



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y  
determinación del porcentaje de prendimiento”

**AUTOR:**

Jairo Edmundo Palacios Guerrero

**TUTOR:**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador.

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

“Efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y  
determinación del porcentaje de prendimiento”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc.

**PRESIDENTE**

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

**VOCAL**

Ing. Agr. Yary Ruiz Parrales, MBA.

**VOCAL**

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

  
Jairo Edmundo Palacios Guerrero

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, esta dedicatoria va a mi Dios sobre todas las cosas por estar conmigo siempre a mi lado, mi único amigo incondicional en todo momento de alegría, felicidad, tristeza va dedicado para él.

A mis padres, mi familia y amigos muy cercanos, por toda la paciencia que me han brindado durante toda mi carrera, a su constancia y perseverancia en cada una de mis decisiones que tome, a mi hermano y a todos los que me han brindado su apoyo para que cumpliera unas de mis metas importantes de mi vida de convertirme en un Ingeniero Agrónomo. Mil gracias a todos.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Edmundo y Elva por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mi hermano por ser parte importante de mi vida y representar la unión familiar. A Carlos Falconí por ser un ejemplo de desarrollo profesional a seguir. Y a Fabia por llenar mi vida de alegría y amor cuando más lo he necesitado.

A Fabia, por ser parte muy importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor condicional.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores Ingenieros, Maribel Vera, Eduardo Colina. Por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

Gracias al Ing. Mario Touma por haberme ayudado en sus conocimientos como un gran profesional y sus consejos.

# CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Objetivos .....	2
II.	MARCO TEÓRICO .....	3
2.1.	Generalidades del bambú.....	3
2.3.	Productos.....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
3.1.	Características del sitio experimental .....	16
3.2.	Material de siembra.....	16
3.3.	Métodos .....	16
3.4.	Factores estudiados.....	16
3.5.	Tratamientos .....	16
3.6.	Diseño experimental .....	17
3.6.1.	Análisis de varianza.....	17
3.6.2.	Diseños de las parcelas experimentales.....	17
3.7.	Manejo del ensayo .....	17
3.7.1.	Construcción de camas de enraizamientos y micro túnel .....	18
3.7.2.	Preparación de plantas como productoras de esquejes.....	18
3.7.3.	Sustrato .....	18
3.7.4.	Obtención de los esquejes.....	18
3.7.5.	Aplicación de los productos .....	18
3.7.6.	Establecimiento de los esquejes.....	19
3.7.7.	Riego .....	19
3.8.	Datos evaluados .....	19
3.8.1.	Porcentaje de enraizamiento .....	19
3.8.2.	Longitud de raíz mayor .....	19
3.8.3.	Número de brote.....	19
3.8.4.	Longitud de brote mayor .....	19
3.8.5.	Área foliar del esqueje .....	20
3.8.6.	Volumen de raíces.....	20
IV.	RESULTADOS.....	21
4.1.	Porcentaje de enraizamiento.....	21
4.2.	Longitud de raíz mayor .....	22

4.3. Número de brote .....	23
4.4. Longitud de brote mayor .....	24
4.5. Área foliar del esqueje .....	25
4.6. Volumen de raíces .....	26
VI. RESUMEN .....	28
VII. SUMMARY .....	30
VIII. LITERATURA CITADA.....	32
APÉNDICE .....	36
Cuadros de resultados y análisis de varianza .....	37
Fotografías .....	41

# I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de Bambú (*Bambusa vulgaris*) es uno de los más utilizados en el mundo por su versatilidad, especialmente como materia prima para la construcción de viviendas y productos elaborados artesanalmente como adornos, pisos, muebles, viviendas, puentes emergentes, etc. En nuestro país, especialmente en el Oriente ecuatoriano, desde épocas ancestrales es considerado por las etnias indígenas como “Sagrado”.

En el mundo existen alrededor de 1250 especies de Bambú según el estudio de varios botánicos, distribuidos de la siguiente manera: 63 % en Asia, 32 % en América y 5 % en África y Oceanía. Sólo en América existen 440 especies de Bambú, siendo la más destacada y nativa en el Ecuador, conocida también en nuestro medio como Caña Guana o Caña brava<sup>1</sup>.

En la actualidad, esta especie es sustituta de la madera, con la finalidad de proteger los bosques lo cual representa una alternativa ecológica, lo que a su vez es empleada por el sector productivo, industrial y artesanal, como fuente de desarrollo económico, generando empleo para mejoras de las familias ecuatorianas.

El bajo índice de multiplicación de esquejes de Bambú debido al desconocimiento de productos enraizantes adecuados para el desarrollo de raíces es uno de los principales problemas que se presentan en la actualidad.

La utilización de enraizantes, llamados también estimulantes de crecimiento y radicales, es necesaria para inducir la emisión de raíces durante la primera etapa de desarrollo, indispensables para los esquejes, especialmente para mejorar su rendimiento.

Los productos estimulantes están compuestos por Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Magnesio, Azufre, Fitohormonas, Aminoácidos, elementos esenciales para el crecimiento vigoroso de las plántulas. Es por ello que la presente

---

<sup>1</sup> Lozada Aspiazu, C. 2012. Disponible en file:///C:/Users/USER\_W7/Music/Downloads/1078.pdf

investigación tiene como finalidad justificar el uso de productos que actúan como estimulantes radiculares, se mejorará la capacidad del prendimiento del cultivo de Bambú.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 General**

Evaluar el efecto de la aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y porcentaje de prendimiento.

### **1.1.2 Específicos**

- ✓ Determinar el prendimiento del Bambú bajo las aplicaciones de enraizantes.
  
- ✓ Identificar el producto enraizantes y dosis adecuada sobre el porcentaje de prendimiento.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Generalidades del bambú

Bosque de Paz (2017) manifiesta que el Bambú es el nombre general de más de 1200 especies de esta gramínea gigante que existen en el mundo. Se puede encontrar la mayor cantidad en China, Japón, y la zona Este y Sureste de Asia. Pero también se encuentra en el Norte de Australia, India, la parte sub-Sahara de África y las regiones tropicales de América. Esta especie es muy diferente de los bosques forestales de madera, especialmente en cuanto al ciclo de crecimiento de los bambúes.

Mientras que los bosques de madera demoran cientos de años en formarse, los bosques de bambú crecen muy rápido y pueden producir plantas enteramente maduras, cuales tallos llegan a una altura de 25 a 30 metros, dentro de 3 a 8 años. La razón principal es que no pertenece a la familia de los árboles, sino es un tipo de hierba gigante. Plantas de este tipo crecen a su altura y diámetro máxima dentro de un solo ciclo de crecimiento que dura tres a cuatro meses. Después que un tallo se muere, se cae y de inmediato será reemplazo por un nuevo retoño. Cada retoño consecutivo que sale del sistema radicular de la planta, será más grueso y más alto que el anterior. Alcanzará su potencial completa dentro de un solo ciclo de crecimiento (Bosque de Paz, 2017).

Instituto de Ciencias Naturales (2016), publica que la clasificación taxonómica es la siguiente:

Nombre Científico	: <i>Bambusa vulgaris</i>
Reino	: Plantae
Phylum	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Cyperales
Familia	: Poaceae
Género	: <i>Bambusa</i>
Epíteto Específico	: <i>vulgaris</i>

Ecuador forestal (2017) menciona que los bambúes son plantas gramíneas que pertenecen a la familia de las Poaceas, éstas se pueden encontrar en las zonas tropicales, subtropicales y templadas, representadas por más de 90 géneros y aproximadamente 1400 especies. Se constituyen como plantas de rápido crecimiento, puesto que pueden llegar a alcanzar hasta 1.00 m de crecimiento en 24 horas, logrando de esta manera crear una gran demanda dentro del mercado de la construcción, puesto que al bambú se le puede aprovechar a partir de los tres hasta los seis años de desarrollo de la planta, un tiempo mucho menor al de las maderas tradicionales.

Bosque de Paz (2017) señala que el bambú ofrece una excelente alternativa económica y ecológica para el uso de la madera cuyo precio subirá a un nivel altísimo en los próximos años, por la indiscriminada deforestación a nivel mundial. Esta planta es de rápido crecimiento y se puede cosechar los primeros tallos a los ocho años. Tiene muchos usos: construcción de casas y muebles, andamios, puntales, artículos utilitarios y en la producción de esteras y canastas, laminados, paneles, tablillas, pisos, entre otros. Además, brinda un distinguido servicio ambiental como protección de fuentes de agua (reforestación de cuencas hidrográficas), barreras contra la erosión y los deslizamientos de suelos (ancla el suelo con sus raíces).

Ecuador forestal (2017), difunde que las pautas generales de selección de bambúes a cortar son:

- A. Brillo. En el caso de *Bambusa vulgaris* es importante para reconocer su maduración o edad, el brillo lustroso de las cañas.
- B. Color. Preferir las de color más apagado, y en general, las que tienen brillo ceroso (similar a que se le hubiese aplicado una mano de cera), son cañas de más edad y de mejor densidad de fibra. Descartar las cañas que exhibe un color brillante e intenso y que al secar son más blanquecinas y opacas.
- C. Rectitud. Seleccionar las cañas más rectas. Para tener una dimensión de la rectitud, se coloca la caña vertical, con una plomada igual a su longitud en la punta. La distancia lateral de esta plomada a la base marcará que tan 'fuera de plomo' es dicha caña. Conviene expresarlo

en un porcentaje sobre el largo total. Por ejemplo, si en 4 metros la plomada esta a 40 cm del eje, tiene una desviación del 10%.

- D. Diámetro y regularidad (conicidad). El diámetro conviene medirlo, contando desde la base, a la altura de la vista. La conicidad es la diferencia entre el diámetro mayor y el menor medido en el mismo sitio. Las cañas nunca son perfectamente colíndricas, pero a veces son muy aproximadas a esa forma.
- E. Distancia de nudos (entrenudo). Los bambúes tienen menos distancia entre nudos en su base que en las puntas.
- F. Espesor de pared. Todos los bambúes tienen más pared cerca de la base que en la punta. Hay cañas que tienen pared irregular, esto es que la pared no tiene un espesor constante en su circunferencia. Es medido en milímetros.

Nianhe (2006), indica que *Bambusa vulgaris* desarrolla unos tallos muy macizos que pueden alcanzar una altura de hasta 15 metros y un grosor de entre 5 y 9 cm, rectos y erectos en su base y ligeramente caídos en el ápice. Los internudos tienen una longitud 20 a 30 cm, presentan estriación longitudinal y un color verde intenso en las poblaciones naturales. Dos de los cultivares más utilizados en jardinería *Bambusa vulgaris* cv. *Vittata* y *Bambusa vulgaris* cv. *Wamin* presentan características diferentes siendo los internudos de la primera amarillos con franjas verdes y los del segundo más cortos y ensanchados basalmente de lo habitual. A partir de los nudos desarrolla las hojas y las inflorescencias en grupos compactos. Las hojas son lanceoladas y glabras tanto en el haz como en el envés, esta tienen una longitud entre 10-30 cm; con 1,3-2,5 cm de ancho. Las inflorescencias son pseudoespiguillas lanceoladas y bífidas de entre 2 y 3,5 mm de longitud y entre 0,4 y 0,5 mm de anchura.

Para Hoogendoorn (2010), el Bambú es una planta que despierta interés en la lucha contra el cambio climático ya que es barato y resistente, no requiere de mucha agua, crece rápido y es inmensamente fuerte. Además, tiene una alta capacidad de absorber dióxido de carbono, lo que lo convierte en un aliado para mitigar los efectos del calentamiento global.

Red Agrícola (2017), manifiesta que las raíces cumplen un evidente rol como ancla y soporte mecánico del desarrollo aéreo y además la función crítica de absorber agua y nutrientes. Pero así mismo las raíces son relevantes en muchas especies permanentes como órganos de acumulación de nutrientes de reserva, las que le permitirán a la planta brotar a la siguiente temporada, en el caso de las especies que pierden las hojas, y suplir carencias en situaciones de estrés, como es, por ejemplo, producir una gran cantidad de fruta. Pero eso no es todo, ya que sus ápices también producen fitohormonas, por ejemplo citoquinina, señal hormonal que sube a estimular el crecimiento de los órganos de la parte aérea de la planta.

La copa provee a la raíz de hidratos de carbono y nutrientes minerales en estado orgánico, vitaminas (Tiamina y Biotina) y fitohormonas, potenciando su desarrollo. La provisión de carbohidratos tiene un gran efecto en el desarrollo de la raíz, que es el órgano más débil en la competencia, en la que el fruto es el sumidero más fuerte. En una planta normal la raíz es al menos igual o de mayor tamaño que la copa. Cuando se altera esta relación en desmedro de la raíz, la sustentabilidad productiva se afecta en el largo plazo. El desarrollo radicular, en tanto, incide en la productividad y sustentabilidad de los huertos y muchos de los problemas de los frutales se originan en limitaciones o daños en las raíces (Red Agrícola, 2017).

Francis (2013), indica que el bambú común también se puede propagar al enterrar estaquillas que consisten de un sólo nudo o de la caña entera. El uso de fragmentos como estacas con un nudo por lo menos arriba de la superficie también es efectivo. Las cañas usadas para esto deben ser jóvenes, ya que la capacidad de arraigar disminuye marcadamente con la edad.

Moreno *et al* (2014), acotan que los bambúes, en general, son las gramíneas más grandes del mundo, son perennes, sus raíces muy bien desarrolladas se denominan rizomas, sus tallos o culmos son cilíndricos y segmentados, hojas pecioladas y abundante follaje. Existe un total de 90 géneros y 1.100 especies de bambúes, que se distribuyen latitudinalmente

desde el norte de Japón (51°N) hasta el sur de Chile (47°S) y altitudinalmente desde el nivel del mar hasta los 4300 metros de altura.

En nuestro país, se han desarrollado algunos estudios sobre las especies y la superficie de los bambúes y como resultado se obtuvo la existencia de 4.270 ha de plantaciones establecidas de bambú de distintas especies, distribuidas en 10 provincias del País y de 60 viveros de bambú con una capacidad instalada conjunta de unas 2,5 millones de plantas al año (Moreno *et al*, 2014).

## **2.2. Enraizadores**

Para Agroquímica (2016), los enraizantes, bioestimulantes, iniciadores de la actividad radicular, estimulantes del crecimiento, son todos nombres de productos cuyo fin en ocasiones es el mismo: contribuir al enraizamiento de las plantas, estimulando el crecimiento de toda clase de cultivos (hortícolas, leñosos, viveros, semilleros, etc.) durante las primeras fases del ciclo vegetativo.

A la hora de encontrar un producto que ayude a que un cultivo enraíce correctamente, el agricultor tiene a su disposición una gran variedad de productos en el mercado que pueden ayudarlo a lograr ese fin. Muchas de las casas que se dedican a la nutrición vegetal, las grandes y las pequeñas, tienen en su portfolio algún producto enraizante. La misma variedad que se encuentra en la denominación de estos productos (enraizantes, estimulantes del crecimiento, estimulantes radiculares) se encuentra en la composición de cada uno de ellos: aminoácidos, hierro, manganeso, boro, nitrógeno, fósforo, molibdeno... “Ingredientes” que cada formulador toma de cara a sus necesidades y a los nutrientes que quiere aportar a la planta (Agroquímica, 2015).

Lo que está claro es que todos los productos se utilizan para ayudar a que la planta enraíce bien durante los primeros días tras el trasplante. Su consumo se incrementa durante los meses fríos del año, cuando a la planta le cuesta más “arrancar” o cuando los terrenos donde se trasplanta son muy

húmedos y la raíz puede encontrar problemas a la hora de asentarse. La media suele ser de una o dos aplicaciones por cultivo. El resultado final tras la aplicación de estos productos son plantas mayores, más homogéneas y con más masa radicular, con la consecuencia final de un ahorro en fertilizantes y abonos (Agroquímica, 2015).

Red Agrícola (2017), menciona que de manera más tradicional, a nivel de manejo agronómico, también se puede incidir en el desarrollo radicular mediante la nutrición, por ejemplo con el uso de macronutrientes tales como nitrógeno y fósforo, o mediante reguladores de crecimiento -bioreguladores- exógenos. Estos últimos pueden corresponder –en el caso de las raíces- a auxinas naturales, o precursores de estas, extraídas de plantas acuáticas o terrestres, extractos que con frecuencia se mezclan con aminoácidos, macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos, etc. Análisis moleculares del impacto de los bioestimulantes en las plantas han demostrado que, entre otras cosas, ayudan a las plantas a tolerar estrés biótico y abiótico.

Para lograr una generación constante de raíces nuevas o tasa positiva entre natalidad y mortalidad radicular, es necesario manejar el suelo como un sistema que constituya un sustrato favorable y equilibrado, de modo de favorecer los nuevos desarrollos radiculares. Es decir, se debe manejar la física, química y biología del suelo para evitar la compactación y aportar materia orgánica de calidad (ej. ácidos húmicos y fúlvicos), así como proteger la superficie del suelo (mulch) y procurar una nutrición equilibrada (riego y fertilización). También se recomienda aplicar productos enraizantes (basados en auxinas) y controlar plagas y enfermedades (Red Agrícola, 2017).

Sánchez (2013), realizó un estudio sobre el efecto de enraizadores sobre la reproducción de esquejes de caña Guadua y caña amarilla, probando Cytokin y Newgibb en dosis 7,5; 5 y 2,5 cc/litro, para las especies Guadua y Bambusa. Además, se incluyó dos tratamientos Guadua y Bambusa sin la aplicación de enraizantes como testigo. Encontró que la aplicación de gibelinas en el género Guadua angustifolia incrementa el prendimiento de las yemas (25,15 %), con relación a al otro grupo hormonal utilizado.

Por otra parte la aplicación de citoquininas en *Guadua angustifolia* se logra una mayor altura del brote. Ambos géneros de caña lograron un mejor diámetro de brotes, sin la aplicación de hormonal vegetales para el prendimiento de las mismas (39 % y 33 %). Además se presentó mayor biomasa radicular con la aplicación de citoquininas en ambos géneros de caña, sin embargo el testigo fue igual estadísticamente (Sánchez, 2013).

Latsague *et al* (2013), informan que una forma de cambiar el estado de conservación es incrementando el recurso por medio del manejo, es decir, aplicar técnicas orientadas a la repoblación de las áreas afectadas con el fin de conservar esta especie. Para ello la reproducción vegetativa –principalmente la reproducción por estacas– ha sido utilizada ampliamente en especies leñosas. A pesar de esto, existen muy pocos reportes publicados sobre la propagación de *B. corallina* y sólo es posible obtener información técnica sobre la propagación vegetativa de esta especie. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta al tratamiento de enraizamiento de estacas semileñosas de *B. corallina*, como un aporte a la conservación de ésta.

Durango *et al* (2017), indican que la propagación convencional de esta especie se realiza principalmente por rizomas o partes de rizomas, por la facilidad de manejo durante el transporte y fácil enraizamiento en condiciones de campo; sin embargo, los rizomas muestran tasas muy bajas de multiplicación.

Así mismo, la propagación por esquejes ha presentado grandes problemas, por el bajo porcentaje de enraizamiento y el retardo de los mismos en responder a esta labor cultural. La propagación sexual por semillas no es viable debido a la escasa o nula producción de semillas y a su bajo porcentaje de germinación. La propagación asexual con la aplicación de inductores de enraizamiento, ha sido de mucha utilidad en la propagación de diversas especies vegetales raras o menos comunes, por la uniformidad que se obtiene en las plantas propagadas, y la posibilidad de realizarla en periodos cortos, sin estar sujeto a factores ambientales (Durango *et al*, 2017).

Rivera *et al* (2016), mencionan que la propagación por estacas consiste en separar de la planta deseada una parte del tallo, raíz u hoja y colocarla en condiciones que favorecen la formación de raíces y brotes, para producir así una nueva planta que sea idéntica genéticamente al individuo del cual procede. La propagación clonal masiva permite maximizar el rendimiento, así como la calidad y uniformidad de las plantaciones forestales comerciales, además de obtener plantas resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades y con mejores características morfológicas y fisiológicas.

Durango *et al* (2017), señalan que el uso de auxinas como reguladores de crecimiento, es una práctica común para inducir la formación de raíces adventicias, con frecuencia es utilizadas en la promoción de raíces es el ácido naftalenacético (ANA); sin embargo, este producto es más tóxico que el ácido indol butílico (AIB) y deben evitarse las concentraciones excesivas, para evitar daños en las células. La aplicación de auxinas para enraizamiento de esquejes se puede realizar por tratamiento en la base de los esquejes con el regulador de crecimiento en talco mezclada con un portador inerte, por remojo prolongado o inmersión rápida en solución del producto que pueden variar en concentraciones que van desde 500 hasta los 10.000 mg·L<sup>-1</sup> a nivel comercial.

Para Pino (2015), indica que la aplicación de los productos orgánicos enraizantes influyen significativamente en las variables evaluadas a excepción de las variables floración y ciclo vegetativo. Además señala que es necesario utilizar los enraizantes con la finalidad de incrementar al sistema radicular; los productos orgánicos enraizantes deben de ser empleados como un complemento de un equilibrado programa nutricional; continuar la investigación con los productos orgánicos enraizantes en otros cultivos y tipos de suelo.

Castrillón *et al* (2016), acotan que la propagación sexual de esta especie se encuentra con varios problemas asociados con la dificultad del manejo y germinación de las semillas, incluyendo su diminuto tamaño, variación en el tamaño, número y forma de las semillas, bajos porcentajes de germinación, posibles características fotoblásticas de las semillas –dependencia de luz para la germinación– u otros casos de latencia.

Rivera *et al* (2016), informan que la edad de la estaca también es importante en el enraizado ya que la capacidad de enraizado disminuye con la edad del esqueje (después de la poda). La sección de la planta donde se obtiene la estaca también es importante, ya que en plantas juveniles se logra mayor enraizado con estacas apicales que con basales.

Castrillón *et al* (2016), sostienen que los factores más relevantes a tener en cuenta para realizar el enraizamiento por estacas son: fuentes del material vegetativo, medios para enraizamiento, tratamientos con estimuladores de enraizamiento y condiciones ambientales adecuadas para el enraizamiento. El uso de reguladores de crecimiento es una de las prácticas más comunes para inducir la formación de raíces adventicias, y los más usados son las auxinas, tal como los ácidos indol-3-acético (AIA), naftalenacético (ANA) e indolbutírico (AIB).

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. Los métodos más comunes de aplicación de auxinas para enraizar las estacas son: remojo prolongado por dos horas en la solución, inmersión rápida por cinco segundos en una solución concentrada del producto –concentración que varía entre 500 y 10 000 mg·L<sup>-1</sup>– o tratando la base de la estaca con una hormona mezclada con un portador inerte, como talco, que mantiene la sustancia enraizadora por más tiempo en contacto con la estaca (Castrillón *et al*, 2016).

Ruiz *et al* (2015), mencionan que en la mayoría de especies leñosas se ha encontrado que la propagación por estacas es el método de propagación más eficiente en términos de rapidez, manejo y costo. Una característica indispensable para el enraizado de estacas en especies leñosas es el uso de tejido juvenil, por lo que es común utilizar plantas jóvenes o rebrotes juveniles de plantas de mayor edad. Pero aún con rebrotes juveniles la capacidad de enraizado de las estacas es afectada por otros factores fisiológicos y ambientales. Entre los primeros se incluye la concentración endógena de

fitohormonas, las reservas de carbohidratos y el grado de lignificación del tallo, factores que están relacionados con la posición de la estaca en la planta madre o en el rebrote.

Mesén (2013), indican que el éxito de enraizamiento de estaquillas depende de gran cantidad de factores, relacionados con la minimización del déficit hídrico en las estaquillas, la optimización de la fotosíntesis durante el proceso de propagación, así como la utilización de sustratos adecuados y reguladores de crecimiento que favorezcan la iniciación y desarrollo de las raíces. El aumento en la capacidad de enraizamiento de estaquillas tratadas con auxina se atribuye a los efectos positivos de estas sobre la división celular, unido al reconocido efecto de las auxinas de promover el transporte de carbohidratos y cofactores foliares hacia las regiones tratadas con auxinas. Otro efecto de las auxinas sobre la formación de raíces radica en su capacidad de estimular la síntesis de ADN, lo cual resulta en una mayor división celular.

Ruiz *et al* (2015), encontraron diferencias en la capacidad de enraizado de estacas tomadas de diferentes posiciones en un mismo rebrote; las estacas obtenidas del ápice tuvieron mayor capacidad de enraizado que las estacas basales. Lo anterior se puede deber al contenido de carbohidratos, de fitohormonas o de ambos, por lo que estos factores han recibido mayor atención al intentar el enraizado.

La iniciación de primordios de raíz requiere de energía y los carbohidratos son la fuente principal en el caso de las estacas. Si las diferencias en la capacidad de enraizado se deben al contenido endógeno de reguladores del crecimiento, es posible reducir estas diferencias mediante la aplicación exógena de reguladores (Ruiz *et al*, 2015).

Velásquez (2017), según su estudio realizado manifiesta que con el uso de los enraizadores no se evidenció diferencias estadísticas en las variables en estudio frente al testigo; respecto de la interacción de enraizadores y métodos de propagación, se registró diferencias estadísticas en la variable sobrevivencia de varetas; el mayor valor de prendimiento de varetas se registró en el sistema

de propagación en cámara de enraizamiento con 71 %, por tanto recomienda evaluar condiciones de humedad y temperatura dentro de las cámaras de enraizamiento para determinar su influencia en las variables mortalidad y prendimiento de varetas a nivel de vivero y realizar investigaciones en la zona utilizando diferentes sustratos para la propagación.

### **2.3. Productos**

Nederagro (2017), expresa que Raíces 500 es un enraizador de cultivos formulado en polvo soluble con 46 % de fósforo disponible, 500 ppm de fitohormonas, macro y micro elementos en trazas y enriquecido con 10 % de aminoácidos libres, especialmente diseñado para inducir y estimular el desarrollo radicular y engrosamiento de tallos, en la producción de plántulas, trasplantes, estacas ya enraizadas y árboles frutales. Su formulación está perfectamente balanceada, permitiendo así una interacción positiva entre el complejo hormonal y los nutrientes, lográndose con ello un mejor desarrollo de raíces y crecimiento más rápido y vigoroso de las plantas.

Este producto está compuesto por Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Fitohormonas como aminoácidos. La aplicación de RAICES 500 permite obtener plantas más vigorosas al incrementar significativamente la densidad de las raíces; permite además que las plantas tratadas obtengan el agua y nutrientes del suelo que normalmente no son alcanzados por las raíces, básicamente porque, el aparato radicular contiene mayor cantidad de raíces absorbentes y estas ocupan mayor superficie en el suelo. Puede aplicarse en cualquier cultivo y/o en cualquier momento que sea necesario mejorar el sistema radicular de las plantas, luego de sufrir severos daños por nematodos, stress hídricos o cuando exista poca biomasa radicular, es ideal para corregir deficiencias de fosforo y actúa en el aumento de la calidad y cantidad de la cosecha, pues incide directamente en la absorción de nutrientes (Nederagro, 2017).

DAQ (2015), explica que Raizplant 500 es un fertilizante enraizador especialmente diseñado para inducir y estimular el desarrollo radicular y el engrosamiento de tallos en la producción de plántulas, trasplantes, estacas ya

enraizadas y árboles frutales. Su formulación está perfectamente balanceada permitiendo una interacción positiva entre el complejo hormonal y los nutrientes lográndose con ello un mejor brote de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso de las plántulas. El alto contenido de fósforo y potasio, favorecen el desarrollo de raíces, así como de tallos y hojas, lográndose ventajosamente aplicar dirigido al suelo o bien en aplicaciones al follaje.

La aplicación de Raizplant 500 permite obtener plantas más vigorosas al incrementar significativamente la densidad de las raíces, las plantas tratadas obtienen el agua y nutrientes del suelo que normalmente no son alcanzados por las raíces, básicamente porque el aparato radicular contiene mayor cantidad de raíces absorbentes y se localizan en una mayor superficie del suelo (DAQ, 2015).

Ecuaquímica (s.f.), menciona que Seaweed extract está compuesto por extracto de algas marinas de Noruega (*Ascophyllum nodosum*), es considerado como una selección superlativa para uso en cultivos extensivos, en hortalizas, frutales y ornamentales. El extracto contiene más de 60 nutrientes, especialmente Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), además de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), micronutrientes aminoácidos, citoquininas, giberelinas y auxinas promotoras de crecimiento. Los micronutrientes están en forma de quelatos naturales (ácidos algínico y manitol) los que proporcionan y favorecen el color y el vigor de las plantas. El extracto se obtiene usando un procedimiento a bajas temperaturas las mismas que no destruyen los aminoácidos y auxinas como lo hacen los procesos a altas temperaturas. Seaweed Extract además, promueve la generación de metabolitos propios de las plantas como las betaínas, que son un nuevo grupo de sustancias que protegen a los vegetales del ataque de enfermedades. Está compuesto por Macronutrientes y Oligoelementos, Micronutrientes, Compuestos reguladores de crecimiento, Carbohidratos, Proteínas, Ácidos Orgánicos y Vitaminas.

Agrotterra (2016), menciona que Vigor Plant actúa como reactivador del desarrollo vegetativo y la brotación. Aporta a las plantas fortaleza, mejora los sistemas de defensa y corrige las deficiencias de Cu, Mn y Zn. Es un producto

con alto contenido en materia orgánica y a su vez está enriquecido con nutrientes. Se trata de una mezcla de complejos moleculares estables, de distintos metales. Los complejos que se forman debido al lignosulfonato de aluminio, generan en los vegetales una acción antioxidante, por lo que la planta se estimula y desarrolla notablemente su capacidad de autodefensa.

Este producto estimula además la brotación y el crecimiento, especialmente efectivo y recomendable en casos de problemas vasculares que limiten el movimiento de la savia en la planta. Es un producto de acción sistémica, para uso foliar y/o radicular. Aconsejable aplicación en épocas de crecimiento. Puede ocasionar reverdecimiento por aplicación una vez iniciada la maduración. Mojar correctamente planta, hojas, ramas y tronco (Agrotterra, 2016).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Características del sitio experimental**

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas de 277438,26 UTM de longitud oeste y 110597,97 UTM de latitud sur.

Esta zona posee un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,7 °C, una precipitación anual de 1845,4 mm, humedad relativa de 76,2 %, evaporación de 1735,4 mm y una altura de 8 m.s.n.m.<sup>2</sup> El suelo es de topografía plana, textura franco-arcillosa y drenaje regular.

#### **3.2. Material de siembra**

Se utilizaron esquejes de Bambú procedente de plantas del vivero de forestería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Babahoyo, con 6 meses de edad aproximadamente, los mismos que fueron homogéneos en diámetro.

#### **3.3. Métodos**

Se aplicaron los métodos: deductivo - inductivo, inductivo - deductivo, empírico y experimental.

#### **3.4. Factores estudiados**

Variable Independiente: Productos y dosis de enraizantes.

Variable Dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de Bambú.

#### **3.5. Tratamientos**

Se evaluaron los tratamientos que se indican en el siguiente cuadro:

---

<sup>2</sup> Datos tomados de la Estación Experimental Meteorológica UTB-INAHMI. 2017.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

Tratamientos		Dosis/ha
T1	Raíces 500	2,0 kg
T2	Raizplant 500	3,0 L
T3	Seaweed extract	2,0 L
T4	Vigor Plant	1,0 L
T5	Testigo absoluto	0

dds: días después de la siembra

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

#### 3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Error experimental	12
Total	19

#### 3.6.2. Diseños de las parcelas experimentales

Las parcelas experimentales tuvieron dimensiones de 4,0 x 1,0 m. La separación entre repeticiones fue de 1,0 m, dando un área del ensayo de 100 m<sup>2</sup>.

### 3.7. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias para el desarrollo de la investigación, tales como:

#### **3.7.1. Construcción de camas de enraizamientos y micro túnel**

Se construyeron camas de enraizamiento con dimensiones de 4,0 m de largo x 1,0 m de ancho y 1,0 m de altura desde el suelo. La altura del micro túnel fue de 1,80 m de alto con una estructura de zarán. Los esquejes estuvieron en el túnel por el lapso de 120 días.

#### **3.7.2. Preparación de plantas como productoras de esquejes**

A las plantas de bambú provenientes de viveros del programa de forestería se le realizó una poda apical con el objeto de inducir la brotación y producción de esquejes.

#### **3.7.3. Sustrato**

Se utilizó como sustrato arena de río, la cual se desinfectó con fungicida específico y posteriormente se tapó por una semana.

#### **3.7.4. Obtención de los esquejes**

Se efectuó la poda con una tijera previamente desinfectada. Luego se utilizaron esquejes que tuvieron 15 cm de largo, los mismos que fueron colocados en un recipiente con agua para evitar que se deshidraten. Posteriormente, los esquejes se sumergieron durante 15 min en un recipiente que contenga solución fúngica para prevenir el ataque de hongos.

#### **3.7.5. Aplicación de los productos**

Los productos enraizantes se aplicaron al momento de la siembra hasta los 45 días después, con un total de 6 aplicaciones, con intervalos de siete días, según las dosis de los tratamientos propuestas en el Cuadro 1.

Todos los productos (Raíces 500, Raizplant 500, Seaweed extract y Vigor Plant) estuvieron compuestos con alto contenido de fósforo y potasio, favoreciendo el desarrollo de raíces, así como de tallos y hojas.

### **3.7.6. Establecimiento de los esquejes**

Inmediatamente después de la desinfección de los esquejes se establecieron las camas de enraizamiento, con profundidad de 15,0 cm.

### **3.7.7. Riego**

Se realizó al momento de la siembra y en intervalos de un día, durante 2 horas, evitando el déficit hídrico para que los esquejes se desarrollen con normalidad. Esta actividad se efectuó en horas de la mañana.

## **3.8. Datos evaluados**

Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se tomaron los siguientes datos:

### **3.8.1. Porcentaje de enraizamiento**

En quince esquejes tomados al azar de cada uno de los tratamientos se evaluó el porcentaje de enraizamiento, contando el número de esquejes con raíces al finalizar el ensayo. Se expresaron los resultados en términos de porcentaje.

### **3.8.2. Longitud de raíz mayor**

Se midió la raíz principal, desde la base del cuello hasta parte terminal de la raíz (cofia). Este dato se evaluó al culminar el ensayo. Cada esqueje con su raíz principal extendida se midió con una regla y sus resultados se expresaron en cm.

### **3.8.3. Número de brote**

Se evaluó el número de brotes, lo cual se efectuó contando el número de brotes presentes y dividirlo para el número de esquejes cuando finalizó el ensayo.

### **3.8.4. Longitud de brote mayor**

En los mismos esquejes que presenten raíces se midió la longitud del brote mayor hasta el ápice terminal cuando finalizó el ensayo. Sus resultados

se expresaron en cm.

### **3.8.5. Área foliar del esqueje**

En los esquejes con brotación, se calculó el área de cada foliolo, empleando la fórmula para calcular el área de una elipse, por su forma parecida a los foliolos. El área foliar del esqueje se calculó sumando el área de cada uno de los foliolos que haya emitido el brote, cuyo resultado se expresó en cm<sup>2</sup>.

Área del elipse

$$A = a \times b \times \pi$$

a = radio mayor o largo del foliolo

b = radio menor o ancho del foliolo

Área de cada foliolo<sup>3</sup>

$$\text{Área foliar} = (\text{largo} \times \text{ancho de cada hoja}) \times 0,75$$

### **3.8.6. Volumen de raíces**

Se contaron todas las raíces de cada esqueje y se colocaron en un vaso de precipitación con 100 ml de agua destilada y para incremento del volumen del agua se calculó el volumen de raíces presentes.

---

<sup>3</sup> Intagri. (2018). El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Porcentaje de enraizamiento

En el Cuadro 2, se observan los promedios de la variable porcentaje de enraizamiento. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas en sus promedios. El coeficiente de variación fue 16,86%.

La aplicación de Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha superó los promedios con 64,3 %, estadísticamente superior para el resto de tratamientos, cuyo menor valor lo obtuvo el uso de Seaweed extract en dosis de 2,0 L/ha con 20,3 %.

Cuadro 2. Porcentaje de enraizamiento, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis /ha</b>	<b>Porcentaje de enraizamiento</b>
T1	Raíces 500	2,0 kg	64,3 a
T2	Raizplant 500	3,0 L	31,3 b
T3	Seaweed extract	2,0 L	20,3 b
T4	Vigor Plant	1,0 L	28,0 b
T5	Testigo absoluto	0	29,8 b
Promedio general			34,7
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			16,86

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

## 4.2. Longitud de raíz mayor

Los promedios de longitud de raíz mayor, según el análisis de varianza registraron diferencias altamente significativas, con el coeficiente de variación de 7,06 % (Cuadro3).

La mayor longitud de raíz mayor lo obtuvo el tratamiento que se utilizó Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha (74,8 cm), estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor promedio lo registró el Testigo absoluto (20,5 cm).

Cuadro 3. Longitud de raíz mayor, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis /ha</b>	<b>Longitud de raíz mayor (cm)</b>
T1	Raíces 500	2,0 kg	74,8 a
T2	Raizplant 500	3,0 L	26,3 b
T3	Seaweed extract	2,0 L	30,3 b
T4	Vigor Plant	1,0 L	34,0 b
T5	Testigo absoluto	0	20,5 b
Promedio general			37,2
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			7,06

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

### 4.3. Número de brote

El número de botes fue mayor con el uso de Raizplant 500 que reportó 5,0 brotes, mientras que el empleo de Raíces 500 presentó 2,8 brotes.

No se reportaron diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 5,98 %.

Cuadro 4. Número de brotes, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis /ha</b>	<b>Número de brotes</b>
T1	Raíces 500	2,0 kg	2,8
T2	Raizplant 500	3,0 L	5,0
T3	Seaweed extract	2,0 L	3,5
T4	Vigor Plant	1,0 L	4,5
T5	Testigo absoluto	0	3,0
Promedio general			3,8
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			5,98

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.4. Longitud de brote mayor

La variable longitud de brote mayor se refleja en el Cuadro 5. El análisis de varianza alcanzó diferencias significativas, cuyo coeficiente de variación fue 12,76 %.

La aplicación de Raíces 500 en dosis de 45,5 cm alcanzó 45,5 cm de longitud de brote mayor, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Raizplant 500 con 3,0 L/ha; Seaweed extract 2,0 L/ha y Vigor Plant 1,0 L/ha y superiores estadísticamente al Testigo absoluto que mostró 10,5 cm de longitud de brote mayor.

Cuadro 5. Longitud de brote mayor, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis /ha</b>	<b>Longitud de brote mayor (cm)</b>
T1	Raíces 500	2,0 kg	45,5 a
T2	Raizplant 500	3,0 L	21,5 ab
T3	Seaweed extract	2,0 L	16,5 ab
T4	Vigor Plant	1,0 L	13,5 ab
T5	Testigo absoluto	0	10,5 b
Promedio general			21,5
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			12,76

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.5. Área foliar del esqueje

En el área foliar del esqueje, el uso de Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha sobresalió con 11,5 cm<sup>2</sup> y el Testigo absoluto obtuvo 8,2 cm<sup>2</sup>.

No se presentaron diferencias significativas, según el análisis de varianza y el coeficiente de variación fue 18,98 % (Cuadro 6).

Cuadro 6. Área foliar del esqueje, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis /ha</b>	<b>Área foliar del esqueje (cm<sup>2</sup>)</b>
T1	Raíces 500	2,0 kg	11,5
T2	Raizplant 500	3,0 L	10,0
T3	Seaweed extract	2,0 L	8,7
T4	Vigor Plant	1,0 L	10,9
T5	Testigo absoluto	0	8,2
Promedio general			9,9
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			18,98

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.6. Volumen de raíces

En el Cuadro 7, se observan los promedios de volumen de raíces. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 18,95 %.

Aplicando Raíces 500 en dosis de 3,0 kg/ha y Vigor Plant 1,0 L/ha se registró 2,9 cm<sup>3</sup> y el Testigo absoluto mostró 2,1 cm<sup>3</sup>.

Cuadro 7. Volumen de raíces, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis /ha</b>	<b>Volumen de raíces (cm<sup>3</sup>)</b>
T1	Raíces 500	2,0 kg	2,9
T2	Raizplant 500	3,0 L	2,4
T3	Seaweed extract	2,0 L	2,5
T4	Vigor Plant	1,0 L	2,9
T5	Testigo absoluto	0	2,1
Promedio general			2,5
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			18,95

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- ✓ La aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú obtuvieron resultados significativos sobre una parcela.
- ✓ Utilizando el producto Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha se presentó mayor porcentaje de prendimiento, longitud de raíz, longitud de brote mayor, área foliar del esqueje y volumen de raíces.
- ✓ Raizplant 500, en dosis de 3,0 L/ha influyó para que existan mayor número de brotes.

Por los resultados obtenidos se recomienda:

- ✓ Utilizar el producto Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha como enraizante sobre esquejes de Bambú.
- ✓ Efectuar investigaciones sobre productos enraizantes sobre especies forestales.
- ✓ Realizar el mismo ensayo en otras parcelas demostrativas

## VI. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Granja Experimental "San Pablo" de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas de 277438,26 UTM de longitud oeste y 110597,97 UTM de latitud sur. Esta zona posee un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,8 °C, una precipitación anual de 2203,8 mm, humedad relativa de 79,6 %, evaporación de 1738,7 mm y una altura de 8 m.s.n.m. El suelo es de topografía plana, textura franco-arcillosa y drenaje regular.

Se utilizaron esquejes de Bambú procedente de plantas del vivero de forestería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Babahoyo, con 6 meses de edad aproximadamente. Los objetivos planteados fueron: estudiar el comportamiento agronómico del Bambú a las aplicaciones de enraizantes e identificar el producto enraizantes y dosis adecuada sobre el porcentaje de prendimiento.

Los tratamientos estudiados fueron la utilización de productos enraizantes como Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha; Raizplant 500 dosis de 3,0 L/ha; Seaweed extract 2,0 L/ha; Vigor Plant 1,0 L/ha y un Testigo absoluto si aplicación de productos. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Las parcelas experimentales tuvieron dimensiones de 4,0 x 1,0 m. La separación entre repeticiones fue de 1,0 m, dando un área del ensayo de 100 m<sup>2</sup>. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias para el desarrollo de la investigación, como construcción de camas de enraizamientos y micro túnel; preparación de plantas como productoras de esquejes; sustrato; obtención de los esquejes; aplicación de los productos; establecimiento de los esquejes y riego. Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se

tomaron los datos de porcentaje de enraizamiento; longitud de raíz mayor; número de brote; longitud de brote mayor; área foliar del esqueje y volumen de raíces.

Por los resultados obtenidos se determinó que la aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú obtuvieron resultados significativos sobre una parcela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la U.T.B; utilizando el producto Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha se presentó mayor porcentaje de prendimiento; así mismo, la longitud de raíz mayor sobresalió con la aplicación del enraizante Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha; Raizplant 500, en dosis de 3,0 L/ha influyó para que existan mayor número de brotes y la longitud de brote mayor, área foliar del esqueje y volumen de raíces sobresalió con el uso del enraizante Raíces 500, en dosis de 2,0 kg/ha.

**Palabras claves:** enraizantes, esquejes de Bambú, porcentaje de prendimiento, Raíces 500, Raizplant 500, Seaweed extract y Vigor Plant

## VII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the grounds of the Experimental Farm "San Pablo" of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at km. 7.5 of the Babahoyo-Montalvo road, with geographic coordinates of 277438.26 UTM of west longitude and 110597.97 UTM of south latitude. This area has a humid tropical climate, with an annual average temperature of 25.8 ° C, an annual rainfall of 2203.8 mm, relative humidity of 79.6%, evaporation of 1738.7 mm and a height of 8 m.s.n.m. The soil is flat topography, clay-loam texture and regular drainage.

Bamboo cuttings were used from plants of the forestry nursery of the Faculty of Agricultural Sciences, of the Technical University of Babahoyo, with approximately 6 months of age. The proposed objectives were: to study the agronomic behavior of the Bamboo to the rooting applications and to identify the rooting product and the appropriate dose on the percentage of capture.

The treatments studied were the use of rooting products such as Roots 500, in doses of 2.0 kg / ha; Raizplant 500 doses of 3.0 L / ha; Seaweed extract 2.0 L / ha; Vigor Plant 1.0 L / ha and an absolute Witness if product application. The experimental design of Complete Blocks at Random was used with five treatments and four repetitions. The comparisons of means were made with the Tukey test at 5% probability.

The experimental plots had dimensions of 4.0 x 1.0 m. The separation between repetitions was 1.0 m, giving a test area of 100 m<sup>2</sup>. All the necessary agricultural work was carried out for the development of the research, such as construction of rooting beds and micro tunnel; preparation of plants as producers of cuttings; substratum; obtaining the cuttings; application of the products; establishment of cuttings and irrigation. In order to correctly estimate the effects of the treatments, the percentage rooting data were taken; root length greater; outbreak number; greater sprout length; foliar area of the cutting and volume of roots.

For the results obtained, it was determined that the application of rooting on bamboo cuttings obtained significant results on a plot of the Faculty of Agricultural Sciences of the U.T.B; using the Roots 500 product, in a dose of 2.0 kg / ha, there was a higher rate of arrest; likewise, the length of the largest root stood out with the Roots 500 rooting application, in a dose of 2.0 kg / ha; Raizplant 500, at a dose of 3.0 L / ha, influenced the existence of a greater number of shoots and the length of the largest shoot, leaf area of the cutting and root volume exceeded with the use of Roots 500 rooting, in doses of 2.0 kg / ha.

**Keywords:** Rooting, Bamboo cuttings, percentage of yield, Roots 500, Raizplant 500, Seaweed extract and Vigor Plant

## VIII. LITERATURA CITADA

- ✓ Agrotterra. 2016. Vigor Plant Reactivador del Desarrollo Vegetativo y la Brotación. Disponible en <http://www.agrotterra.com/p/vigor-plant-reactivador-del-desarrollo-vegetativo-y-la-brotacin-3113301/3113301>
- ✓ Agroquímica. 2016. Informe de productos enraizantes. Disponible en <http://www.agroquimica.es/informe-de-productos-enraizantes>
- ✓ Bambu - Ecuador. 2017. Punto de encuentro entre los sectores productivo, social, educativo y gubernamental, para optimizar el desarrollo y aprovechamiento del bambú en el Ecuador. Disponible en <http://bambu.com.ec/bambu/taxonomia-ecologia-y-silvicultura-del-bambu-con-enfasis-en-guadua-angustifolia/>
- ✓ Bosque de Paz. 2017. El Bambú en el Ecuador. Disponible en [http://www.bospas.org/bospas/index.php?option=com\\_content&task=view&id=63&Itemid=104](http://www.bospas.org/bospas/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=104)
- ✓ Castrillón, J.; Carvajal, E.; Ligarreto, G.; Magnitskiy, S. 2016. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) en diferentes sustratos Agronomía Colombiana, vol. 26, núm. 1. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. pp. 16-22
- ✓ DAQ (Diccionario de Especialidades Agroquímicos). 2015. Raizplant-500. Disponible En <http://www.agroquimicos-organicosplm.com/raizplant-500-1836-3#inicio>
- ✓ Durango, E.; Humanez, A. 2017. Enraizamiento de esquejes de Caña Agria (*Cheilocostus speciosus* . J. Koenig) Revista Colombiana de

Biotecnología, vol. XIX, núm. 2. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. pp. 133-139

- ✓ Ecuador Forestal. 2017. Bambú: Obtención y preparación. Disponible en <http://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/bambu-obtencion-y-preparacion/>
- ✓ Ecuaquímica. s.f. Producto Seaweed extract. Disponible en [http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf\\_agricola/SEAWEEDEXTRACT.pdf](http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf_agricola/SEAWEEDEXTRACT.pdf)
- ✓ Francis, J. 2013. *Bambusa vulgaris*. Disponible en: [www.fs.fed.us/global/iitf/Bambusa vulgaris.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/Bambusa_vulgaris.pdf)
- ✓ Hoogendoorn, C. 2010. Bambú contra el cambio climático. Disponible en [http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101066226/-1/Bamb%C3%BA\\_contra\\_el\\_cambio\\_clim%C3%A1tico.html#.VnfuULbhDcc](http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101066226/-1/Bamb%C3%BA_contra_el_cambio_clim%C3%A1tico.html#.VnfuULbhDcc)
- ✓ Instituto de Ciencias Naturales. 2016. *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl. Poaceae. Disponible en <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/?controlador=ShowObject&accion=show&id=217353>
- ✓ Latsague, V.; Sáez, P.; Hauenstein, E. 2013. Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico Bosque, vol. 29, núm. 3. Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile. pp. 227-230
- ✓ Mesén, F.; Ruiz, H. 2013. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Agronomía Costarricense, vol. 34, núm. 2. Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica. pp. 259-267

- ✓ Moreno, L., Osorio, L., Trujillo, E. 2014. Estudio de las propiedades mecánicas de haces de fibra de guadua angustifolia. Ingeniería y desarrollo. México DF. P. 133.
  
- ✓ Nederagro. 2017. Ficha Técnica de Raíces 500. Disponible en [http://nederagro.com/WebNederagro/?page\\_id=627](http://nederagro.com/WebNederagro/?page_id=627)
  
- ✓ Nianhe, X., Liangzhi, J., Dezhu, L. y Stapleton, C. 2006. Bambusa vulgaris. pp. 17. Disponible en <http://flora.huh.harvard.edu/china/PDF/PDF22/Bambusa.pdf>
  
- ✓ Pino, A. 2015. Efectos de la aplicación de tres productos orgánicos enraizadores sobre el rendimiento del arroz variedad 'INIAP 17' en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica.
  
- ✓ Red Agrícola. 2017. "La raíz es el cerebro de la planta" Manejos y productos para potenciar el desarrollo radicular". Disponible en <http://www.redagricola.com/reportajes/frutales/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta-darwin-manejos-y-productos-para-potenciar-el->
  
- ✓ Rivera, M.; Vargas, J.; López, J; Villegas, A.; Jiménez, M. 2016. Enraizamiento de estacas de *Pinus patula*. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 39, núm. 4. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.
  
- ✓ Ruiz, R.; Vargas, J.; Cetina, V.; Villegas, Á. 2015. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de Gmelina arborea Roxb Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 28, núm. 4. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. pp. 319-326

- ✓ Velásquez, V. 2017. Eficacia de enraizadores bajo dos sistemas de propagación para la clonación de genotipos de alta productividad de café robusta (*Coffea canephora*), en Babahoyo, Provincia de Los Ríos. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía.

## **APÉNDICE**

## Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 8. Porcentaje de enraizamiento, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

Tratamientos	Dosis /ha	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
T1 Raíces 500	2,0 kg	62,0	59,0	64,0	72,0	64,3
T2 Raizplant 500	3,0 L	28,0	31,0	27,0	39,0	31,3
T3 Seaweed extract	2,0 L	12,0	18,0	24,0	27,0	20,3
T4 Vigor Plant	1,0 L	24,0	38,0	29,0	21,0	28,0
T5 Testigo absoluto	0	32,0	28,0	24,0	35,0	29,8

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4791,40	7	684,49	19,99	<0,0001
Trat	4653,20	4	1163,30	33,98	<0,0001
Rep	138,20	3	46,07	1,35	0,3060
Error	410,80	12	34,23		
<u>Total</u>	<u>5202,20</u>	<u>19</u>			

Cuadro 9. Longitud de raíz mayor, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

Tratamientos	Dosis /ha	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
T1 Raíces 500	2,0 kg	108,0	52,0	54,0	85,0	74,8
T2 Raizplant 500	3,0 L	18,0	32,0	29,0	26,0	26,3
T3 Seaweed extract	2,0 L	33,0	28,0	19,0	41,0	30,3
T4 Vigor Plant	1,0 L	38,0	27,0	28,0	43,0	34,0
T5 Testigo absoluto	0	22,0	19,0	14,0	27,0	20,5

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,80	7	0,11	10,06	0,0003
Trat	0,70	4	0,17	15,32	0,0001
Rep	0,10	3	0,03	3,04	0,0706
Error	0,14	12	0,01		
<u>Total</u>	<u>0,94</u>	<u>19</u>			

Cuadro 10. Número de brotes, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

Tratamientos	Dosis /ha	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
T1 Raíces 500	2,0 kg	5,0	3,0	2,0	1,0	2,8
T2 Raizplant 500	3,0 L	9,0	4,0	5,0	2,0	5,0
T3 Seaweed extract	2,0 L	6,0	2,0	4,0	2,0	3,5
T4 Vigor Plant	1,0 L	9,0	5,0	1,0	3,0	4,5
T5 Testigo absoluto	0	5,0	2,0	1,0	4,0	3,0

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,01	7	1,1E-03	5,00	0,0075
Trat	1,5E-03	4	3,8E-04	1,67	0,2215
Rep	0,01	3	2,1E-03	9,45	0,0018
Error	2,7E-03	12	2,3E-04		
<u>Total</u>	<u>0,01</u>	<u>19</u>			

Cuadro 11. Longitud de brote mayor, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

Tratamientos	Dosis /ha	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
T1 Raíces 500	2,0 kg	73,0	18,0	16,0	75,0	45,5
T2 Raizplant 500	3,0 L	40,0	11,0	15,0	20,0	21,5
T3 Seaweed extract	2,0 L	12,0	17,0	13,0	24,0	16,5
T4 Vigor Plant	1,0 L	8,0	10,0	6,0	30,0	13,5
T5 Testigo absoluto	0	7,0	10,0	13,0	12,0	10,5

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,60	7	0,09	2,91	0,0504
Trat	0,41	4	0,10	3,48	0,0416
Rep	0,19	3	0,06	2,14	0,1478
Error	0,35	12	0,03		
<u>Total</u>	<u>0,95</u>	<u>19</u>			

Cuadro 12. Área foliar del esqueje, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

Tratamientos	Dosis /ha	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
T1 Raíces 500	2,0 kg	10,0	11,3	10,3	14,5	11,5
T2 Raizplant 500	3,0 L	10,1	12,5	8,5	9,0	10,0
T3 Seaweed extract	2,0 L	10,7	6,5	8,0	9,6	8,7
T4 Vigor Plant	1,0 L	10,6	9,0	11,3	12,6	10,9
T5 Testigo absoluto	0	8,3	6,6	10,4	7,5	8,2

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	37,03	7	5,29	1,51	0,2524
Trat	31,32	4	7,83	2,24	0,1257
Rep	5,70	3	1,90	0,54	0,6618
Error	41,98	12	3,50		
<u>Total</u>	<u>79,01</u>	<u>19</u>			

Cuadro 13. Volumen de raíces, en los efectos de aplicación de enraizantes sobre esquejes de Bambú y determinación del porcentaje de prendimiento. FACIAG, 2017.

Tratamientos	Dosis /ha	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
T1 Raíces 500	2,0 kg	3,3	3,3	2,5	2,6	2,9
T2 Raizplant 500	3,0 L	2,5	3,0	2,0	2,0	2,4
T3 Seaweed extract	2,0 L	2,5	2,0	2,9	2,7	2,5
T4 Vigor Plant	1,0 L	2,9	2,9	3,2	2,5	2,9
T5 Testigo absoluto	0	2,7	1,4	1,7	2,5	2,1

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2,56	7	0,37	1,57	0,2362
Trat	2,15	4	0,54	2,31	0,1178
Rep	0,40	3	0,13	0,58	0,6410
Error	2,80	12	0,23		
<u>Total</u>	<u>5,35</u>	<u>19</u>			

## Fotografías











