonal. También señala Blazich (1988), que el AIB se utiliza más por su estabilidad a la luz y por ser insoluble en agua, por lo cual permanece en la estaca por más tiempo y puede ejercer un mejor efecto. En la investigación realizada por Neto *et al* (2009), indica que ANA en dos concentraciones y tiempos de inmersión, presentó potencial de enraizamiento menor que el tratamiento testigo, indicando

una inhibición en el enraizamiento de las estacas, obteniendo mejor resultados en la inducción del enraizamiento con el tratamiento AIA 500 mg.L⁻¹ durante 60 segundos. En donde el AIB y ANA inducen mejor enraizamiento con el menor tiempo de inmersión, y AIA, AIB y ANA en concentraciones menores. También Centellas *et al* (1999); Zanol *et al* (1998), demuestra que altas concentraciones de hormonas causa toxicidad en los tejidos de la planta, por lo que a bajas concentraciones hay mejores resultados.

Con estos resultados se observó que aunque estadísticamente no existe efecto en ninguno de los dos factores, la especie *Bambusa vulgaris* con la hormona AIB respecto a la cantidad de raíces se observó mayor número de raíces, por lo que es importante la aplicación de hormonas para la rizogénesis de las estacas de bambú en bajas concentraciones y menor tiempo de inmersión.

4. Longitud de raíces

El análisis de varianza para la longitud de raíces (Anexo N°33), no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) en hormona, ni en la interacción planta-hormona, mientras que existe una significancia ($p < 0,05$) en el factor especie, con un coeficiente de variación de 61,15%.

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo N°34), indica que los datos son normales ($p > 0,05$), por lo que también se realizó la prueba de Bartlett para comprobar la homocedasticidad, cuyos resultados indican que los datos son iguales (Anexo N°35).

En la prueba de Tukey al 5% de la longitud de las raíces de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas, presenta dos rangos (Anexo N°36). En el rango “A” la especie *Guadua angustifolia* indica una media de 5,58%, mientras que en el rango “B” la especie *Dendrocalamus asper* tiene una media de 22,62% y *Bambusa vulgaris* tiene una media 34,61% (Figura N°13).

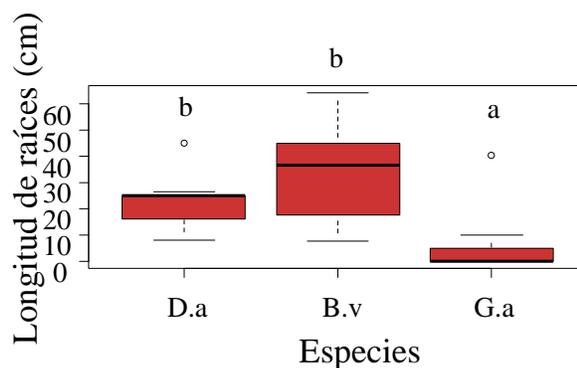


Figura N°13: Longitud de raíces de *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia*, durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

Aunque no hubo efectos ni en la interacción ni el factor hormona, se observó que el AIB promovió el desarrollo de una mayor longitud de raíces, seguido de ANA y por último el testigo (Figura N°14).

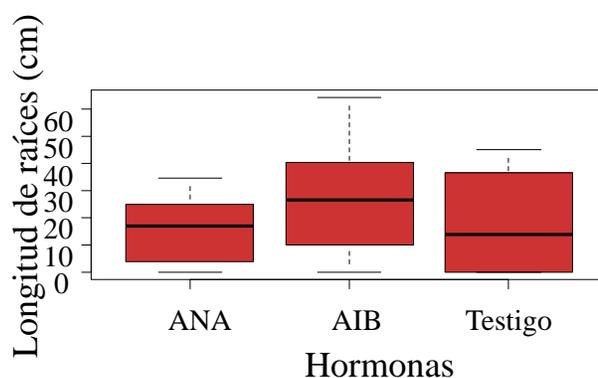


Figura N°14: Efecto de las hormonas ANA (ácido naftalacético), AIB (ácido indolbutírico) y Testigo, en la longitud de raíces de las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

Los resultados presentados en la longitud de raíces, permiten apreciar que la especie *Bambusa vulgaris* presentó una mayor longitud, seguido de *Dendrocalamus asper* y la especie que no presentó raíces fue *Guadua angustifolia*, la cual se debe a que el método de propagación no fue el adecuado para su prendimiento, recomendando autores que por chusquines es el mejor método. Mientras que la especie *Bambusa vulgaris* tiene un comportamiento radical que le permite desarrollar rizomas bulbosos de tamaño grande (visible) y una gran cantidad de raíces. (Francis, 1993).

A pesar que estadísticamente no hay resultados positivos en el factor hormona, se observó que el AIB promovió el desarrollo de una mayor longitud de raíces, seguido de ANA y por último el tratamiento sin hormona (testigo), pues según Boutherin & Bron (1994), el AIB posee mala actividad auxínica pero cuenta con una excelente reacción rizógena. Así mismo Glick, Penrose, & Li (1998), quienes mencionan que a altas dosis de auxinas se estimula la síntesis de etileno endógeno, que es un inhibidor de la elongación de la raíz en las plantas, también Taiz & Zeiger (2006), hace hincapié en lo mismo.

Fonseca (2007), indica que las concentraciones de AIB (0, 500, 1000 y 1500 mg.kg⁻¹) aplicadas en las estacas secundarias de *G. angustifolia* no aumentaron el porcentaje de estacas arraigadas y la longitud de las raíces, pues no siempre el tratamiento con reguladores de crecimiento garantiza una buena respuesta en la formación de raíces, pues la concentración hormonal necesaria es variable para cada especie. Corroborando Alvarenga & Carvalho (1983), que en concentraciones ideales se puede estimular el crecimiento radicular, y si hay exceso de dosificación puede tornarse inhibitorio, pues las raíces son muy sensibles a esas sustancias.

Con esto se observó que aunque estadísticamente no se obtuvo los resultados esperados en el factor especie, *Bambusa vulgaris* tiene mayor elongación de raíces, cuya especie tiene posiblemente características fisiológicas que le permite desarrollar raíces, mientras que el factor hormona no tuvo resultados estadísticos esperados, pero igualmente se observa que existió buena longitud de raíz con la aplicación de a AIB.

5. Análisis de sustrato

Al realizar análisis del sustrato utilizado en la presente investigación, es decir tierra del lugar, como lo indica el Anexo N°38, presenta una textura franca arenosa, pH ligeramente ácido, un nivel ligeramente bajo de contenido de N (Nitrógeno), un nivel alto de K (Potasio) y de Mg (Magnesio), un nivel bajo de Ca (Calcio). Además posee Capacidad de intercambio catiónico bajo.

Gerc (s/f), indica que los suelos que presentan un CIC muy bajo, es por las altas precipitaciones estos suelos están en constante lavaje y los nutrientes como K, Mg, Ca etc. son susceptibles a este lavaje se pierden en capas inferiores (material eluviado). También menciona que

mientras mayor sea la CIC más cationes puede retener el suelo, y depende de la cantidad y tipo de arcillas y del contenido de materia orgánica presentes en el suelo. Además Tellez (2003), indica que los suelos que más favorecen el desarrollo de la Guadua son los arenos limosos, francos, franco-arenosos, franco-limosos.

Henriquez (2004), señala que el crecimiento y morfología de las raíces sigue un control genético, pero también influye su entorno edáfico, y en el cual existen otros factores relacionados al suelo como la humedad, nivel de oxígeno y textura del suelo, luz y reguladores de crecimiento que modifican el área de la superficie de la raíz, su sobrevivencia y desarrollo. Pero para un buen prendimiento de las especies de bambú Hidalgo López (1974), indica que los perfiles de suelos ideales son ricos en materia orgánica con buenos drenajes, húmedos pero no inundables.

Noboa Salazar (2014), indica que la naturaleza del sustrato es también un punto importante ya que las plantas se nutren de un suelo con un alto porcentaje de materia orgánica, por eso siempre se recomienda utilizar sustratos de tipo orgánico como virutas de residuos de cosecha. Y al probar diferentes materiales concluye que el mayor porcentaje de prendimiento se logró con la utilización de Aserrín de madera (90%), Tamo de arroz (91 %) y tamo + aserrín de madera (95 %). Por lo que White (1948), recomienda al realizar unas pruebas con un fertilizante completo (nitrógeno, fósforo y potasio en una relación de 12:10:6) aplicado en una fórmula de 1,4kg por macizos de uno a dos años después de la siembra, resultaron en un mayor número de cañas promedio por macizo y un mayor porcentaje de cañas de tamaño máximo seis meses después de la segunda aplicación que sin fertilizante.

C. Costos de producción

Las actividades que fueron llevadas a cabo dentro del vivero Bambunet para la producción de 450 plántulas de tres especies de bambú (*Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris*), haciendo una comparación con el costo unitario del Vivero Bambunet frente a la presente investigación, tomando en cuenta que existen diferencias en cuanto a la mano de obra, hormonas aplicadas y a la infraestructura del área de estudio, por lo que se evidencia diferencia en el costo unitario Tabla N°12:

Tabla N°12: Descripción de las actividades y su costo unitario empleado para producir 450 plántulas de tres especies de bambú, frente a los costos del vivero Bambunet.

Comparación	Investigación	Vivero
ACTIVIDADES		
Insumos	112,5	157,5
Sustrato	37,65	22,60
Transporte	6	15
Agroquímicos	14,11	4,20
Labores pre culturales	195,90	152,50
Labores culturales	17,16	84,00
Herramientas (depreciación)	26,58	26,58
Supervisión técnica	150,00	133,00
TOTAL	559,90	595,38
Costo real unitario	1,24	1,32

Elaborado por: Sánchez, A. 2017

En cuanto a insumos los necesarios fueron 450 segmentos de ramas de las tres especies de bambú con costo total de 67,50 USD, igualmente se utilizó 450 fundas de 12x12 pulgadas con un costo de 45,00 USD; el sustrato utilizado fue la tierra del lugar con una cantidad de 20 libras por funda, cantidad total de 2,26 m³ y el costo total fue de 37,65 USD; la actividad de transporte para el material vegetativo se tomó en cuenta, con un costo total de 6 USD; dentro de los agroquímicos tuvo un costo total de 14,11 USD, pero de acuerdo al tratamiento hormonal se le puso el costo del producto para el AIB, ANA y Testigo. En la mano de obra, las labores pre culturales detallando los jornales necesarios de acuerdo a cada tratamiento, cuyo costo total fue de 195,90 USD y las labores culturales fue de 17,16 USD. Las herramientas utilizadas para la producción, cuyos materiales se las depreció, pero algunas materiales se estimó más durabilidad ya que su uso no es continuo, cuyo precio total fue de 26,58 USD. Se consideró también la asistencia técnica

necesaria para una mejor producción de las plantas, de acuerdo a las horas con un costo total de 150 USD.

Para la producción se le dio el mismo proceso de labores pre culturales y culturales a las tres especies de bambú con aplicación de hormonas de enraizamiento y testigo, en un tiempo total de 5 meses, en la que se invirtió 559,90 USD, tomando en cuenta que se utilizó tierra del lugar como sustrato, labores de implementación del vivero y la mano de obra con un costo menor, mientras que en el vivero Bambunet se utilizó sustrato con humus, mano de obra con valores mayores por jornales y no incluye implementación del vivero, por lo que el costo unitario es de 1,24 USD para la presente investigación y 1,32 USD para el vivero Bambunet, observando así diferencias en los valores del costo unitario de producción.

Tabla N°13: Descripción de las actividades y su costo unitario empleado para cada tratamiento hormonal de las 450 plántulas de las tres especies de bambú.

Hormona enraizante	AIB	ANA	TESTIGO
ACTIVIDADES			
Insumos	37,5	37,5	37,5
Sustrato	12,55	12,55	12,55
Transporte	7	7	7
Hormonas	1,62	12,44	0,05
Labores Pre Culturales	65,70	65,70	64,50
Labores Culturales	5,72	5,72	5,72
Herramientas (depreciación)	9,80	9,80	6,97
Supervisión técnica	50,00	50,00	50,00
TOTAL	189,89	200,71	184,29
Costo real unitario	1,27	1,34	1,23

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

El costo total de cada una de las actividades de producción fueron divididas de acuerdo a los tratamientos de hormonas, para obtener el precio unitario de cada una de ellas. En donde la inversión total en la producción de 450 plántulas de las tres especies de bambú *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* fue de 559,90 USD, cuyo costo unitario total es de 1,24 USD, donde de las 150 especies que se le aplicó el enraizante se determinó un costo real

unitario, de AIB es de 1,27 USD; de ANA es de 1,34 USD y del testigo es de 1,23 USD, por planta producida en el vivero Bambunet de acuerdo a las hormonas aplicadas.

El costo de venta de *D. asper* es de 2,50 USD, y al producirla sin hormona la rentabilidad es de 48%; *B. vulgaris* es de 2,00 USD, al producirla con la hormona AIB la rentabilidad es de 61% y *G. angustifolia* es de 1,50 USD. Al darles el mismo proceso productivo a las tres especies se determinó los costos por tratamiento hormonal de 150 plantas por especie, pudiendo señalar que el testigo es más rentable, ya que estadísticamente no hubo efecto en cuanto a las hormonas aplicadas. Pudiendo tener una ganancia máxima en las tres especies de bambú.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- a. Las hormonas evaluadas en la presente investigación no mostraron los resultados esperados, ya que estadísticamente no existe diferencias significativas en el efecto de las hormonas en las especies de bambú, aunque se observa una cantidad importante de raíces y una mayor longitud con la aplicación de AIB en la especie *B. vulgaris*.
- b. La más alta supervivencia relacionado de las tres especies durante la fase de vivero se le atribuye a *Dendrocalamus asper*, mientras que la especie con menos porcentaje de supervivencia es la de *Guadua angustifolia*. En cuanto a la efectividad de las hormonas, el testigo obtuvo un mayor porcentaje de supervivencia en relación a ANA y AIB.
- c. En cuanto al número de brotes, se evidenció tanto en campo como estadísticamente que la especie de *Dendrocalamus asper* tuvo un mayor número de brotes en relación a las otras especies, siendo *Guadua angustifolia* la que tuvo poco o nada de brotes.
- d. En cuanto al número de raíces, aunque no hubo diferencias estadísticas entre las especies de bambú, *Bambusa vulgaris* presenta un mayor número de raíces en relación a las otras especies, mientras que en la efectividad de hormonas, el AIB aparentemente intervendría en la cantidad de las raíces; mientras que al obtener el peso seco de las raíces de *D. asper*, se determinó que el T6 (AIB) es la que obtuvo mayor biomasa, en relación con los otros tratamientos. Y la especie *B. vulgaris*, se determinó que el T4 (AIB) es la que obtuvo mayor biomasa, en relación con los otros tratamientos.
- e. En cuanto a la longitud de raíces, aunque no hubo diferencias estadísticas entre las especies de bambú, *Bambusa vulgaris* presenta una mayor longitud de raíces en relación a las otras especies, mientras que en la efectividad de hormonas, el AIB aparentemente intervendría en el desarrollo de las raíces.
- f. De acuerdo a los resultados, en la mayoría de variables evaluadas de las especies de bambú, donde se aplicó hormonas, mostraron resultados deficientes en comparación con el testigo, esto es porque las hormonas estudiadas presentan un mejor enraizamiento en concentraciones menores y con menor tiempo de inmersión de los segmentos de ramas.

- g. La propagación de bambú es una opción económicamente rentable para los productores de la zona, especialmente de las dos especies preñadas de bambú *B. vulgaris* y *D. asper* utilizando el método de segmentos de ramas.
- h. Al utilizar como sustrato la tierra del lugar, tiene un alto contenido de M.O y pH Ligeramente ácido el cual está dentro del rango adecuado pero hubo un nivel medio o ligeramente bajo de Nitrógeno en el suelo (obtenido a través del análisis del sustrato), siendo este elemento el de mayor consumo del bambú.

VII. RECOMENDACIONES

En función de las conclusiones obtenidas en la presente investigación, se recomienda:

- a. Investigaciones posteriores utilizar dosis bajas de las hormonas AIB y ANA, sumándole el AIA (ácido indolacético) para un mejor potencial de enraizamiento de bambú, con mayor tiempo de inmersión y menor concentración.
- b. Motivar a la propagación intensiva de la especie de *Dendrocalamus asper* por los buenos resultados obtenidos en esta investigación y además de ser una especie de rápido crecimiento pudiendo ser apoyo importante en la reforestación.
- c. Que la especie de *Dendrocalamus asper* es la más rentable de propagar a gran escala debido posiblemente a las características fisiológicas y diversos usos importantes para el ambiente y la economía del productor, además que no se necesita de aplicación de hormonas de crecimiento, ya que está se desarrolla de forma óptima a través del método de segmentos de ramas.
- d. Propagar la especie *Guadua angustifolia* por el método de chusquines, ya que este método es el adecuado para producir la caña guadua a gran escala.
- e. Realizar cortes correctos de las estacas pre-enraizadas para evitar la acumulación de agua en la caña en épocas de lluvia o en el mismo riego de las plantas, y estas a su vez causen pudrición de la misma.
- f. Incentivar a la implementación de la propagación de especies de multipropósito de la Amazonía, dando así importancia económica y ambiental en beneficio de los productores de la zona, como por ejemplo la Chonta, Morete.
- g. Realizar investigaciones bajo vivero en condiciones controladas de precipitación y temperatura principalmente, evitando así cambios bruscos de las condiciones climáticas debido al evidente problema del cambio climático.
- h. Utilizar un buen sustrato económico garantizando un buen drenaje para el desarrollo de las plantas de bambú y que los productores del lugar tengan un buen ingreso, y a su vez entreguen plantas de calidad. Además de la incorporación de abono rico en Nitrógeno al inicio de la propagación y al trasplante a campo fijo del mismo.

VIII. RESUMEN

Debido a la importancia ecológica y económica del bambú, el área forestal pretende dar énfasis en la reforestación con estas especies en las regiones tropicales de Ecuador. La presente investigación plantea: propagar vegetativamente *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo, a través del método de segmentos de ramas, utilizando dos fitohormonas para mejorar el enraizamiento: ácido indolbutírico (AIB) y ácido naftalacético (ANA). Se propagó 450 segmentos de ramas de las tres especies. Se aplicó un diseño completo al azar con estructura factorial, con 10 repeticiones y con 5 plantas en cada unidad experimental. Los factores evaluados fueron: las especie de bambú y las hormonas aplicadas, cada uno con tres niveles. Con las hormonas evaluadas no se obtuvieron los resultados esperados, en relación a la supervivencia los porcentajes más altos se obtuvieron con el testigo (sin hormona) y *Dendrocalamus asper*, en relación al número de brotes se evidenció una mayor cantidad en *Dendrocalamus asper*, pero sin diferencia estadísticas de las hormonas aplicadas, aunque no hubo diferencias estadísticas, se observó en *Bambusa vulgaris* con la hormona AIB una cantidad y longitud considerable de raíces. La propagación de bambú se considera rentable económicamente, siendo un ingreso para los productores de la provincia, por lo cual es de suma importancia incentivar a la propagación de especies multipropósito en la Amazonía.

Palabras Clave: PROPAGACIÓN VEGETATIVA – BAMBÚ – FITOHORMONAS – ESPECIES MULTIPROPÓSITO.



IX. SUMMARY

Due to the ecological and economic importance of bamboo, the forest area aims to emphasize reforestation with these species in the tropical regions of Ecuador. The present research proposes: vegetatively propagating *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* and *Bambusa vulgaris* (bamboo) in the Bambunet vivarium of Archidona canton, in Napo Province; Through the branch segment method, using two phytohormones to improve rooting: indolebutyric acid (AIB) and naphthalacetic acid (ANA). 450 branch segments of the three species were propagated. A randomized complete design with factorial structure was applied, with 10 replicates and 5 plants of each experimental unit. The factors evaluated were: the species of bamboo and the hormones applied, each with three levels. With the evaluated hormones the expected results were not obtained, in relation to the survival the highest percentages were obtained with the control (without hormone) and *Dendrocalamus asper*, in relation to the number of outbreaks showed a greater amount of *Dendrocalamus asper*, but without difference statistics of the applied hormones, although there were no statistical differences, was observed in *Bambusa vulgaris* with the hormone AIB a considerable amount and length of roots. The propagation of bamboo is considered economically profitable, being an income for the producers of the province, which is extremely important to encourage the propagation of multipurpose species in the Amazon.

Key words: VEGETATIVE PROPAGATION – BAMBOO – PHYTOHORMONES-
MULTIPROPOSY SPECIES.



X. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarenga, L. D., & Carvalho, V. D. (1983). *Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9(101); 47–55.
- Añazco, M. (2013). *Estudio de vulnerabilidad del bambú (Guadua angustifolia) al cambio climático* (Unión Euro). Quito.
- Araujo Espinoza, D. L. (2015). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper (Schult. Schult. f.) Backer ex K. Heyne y Guadua angustifolia Kunth establecidas en campo definitivo, Tulumayo-Tingo María*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María-Perú.
- Azzini, A., Fahl, J. I., & Salgado, A. L. B. (1995). *Enraizamento de estacas rejuvenecidas de bambu tratadas com ácido naftaleno acético*. Bragantia, Campinas, 54(1); 47–50.
- Benítez, C., Ivanob, C., & Hernández Lara, J. P. (2009). *Elaboración de papel artesanal de caña guadua (Guadua angustifolia K.)*. (Tesis de grado). Universidad Politecnica Nacional. Quito.
- Blazich, F. A. (1988). *Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting*. Advances in Plant Sciences Series. USA.
- Gerc (s/f). *Capacidad de intercambio catiónico*. Recuperado el 22 de julio de 2017, de:<http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/capacidad-de-intercambio-cationico-del.html>.
- Boutherin, D., & Bron, G. (1994). *Multipliación de plantas hortícolas*. ACRIBIA. Zaragoza - España.
- Cañadas, L. (1983). *El mapa ecológico y bioclimático del Ecuador*. MAG-Pronareg. Quito, 210.
- Castano, F., & Moreno, R. D. (2004). *Guadua para todos: cultivo y aprovechamiento*. Bogotá - Colombia.

- Castaño, N., & Castaño, F. F. (1986). *Algunos sistemas silviculturales para la propagación y manejo de la Bambusa guadua en Colombia*. Bogotá.
- Catasús Guerra, L. (2003). *Estudio de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba*. La Habana-Cuba: ACTAF.
- Centellas, A. Q., Fortes, G. R. de L., Müller, N. T. G., Zanol, G. C., Flores, R., & Gottinari, R. A. (1999). *Efeito de auxinas sintéticas no enraizamento in vitro da macieira*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(2); 181–186.
- Chin, T. Y. (1977). *Effects of cutting regimes on bamboo infested forest areas*. In ASEAN Seminar on Tropical Rain Forest Management, Kuantan (Malaysia), 7-10 Nov 1977.
- Chirino, E., & Arcos, F. (2015). *Vulnerabilidad al cambio climático de especies vegetales nativas en un gradiente climático entre las provincias de chimborazo y pastaza. (i) respuesta a eventos de sequía extrema. (VULCRES)*. Proyecto Prometeo-ESPOCH. Riobamba - Ecuador.
- Cobo, C. (2008). *Edificios de hierba*. Ecuador: tierra incógnita.
- Cobos Fischer, J., & León Rodríguez, X. (2007). *Propiedades físicas-mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth y aplicación al diseño de baterías sanitarias del IASA II*. 134.
- Conover, W. J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons, Inc. (3a ed). New York.
- Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones. CORPEI. (2003). *Estudio de Mercados Internacionales para productos ecuatorianos derivados del Bambú*. Quito - Ecuador.
- Díaz, M. J. M. (2012). *Efecto de la gallinaza y tipo de propágulo, en la multiplicación de Dendrocalamus asper (Schultes & J. H. Schultes) Backer ex K. Heyne, Poaceae, "bambú asper"; en finca "El Carmen", San Miguel Panán, Suchitepéquez*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

- Díaz, F. E. (2009). *Generalidades de la Guadua angustifolia Kunth*. Pequeño manual de la Guadua. España.
- Fachinello, J. C., Hoffmann, A., Nachtigal, J. C., & Kersten, E. (2005). *Propagação vegetativa por estaquia*. Propagação de Plantas Frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 69–109.
- Falconí, C., & Galvis, F. (2008). *Plagas, malezas, enfermedades y agroquímicos*. Vademécum Agrícola. Edifarm. X Ed. Quito - Ecuador.
- Fonseca, F. K. P. (2007). *Produção de mudas de bambu Guadua angustifolia Kunth (Poaceae) por propagação vegetativa*. (Tesis de Maestría). Universidad Federal de Añagoas. Rio largo - Brasil.
- Fonseca, K., Araújo, R., & Lemos, E. (2005). *Produção massal de mudas de espécies de bambu por estaquia em viveiro: efeito da concentração de auxinas na enraizamento*. Iniciação Científica da Universidade Federal de Alagoas. UFAL/PROPEP, (publicação em andamento). Congresso Académico da UFAL (2004: Maceió, AL). Maceió - Brasil.
- Francis, J. K. (1993). *Bambusa vulgaris Schrad ex Wendl*. Common bamboo. SOITF-SM-65. New Orleans, LA US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p. Sectors in Tropical China. 67-82. China Forestry Publishing House. Proceedings.
- Gallardo, J., Freire, M., García, Y., Pérez, S., González, M., & León, J. (2008). *Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de Guadua angustifolia Kunth empleadas en la propagación*. Cultivos Tropicales, 29(1); 17–22.
- García-Ramírez, Y., Freire-Seijo, M., Pérez, B., & Hurtado, O. (2009). *Efecto de BAP y ANA en la multiplicación in vitro de Bambusa vulgaris var. vulgaris Schrad. ex Wendl*. Biotecnología Vegetal, 9(3).
- García Ramírez, Y. Y. (2010). *Regeneración vía organogénesis de plantas de Bambusa vulgaris var. vulgaris Schrad ex Wendl*. Universidad Central“ Marta Abreu” de Las Villas.

- Gielis, J., Peeters, H., Gillis, K., Oprins, J., & Debergh, P. C. (2001). *Tissue culture strategies for genetic improvement of bamboo*. In XX International Eucarpia Symposium, Section Ornamentals, Strategies for New Ornamentals-Part I 552 (pp. 195–204).
- Giraldo, H., & Sabogal, E. (2007). *Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo*. (3a ed). Colombia.
- Giraldo, E., & Sabogal, A. (1999). *Una alternativa sostenible: la guadua. Técnicas de Cultivo Y Manejo*. Armenia, CO: Corporación Autónoma Regional del Quindío. 192p.
- Glick, B. R., Penrose, D. M., & Li, J. (1998). *A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria*. Journal of Theoretical Biology, 190(1); 63–68.
- González, M., & Freire, M. (2013). *Multiplificación in vitro de brotes de Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland en medio de cultivos líquidos*, 1–70.
- Gradaille, M. D., Rodríguez, D. P., Más, Y. L., & Torrijo, F. S. (2010). *Propagación in vitro de bambú chino*. Ciencia Y Tecnología (1390-4051), 3(1).
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (1997). *Plant propagation: principles and practices*. (6ta ed). Prentice-Hall Inc. Estados Unidos.
- Henriquez, E. (2004). *Evaluación de tres factores de enraizamiento en morera (Morus alba)*. (Tesis de grado). Facultad Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago - Chile.
- Heyne, K. (1927). *De nuttige planten van Nederlandsch-Indië*. Bogor: Museum voor technische en handelsbotanie and Departement van landbouw, nijverheid & handel in Nedertandsch-indie. India.
- Hidalgo López, O. (1974). *Bambú; su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía*. Cali - Colombia: Estudios técnicos

colombianos.

Huang L, Huang B. (1995). *Loss of species distinguishing trait mong regenerated Bambusa ventricosa McClure plants*. Plant Cell Tissue Organ Cult 42:109–111.

Red Internacional de Bambú y Ratán. INBAR. (2001). *The Potencial Role of Bamboo for Development in Ecuador*. Quito - Ecuador.

Iskander, R. (2002). *Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta*. Department of Horticultural Sciences. Texas University. Texas - USA.

Islam, M. S., Bhuiyan, M. K., Hossain, M. M., & Hossain, M. A. (2011). *Clonal propagation of Bambusa vulgaris by leafy branch cuttings*. Journal of Forestry Research, 22(3); 387–392.

Kaushal, R., Gulabrao, Y. A., Tewari, S. K., Chaturvedi, S., & Chaturvedi, O. P. (2011). *Rooting behaviour and survival of bamboo species propagated through branch cuttings*. Indian Journal of Soil Conservation, 39(2); 171–175.

Lambers, G. (1998). *Sustancias Reguladoras de Crecimiento*. Barcelos.

Lin, C. S., Lin, C. C., & Chang, W. C. (2004). *Effect of thidiazuron on vegetative tissue-derived somatic embryogenesis and flowering of bamboo Bambusa edulis*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 76(1); 75–82.

Londoño, X. (1990). *Aspectos sobre la distribución y la ecología de los bambúes de Colombia (Poaceae: Bambusoideae)*. Caldasia, 16(77); 139–153.

Londoño, X. (1998). *Evaluation of bamboo resources in Latin America*. A Summary of the Final Report of Project, (96–8300); 1–4.

Londoño, X. (2010). *Identificación taxonómica de los bambúes de la región noroccidental del Perú*. Perú Bambú, Proyecto PD428/06 Rev, 2. Lima - Perú.

López, A. (2009). *Caracterización dasométrica de Bambusa vulgaris Schrader ex wendland en la*

- provincia de Granma*. (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma. Bayamo.
- Marulanda, M., Carvajalino, M., Vargas, C., & Londoño, X. (2002). *La biotecnología aplicada al estudio y aprovechamiento de la Guadua*. Memorias Seminario-Taller: Avances En La Investigación Sobre Guadua. Pereira - Colombia. 1–5.
- McClure, F. A. (1966). *The bamboos. A fresh perspective*. The Bamboos. A Fresh Perspective. USA.
- McCown, B. H. (1988). *Adventitious rooting of tissue cultured plants*. In “Adventitious root formation in cuttings.” Dioscorides Press: Portland - Orlando.
- Mercedes, J. R. (2006). *Guía técnica cultivo del bambú*. Santo Domingo - República Dominicana: CEDAF.
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales*. Turrialba - Costa Rica: IICA/CATIE.
- Mok, D. W., & Mok, M. C. (2001). *Cytokinin metabolism and action*. Annual review of plant biology, 52(1), 89-118. Department of Horticulture and Center for Gene Research and Biotechnology, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331-7304.
- Nadgir, A. L., Phadke, C. H., Gupta, P. K., Parsharami, V. A., Nair, S., & Mascarenhas, A. F. (1984). *Rapid multiplication of bamboo by tissue culture*. Silvae Genetica. Biochemistry Div. Pune - India.
- Ndiaye, A., Diallo, M. S., Niang, D., & Gassama-Dia, Y. K. (2006). *In vitro regeneration of adult trees of Bambusa vulgaris*. African Journal of Biotechnology, 5(13).
- Neto, M. C. L., Santana Ribeiro, J., & Neto, E. B. (2009). *Rooting of bamboo cuttings with auxin treatments*. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient, 7(2); 175–179.
- Neto, M. C. L., Santana Ribeiro, J., & Neto, E. B. (2017). *Enraizamento de estacas de bambu com o uso de auxinas*. Revista Acadêmica: Ciência Animal, 7(2).

- Noboa Salazar, J. L. (2014). *Evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de Caña guadua (Guadua angustifolia) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo - Ecuador.
- Ochoa M. (2012). *Costos de producción agrícola*. Recuperado el 14 de julio del 2017, de <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2012/01/31/costos-produccion-agricola>.
- Quispe Janampa, D. P. (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 de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María - Perú.
- Radmann, E. B., Fachinello, J. C., & Peters, J. A. (2002). *Efeito de auxinas e condições de cultivo no enraizamento in vitro de porta-enxertos de macieira 'M-9'*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(3); 624–628.
- Rost, T., & Weier, T. E. (1979). *Botánica: breve introducción a la biología vegetal*. New York.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2000). *Fisiología de las plantas 3: desarrollo de las plantas y fisiología ambiental*. (p. 527-564). Madrid: Thompson Editores Spain, Paraninfo SA [Links].
- Satya, S., Bal, L. M., Singhal, P., & Naik, S. N. (2010). *Bamboo shoot processing: food quality and safety aspect (a review)*. *Trends in Food Science & Technology*, 21(4); 181–189.
- Schröder, S. (2010). *Bamboo species, Dendrocalamus asper*. Recuperado el 10 de mayo del 2017, de <http://www.guaduabamboo.com/species/dendrocalamus-asper>.
- Sharma, Y. M. L. (1980). *Bamboos in the Asia Pacific Region*. In *Bamboo research in Asia: proceedings of a workshop held in Singapore, 28-30 May 1980*. IDRC, Ottawa, ON, CA.
- Shirgurkar, M. V, Thengane, S. R., Poonawala, I. S., Jana, M. M., Nadgauda, R. S., & Mascarenhas, A. F. (1996). *A simple in vitro method of propagation and rhizome formation in Dendrocalamus strictus Nees*. *Current Science*, 940–943.

- Sood, A., Ahuja, P. S., Sharma, M., Sharma, O. P., & Godbole, S. (2002). *In vitro protocols and field performance of elites of an important bamboo Dendrocalamus hamiltonii Nees et Arn. Ex Munro*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 71(1); 55–63.
- Soroa, J. (1969). *Jardinería y decoración vegetal*. Editorial Dosat, SA Plaza Santa Ana, Madrid, 58.
- Suárez, I., Araméndiz, H., & Pastrana, I. (2009). *Micropropagación de caña flecha (Gynerium sagittatum Aubl.)*. Rev. Fac. Nal. Agr, 5135–5143.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal* (Vol. 10). Universitat Jaume I. Universidad de California - Los Angeles.
- Takahashi, J., & del Bambú–PERUBAMBU, A. P. (2006). *Bamboo in Latin America: past, present and the future*. In Bamboo for the Environment, Development and Trade (Abstracts and Papers published in International Bamboo Workshop Wuyishan City, Fujian, China on 23 October 2006, Sponsored by International Network for Bamboo and Rattan China State Forestry Administratio (pp. 4–12).
- Takenouchi, Y. (1932). *Takenokenkyu*. Yokendo Publ. Co., Tokyo, 181.
- Tandalla, O., & Carolina, F. (2010). *Evaluación de tres tipos de auxinas; acido idolacetico, acido naftalenacetico y acido indol butirico para el enraizamiento de esquejes en dos variedades de clavel (dianthus caryophyllus l.)* En agrorab cia. Ltda. Pujili - Ecuador.
- Tellez, V. (2003). *Los abonos agroecológicos. Qué Son Los Abonos Orgánicos*. Bogota - Colombia, 190.
- Tofanelli, M. B. D., Chalfun, N. N. J., Hoffmann, A., & Júnior, A. C. (2002). *Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos semilenhosos de pessegueiro*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37(7); 939–944.
- Uchimura, E. (1978). *Ecological studies on cultivation of tropical bamboo forest in the*

Philippines. Bulletin, Forestry and Forest Products Research Institute, Japan, (301); 79–118.

Vela, G. L. (1982). *Los bambúes*. *Boletín Técnico*, (50). Yucatán.

Vivanco Vinuesa, J. C. (2010). *Evaluación de la eficacia del bioplus, hormonagro y enraizador universal en la propagación asexual de Hypericum (Hypericum ssp.)*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

Vozmediano, J. (1982). *Fruticultura fisiológica: ecológica del árbol frutal y tecnología aplicada*. Madrid.

Watson, G A y Wyatt-Smith, J. (1961). *Eradication of the bamboo, Gigantochloa levis (Blanco) Merr.* *Malaysian Forester*, 24, 225–229.

Weaver, R. J. (1982). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. México. Trillas.

White, D. G. (1948). *Bamboo culture and utilization in Puerto Rico*. Circular (Puerto Rico Experiment Station); No. 29.

Zanol, G. C., Luces Fortes, G. R., Da Silva, J. B., Faria, J. T. C., Gottinari, R. A., & Centellas, A. Q. (1998). *Uso do ácido indolbutírico e do escuro no enraizamento in vitro do porta-enxerto de macieira 'Marubakaido'*. *Ciência Rural*, 28(3); 387–391.

Zea Dávila, P. R. (2013). *Percepciones locales versus evidencia científica sobre la relación entre el bambú y el agua en el Cantón Bucay, Provincia del Guayas*. Bucay - Ecuador.

XI. ANEXOS

Anexo N°1: Delimitación del área de estudio.



Anexo N°2: Limpieza del área de instalación del vivero (área de investigación).



Anexo N°3: Inicio de la construcción del vivero.



Anexo N°4: Instalación del sarán y malla anti pájaros.



Anexo N°5. Distribución aleatoria del Diseño completo al azar (DCA), a través del programa R.

T4R1	T7R2	T9R3	T2R4	T5R5	T3R6	T7R7	T9R8	T5R9	T2R10
T6R1	T8R2	T3R3	T9R4	T8R5	T8R6	T4R7	T7R8	T2R9	T7R10
T1R1	T3R2	T7R3	T8R4	T5R5	T8R6	T9R7	T4R8	T1R9	T2R10
T1R1	T6R2	T5R3	T2R4	T9R5	T4R6	T7R7	T2R8	T6R9	T5R10
T3R1	T6R2	T8R3	T7R4	T7R5	T3R6	T1R7	T6R8	T1R9	T4R10
T7R1	T8R2	T6R3	T3R4	T3R5	T5R6	T4R7	T6R8	T6R9	T3R10
T9R1	T1R2	T3R3	T9R4	T1R5	T3R6	T1R7	T2R8	T8R9	T8R10
T5R1	T5R2	T1R3	T6R4	T7R5	T4R6	T2R7	T2R8	T4R9	T8R10
T9R1	T1R2	T5R3	T2R4	T6R5	T4R6	T5R7	T4R8	T9R9	T9R10

Elaborado por: Sánchez, A. 2016

Anexo N°6: Enfundado del sustrato (tierra negra) y aplicación de aserrín en los caminos del área del vivero.



Anexo N°7: Recolección del material vegetativo de las tres especies de bambú.



Anexo N°8: Identificación de los tratamientos y repeticiones de acuerdo al diseño experimental y preparación y aplicación de producto enraizante.



Anexo N°9: Siembra de los segmentos de ramas una vez aplicado el enraizante en cada una de las unidades experimentales.



Anexo N°10: Deshierbe de cada planta de las unidades experimentales y toma de datos del número de brotes.



Anexo N°11: Toma de datos del número de raíces de diez plantas por cada especie, utilizando el método de VULCRES.



Anexo N°12: Toma de datos de la longitud de la raíz de diez plantas de cada especie con ayuda del pie de rey digital.



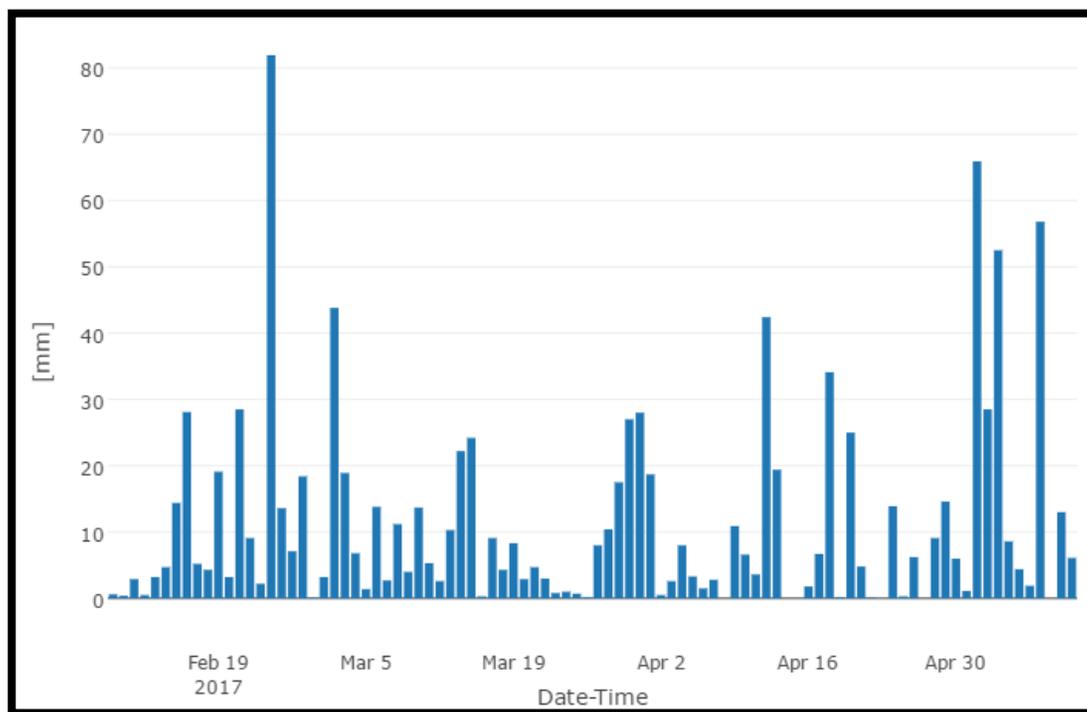
Anexo N°13: Secado de raíces de las tres especies en estudio para determinar la biomasa subterránea (parte del método de VULCRES).



Anexo N°14: Aplicación del fertilizante complejo foliar Marchfol 25N-16P-12K.



Anexo N° 15. Precipitación desde el mes de febrero hasta inicios del mes de mayo del sitio de investigación.



Fuente: Estación meteorológica de la Universidad IKIAM, cantón Tena, Provincia de Napo.

CÁLCULOS ESTADÍSTICOS:

A. SUPERVIVENCIA

Anexo N°16: Análisis de Varianza para Supervivencia de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper* con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	70083,29	8	8760,41	15,99	<0,0001
Especie	64194,74	2	32097,37	58,60	<0,0001
Hormona	3509,09	2	1754,54	3,20	0,0458
Espec*Horm	2379,46	4	594,87	1,09	0,3690
Error	44364,08	81	547,70		
Total	114447,37	89			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Supervivencia 90		0,61	0,57	44,72

Anexo N°17: Prueba de Tukey al 5% para supervivencia de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper* durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Especie	Medias	n	E.E.	
<i>G.angustifolia</i>	14,62	30	4,27	A
<i>B. vulgaris</i>	69,38	30	4,27	B
<i>D. asper</i>	72,99	30	4,27	B

Error: 547,7047 gl: 81

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

Anexo N°18: Prueba de Tukey al 5% para supervivencia en el efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo, en las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

<u>Hormona</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
ANA	45,77	30	4,27	A	
AIB	50,50	30	4,27	A	B
Testigo	60,73	30	4,27		B

Error: 547,7047 gl: 81

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

B. NÚMERO DE BROTES

Anexo N°19: Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el número de brotes (Promedio)

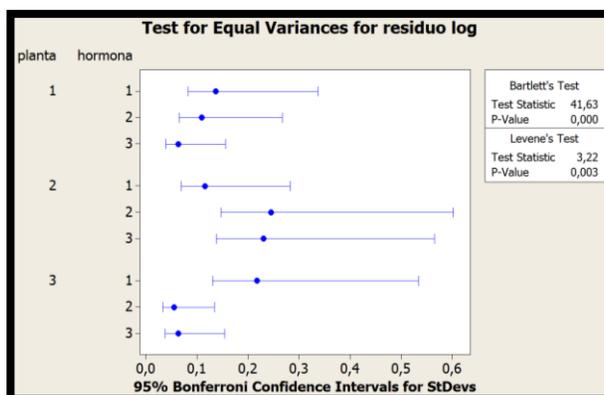
<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>W*</u>	<u>p(Unilateral D)</u>
RDUO Promedio	90	0,00	1,67	0,93	<0,0001

Anexo N°20: Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el número de brotes (Ln)

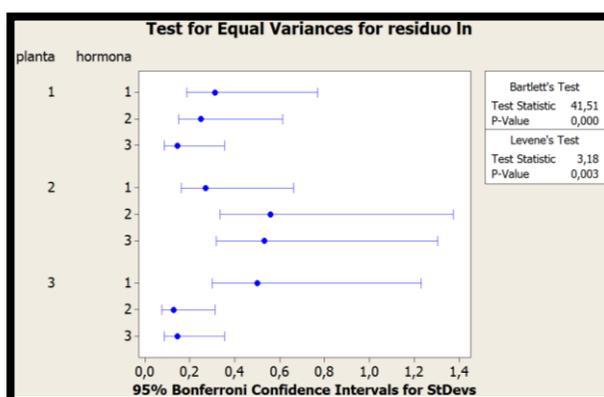
<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>W*</u>	<u>p(Unilateral D)</u>
RDUO_Ln	90	0,00	0,34	0,96	0,0563

Anexo N°21: Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en el número de brotes

Número de brotes transformación logaritmo



Número de brotes transformación logaritmo natural



Anexo N°22: Prueba de Kruskal Wallis para *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper* durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Variable	Especie	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Promedio	<i>G. angustifolia</i>	30	0,10	0,18	0,00	68,79	<0,0001
Promedio	<i>D. asper</i>	30	6,23	2,77	5,70		
Promedio	<i>B. vulgaris</i>	30	3,13	1,25	3,20		

Trat. Ranks

G. angustifolia 15,50 A

D. asper 50,13 B

B. vulgaris 70,87 C

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

Anexo N°23: Prueba de Kruskal Wallis para en el efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo, en las tres especies de bambú durante la fase de vivero a los 78 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Variable	Hormona	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Promedio	ANA	30	2,73	2,70	1,90	1,17	0,5524
Promedio	AIB	30	2,92	2,91	2,60		
Promedio	Testigo	30	3,81	3,50	3,80		

C. NÚMERO DE RAÍCES

Anexo N°24: Análisis de Varianza para el número de raíces de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper* con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	90026,55	8	11253,32	1,26	0,3281
Especie	54164,92	2	27082,46	3,02	0,0754
Hormona	24120,74	2	12060,37	1,35	0,2869
E*H	7753,04	4	1938,26	0,22	0,9258
Error	152423,33	17	8966,08		
Total	242449,88	25			

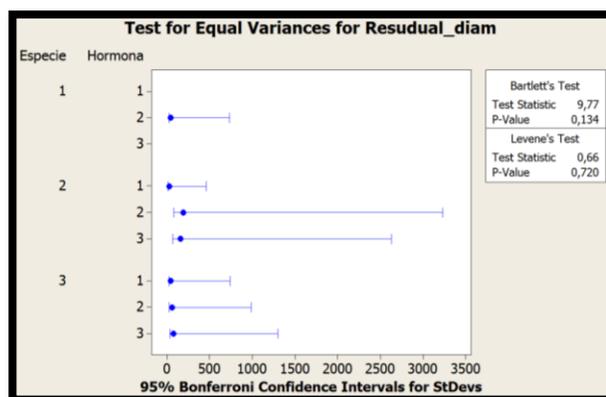
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diam	26	0,37	0,08	122,42

Anexo N°25: Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el número de raíces

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
----------	---	-------	------	----	-----------------

RDUO_Diam 26 0,00 78,08 0,90 0,0540

Anexo N°26: Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en el número de raíces



D. BIOMASA VEGETAL SUBTERRÁNEA

**Dendrocalamus asper*

Anexo N°27: Análisis de Varianza para la biomasa vegetal subterránea de *Dendrocalamus asper* con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2,67	2	1,33	0,20	0,8214
Tratamiento	2,67	2	1,33	0,20	0,8214
Error	39,33	6	6,56		
<u>Total</u>	<u>42,00</u>	<u>8</u>			

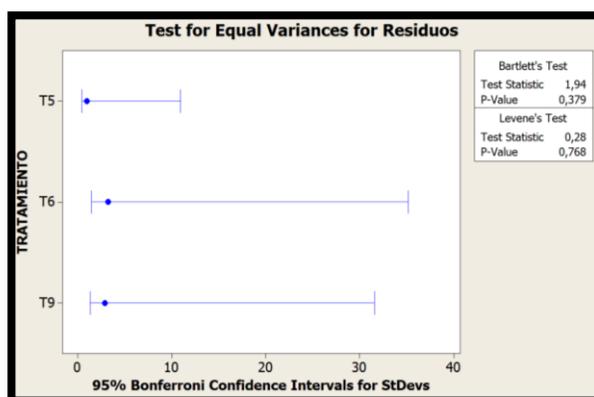
<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>BS</u>	<u>9</u>	<u>0,06</u>	<u>0,00</u>	<u>153,62</u>

Anexo N°28: Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para biomasa vegetal subterránea

<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>W*</u>	<u>p(Unilateral D)</u>
-----------------	----------	--------------	-------------	-----------	------------------------

RDUO_BS 9 0,00 2,22 0,83 0,0746

Anexo N°29: Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en la biomasa vegetal subterránea de *Dendrocalamus asper*



****Bambusa vulgaris***

Anexo N°30: Análisis de Varianza para la biomasa vegetal subterránea de *Bambusa vulgaris* con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.

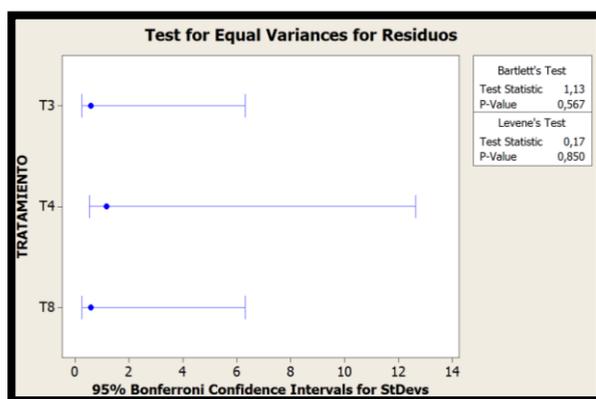
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,89	2	1,44	2,17	0,1958
Tratamiento	2,89	2	1,44	2,17	0,1958
Error	4,00	6	0,67		
Total	6,89	8			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
BS	9	0,42	0,23	91,86

Anexo N°31: Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para biomasa vegetal subterránea de *Bambusa vulgaris*.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_BS	9	0,00	0,71	0,86	0,1311

Anexo N°32: Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en la biomasa vegetal subterránea de *Bambusa vulgaris*.



E. LONGITUD DE RAÍCES

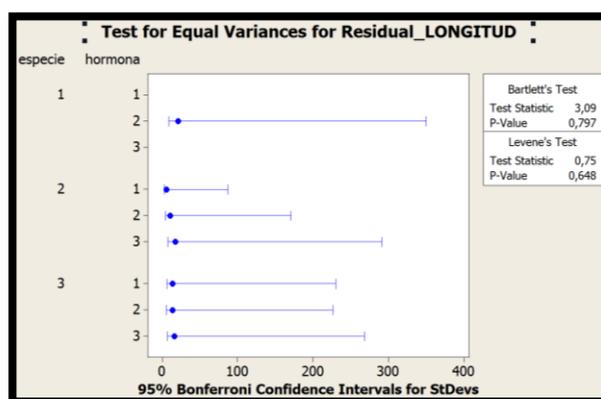
Anexo N°33: Análisis de Varianza para la longitud de raíces de *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper* con efecto de las hormonas ANA, AIB y testigo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5552,38	8	694,05	3,93	0,0085
Especie	3513,07	2	1756,53	9,94	0,0014
Hormona	1057,14	2	528,57	2,99	0,0772
Espec*Hormo	1051,94	4	262,98	1,49	0,2499
Error	3005,26	17	176,78		
Total	8557,64	25			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud	26	0,65	0,48	61,15

Anexo N°34: Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para longitud de raíces

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Longitud	26	0,00	12,74	0,95	0,5398

Anexo N°35: Prueba de Bartlett para comprobar homocedasticidad en la longitud de raíces

Anexo N°36: Prueba de Tukey al 5% para *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper* durante la fase de vivero a los 80 días iniciada la siembra de los segmentos de ramas.

Especie	Medias	n	E.E.	
<i>G. angustifolia</i>	5,58	8	4,79	A
<i>D. asper</i>	22,62	9	4,43	B
<i>B. vulgaris</i>	34,61	9	4,43	B

Error: 176,7800 gl: 17

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

Anexo N°37: Proceso de análisis de sustrato: secado, molido y tamizado del sustrato para determinar la materia orgánica, pH y elementos totales (N, P, K, Ca, Mg).



Anexo 38: Resultados del análisis del sustrato utilizado para la propagación de plantas de bambú.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Andreina Sánchez

Fecha de ingreso: 07/07/2017

Fecha de salida: 14/07/2017

Ubicación: VIVERO BAMBUNET

Parroquia

ARCHIDONA

Provincia

INVESTIGACIÓN "PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (BAMBÚ), EN EL VIVERO BAMBUNET DEL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO"

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO EN TIERRA DE VIVERO

Identificación	pH	% M.O	Mgwt/100g									
			C.L.C	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	
REPETICIÓN 1	6,1 LAc	7,09	5,1 B	0,6	1,0	0,07	0,86	0,69	0,026	0,151	0,025	
REPETICIÓN 2	6,2 LAc	7,43	5,3 B	0,7	0,9	0,06	0,87	0,66	0,027	0,152	0,008	

CODIGO	
Ac: Acido	A: alto
N: Neutro	M: medio
L Ac: Ligeraente acido	B: bajo

Ing. José Arcos T.
 Jefe LAB. DE SUELOS



Ing. Elizabeth Pachacama
 TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 18, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
 "Aportando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"