



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

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN  
EL ENRAIZAMIENTO DE MINI ESTACAS DE *Eucalyptus urophylla X grandis*  
(EUCALIPTO UROGRANDIS), CANTÓN BUENA FE, PROVINCIA LOS RÍOS.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE INGENIERA FORESTAL**

**MUÑOZ CAIZA LAURA ISABEL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2018**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

El TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el proyecto de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO DE MINI ESTACAS DE *Eucalyptus urophylla X grandis* (EUCALIPTO UROGRANDIS), CANTÓN BUENA FE, PROVINCIA LOS RÍOS**, de responsabilidad de la señorita Laura Isabel Muñoz Caiza, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

### TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



Fecha: 07-08-2018

Ing. Oscar Bladimiro Guadalupe Arias

**DIRECTOR**



Fecha: 07/08/2018

BQ. Edwin Fernando Basantes Basantes

**ASESOR**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2018**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Laura Isabel Muñoz Caiza, 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, 07 de Agosto del 2018



---

Laura Isabel Muñoz Caiza

060413820-6

## AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor, de la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A., de la Escuela de Ingeniería Forestal y de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Laura Isabel Muñoz Caiza

060413820-6

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de tesis Dedico a mi Dios, a mis padres y hermana.*

*A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y brindándome  
fortaleza para continuar.*

*A mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación  
siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se  
me presentaba, sin dudar ni un solo momento en mi capacidad.*

*A mi confidente, hermana y amiga, Piedad que ha estado junto a mí en todas las  
circunstancias de la vida.*

*Laura Muñoz*

## **AGRADECIMIENTO**

*Nada sería posible sin la voluntad de Dios, agradezco su amor presente en mi vida, llenándome de sabiduría, persistencia e inteligencia para dar todo de mí, en mi decisión profesional.*

*A mis queridos padres Rosita Caiza, Jaime Muñoz por haber proporcionado la mejor educación y lecciones de vida. Gracias por estar siempre conmigo en todo momento, siempre me enseñaron que con esfuerzo, trabajo y constancia todo lo que se propone se logra conseguir.*

*A mis hermanos José, Ángel, Pablo, Piedad, Carmita y Liliana, que con su amor me han enseñado a salir adelante, quienes siempre estuvieron apoyándome en todo momento, por llenar mi vida de amor y alegría cuando más lo necesitaba.*

*A mi tío Miguel Muñoz por apoyarme incondicionalmente en todo, por estar conmigo cuando más lo necesitaba, siempre serás como un segundo padre para mí.*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por convertirse en mi hogar, a cada uno de mis maestros que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, compartiendo sus conocimientos, experiencias y formar parte de lo que ahora soy.*

*A mí distinguido tribunal conformado por, Oscar Guadalupe y Edwin Basantes por todo el tiempo que me han dado, por sus sugerencias e ideas de las que tanto provecho he sacado.*

*A la prestigiosa empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A, que me brindaron la oportunidad de poder realizar mi trabajo de titulación.*

*A mis amigos, Jessica, Raúl, Fabián y Patricio, porque juntos aprendimos a vivir, arriesgarnos y a soñar.*

*Gracias a todos.*

## TABLA DE CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| LISTA DE GRÁFICOS   | i   |
| LISTA DE TABLAS .....   | ii  |
| LISTA DE ANEXOS.....  | iii |
| I. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO DE MINI ESTACAS DE <i>Eucalyptus urophylla x grandis</i> (EUCALIPTO UROGRANDIS) CANTÓN BUENA FE PROVINCIA LOS RÍOS ..... | 1   |
| II. INTRODUCCIÓN .....  | 1   |
| A. JUSTIFICACIÓN. ....  | 2   |
| B. OBJETIVOS .....  | 3   |
| 1. Objetivo General .....   | 3   |
| 2. Objetivos Específicos.....   | 4   |
| III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. ....   | 5   |
| A. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....   | 5   |
| B. EUCALYPTUS UROGRANDIS ( <i>Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis</i> ). 5  |     |
| C. PROPAGACIÓN VEGETATIVA EN LA PRODUCCIÓN DE EUCALIPTOS. 9   |     |
| D. ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB).....  | 11  |
| E. PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE <i>Eucalyptus urograndis</i> ( <i>Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis</i> ). ....  | 14  |
| F. SILVICULTURA CLONAL INTENSIVA.....   | 16  |
| G. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR. ....  | 17  |
| H. BIOMASA DE RAÍCES .....  | 18  |
| IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....   | 19  |
| A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR .....  | 19  |
| B. MATERIALES. ....   | 20  |
| C. METODOLOGÍA.....   | 22  |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....  | 31  |
| A. DETERMINAR EL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA, TIEMPO DE ENRAIZAMIENTO Y NÚMERO DE BROTES EN LOS TRES CULTIVARES. ..   | 31  |
| B. ANALIZAR EL DESARROLLO DE LOS TRES CULTIVARES EN BASE A LOS TRATAMIENTOS APLICADOS PARA CONCLUIR CUAL ES EL MEJOR. ...   | 36  |
| VI. CONCLUSIONES .....  | 47  |
| VII. RECOMENDACIONES.....   | 48  |
| VIII. RESUMEN.....  | 49  |
| IX. ABSTRACT.....   | 50  |

|                      |    |
|----------------------|----|
| X. BIBLIOGRAFÍA..... | 51 |
| XI. ANEXOS.....      | 56 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|            |  | Pág |
|------------|--|-----|
| Gráfico 1. | Mapa de ubicación del vivero “Los Ángeles”.  | 19  |
| Gráfico 2. | Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de Eucalipto urograndis ( <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> )           | 32  |
| Gráfico 3. | Tiempo de enraizamiento entre los tres cultivares de Eucalipto urograndis ( <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> ). | 34  |
| Gráfico 4. | Número de brotes.  | 36  |
| Gráfico 5. | Interacción entre cultivares y tratamientos en número de raíces.   | 38  |
| Gráfico 6. | Longitud de raíces entre cultivares y tratamientos.  | 40  |
| Gráfico 7. | Biomasa de las raíces.   | 42  |
| Gráfico 8. | Altura de las plantas de Eucalipto urograndis ( <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> ).                             | 44  |
| Gráfico 9. | Diámetro a la altura del cuello (DAC) de Eucalipto urograndis ( <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> ).             | 45  |

## LISTA DE TABLAS

|           |  | Pág |
|-----------|--|-----|
| Tabla 1.  | Datos generales de Ácido Indulbutírico.  | 11  |
| Tabla 2.  | Obtención de mini estacas para establecimiento del ensayo.   | 24  |
| Tabla 3.  | Factores en estudio  | 25  |
| Tabla 4.  | Interacción entre los factores A x B   | 25  |
| Tabla 5.  | Tratamientos establecidos en la investigación.   | 25  |
| Tabla 6.  | Número y porcentaje de sobrevivencia y mortalidad.   | 32  |
| Tabla 7.  | Tiempo de enraizamiento de las mini estacas de Eucalipto urograndis ( <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> ) en número de días. | 33  |
| Tabla 8.  | Análisis de varianza de número de brotes entre cultivares y tratamientos.  | 34  |
| Tabla 9   | Separación de medias de del número de brotes entre cultivares de Eucalipto urograndis ( <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> ). | 35  |
| Tabla 10. | Análisis de varianza del número de raíces entre cultivares y tratamientos.   | 37  |
| Tabla 11. | Análisis de varianza de la longitud de raíces entre cultivares y tratamientos.   | 39  |
| Tabla 12. | Separación de medias de Tukey al 5% de la longitud de raíces entre los cultivares.   | 40  |
| Tabla 13. | Análisis de varianza de la biomasa entre los tres cultivares.  | 41  |
| Tabla 14. | Separación de medias de Tukey al 5% de la biomasa entre los tres cultivares.   | 42  |
| Tabla 15. | Análisis de varianza la altura de los tres cultivares de Eucalipto urograndis ( <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> ).         | 43  |
| Tabla 16. | Separación de medias de Tukey al 5% de la altura entre cultivares.   | 44  |
| Tabla 17. | Análisis de varianza no paramétrica de DAC.  | 45  |

**LISTA DE ANEXOS**

|  | Pág |
|--|-----|
| Anexo 1. Instalación del ensayo y diseño del campo experimental  | 56  |
| Anexo 2. Tamizado y desinfección del sustrato.   | 56  |
| Anexo 3. Llenado de bandejas.  | 57  |
| Anexo 4. Selección de plantas madre.   | 58  |
| Anexo 5. Recolección de material vegetativo  | 58  |
| Anexo 6. Aplicación del Ácido Indolbutírico.   | 58  |
| Anexo 7. Colocación de las mini estacas en los tubetes.  | 59  |
| Anexo 8. Visualización directa del tiempo de enraizamiento.  | 59  |
| Anexo 9. Limpieza de las plantas de <i>Eucalyptus urograndis</i> ( <i>Eucalyptys urophylla x Eucalyptus grandis</i> ). | 59  |
| Anexo 10. Aplicación de fungicida a las plantas de ( <i>Eucalyptys urophylla x Eucalyptus grandis</i> ).               | 60  |
| Anexo 11. Lavado de las raíces de <i>Eucalyptus urograndis</i> ( <i>Eucalyptys urophylla x Eucalyptus grandis</i> ).   | 60  |
| Anexo 12. Clasificación de las raíces por cultivar y tratamiento en el laboratorio de Suelos de la ESPOCH.             | 61  |

# **I. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO DE MINI ESTACAS DE *Eucalyptus urophylla x grandis* (EUCALIPTO UROGRANDIS) CANTÓN BUENA FE PROVINCIA LOS RÍOS**

## **II. INTRODUCCIÓN**

Se considera, por lo general, que los eucaliptos son árboles australianos. La gran mayoría de muchas especies y subespecies son endémicas en el continente australiano y en las islas muy cercanas. Sin embargo, varias de ellas se hallan naturalmente en la gran extensión de tierra de Papua Nueva Guinea hacia el norte de Australia, y ciertas especies se presentan en algunas de las islas en la parte oriental del archipiélago indonesio (FAO, 1981)

Los eucaliptos son árboles originarios de Australia con más de 600 especies, algunos de ellos comercialmente importantes para la producción de madera, pulpa para papel y aceites esenciales principalmente. Estos han demostrado un gran potencial en plantaciones forestales comerciales por su rápido crecimiento y se cultivan en diferentes regiones tropicales del planeta, lo cual indica la bondad de su comportamiento y la adaptabilidad que tienen a condiciones ambientales muy diversas (Martínez *et al*, 2005).

La propagación de plantas a través del uso de técnicas de cultivo de tejidos vegetales (micropropagación) constituye una de las líneas de trabajo más importante de la biotecnología moderna dada la magnitud de su aplicación práctica actual, la cual se fundamenta en la clonación del material vegetal élite (Martínez *et al*, 2005).

Los programas de mejoramiento genético en especies forestales de eucalipto no han sido tan efectivos como la genética de cultivos agrícolas, debido a problemas relacionados con la baja viabilidad de la semilla y los largos periodos de juvenilidad para alcanzar la madurez y floración de las plantas, las cuales impiden que las ganancias genéticas de mejoramiento sean más rápidas (Martínez *et al*, 2005).

En 1974 se inició en Brasil el desarrollo de métodos de propagación vegetativa a partir de estacas colectadas de brotaciones de cepas de eucalipto, con la primera plantación clonal establecida en 1979 de mil hectáreas en el Estado de Espírito Santo, con aumentos significativos en productividad y calidad de la madera (Martínez *et al*, 2005).

La clonación es muy útil en la consolidación de aumentos del mejoramiento genético e hibridación, promoviendo la homogenización de las propiedades tecnológicas de la madera, con beneficios para la calidad del producto final, altamente deseable en la actividad industrial (Martínez *et al*, 2005).

Los trabajos desarrollados con mejoramiento forestal en las dos últimas décadas elevaron el nivel productivo y cualitativo de los bosques comerciales, la nueva silvicultura clonal intensiva procura mejorar la adaptación de las especies/procedencias y establece bases genéticas más sólidas (Arango *et al*, 2008).

Los excelentes resultados obtenidos con el híbrido Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*) propagado clonalmente son la principal justificación para introducir a esta especie en la silvicultura clonar, donde se seleccionen clones con calidades fenotípicas como volumen, calidad de la madera, rendimiento de pulpa y calidad de fibra y cruzadas para su propagación vegetativa (Arango *et al*, 2008).

Las plantaciones forestales de eucaliptos no alcanzaban más de 20 m<sup>3</sup>/ha/año, por lo que a lo largo de los años se desarrollaron técnicas de hibridación y de clonación de individuos que mostraban alta productividad y resistencia a las enfermedades; en los años 2000 la obtención del clon del Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*) fue el gran impulsor del ritmo de crecimiento forestal, así como de la calidad más homogénea; actualmente, empresas líderes consiguen productividades medias de 30 a 45 m<sup>3</sup>/ha/año, pero hay muchas plantaciones creciendo con 50 m<sup>3</sup>, y aún más (Quispe, 2014).

Por lo antes mencionando, *Eucalyptus urograndis* es una especie indicada para su propagación por ser una excelente fuente de madera y por su rápido crecimiento, en nuestro país se requiere de una mayor investigación acerca de esta especie y su propagación a nivel de vivero para obtener plantaciones de calidad.

## **A. JUSTIFICACIÓN.**

*Eucalyptus urograndis*, es un híbrido entre *Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*, esta especie se destaca por su rápido crecimiento, su alta adaptabilidad, alta calidad de fibras de celulosa y por ser una madera fácil de trabajar, por lo que esta especie es apetecida en el mercado. Su propagación puede ser de dos formas sexual y asexual. La

propagación sexual en Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*) es por medio de semillas, pero lastimosamente la viabilidad de la semilla es baja, además genéticamente la semilla no contiene todas las características deseadas para poder establecer plantaciones homogéneas de alta calidad.

Por lo antes mencionado el método más utilizado para la propagación de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*), es por medio de la propagación asexual, es decir utilizando miniestacas, las cuales nos proveen de muchas ventajas frente a la propagación sexual. Este método de propagación permite transmitir al nuevo árbol todo el potencial genético del progenitor, y no se requiere esperar a la producción de semillas para obtener plántulas.

Para dicha propagación se utiliza miniestacas, donde son seleccionadas por sus buenas características fenotípicas, y con ayuda de una hormona estimula el desarrollo de raíces en menor tiempo y uniformemente, pero la falta de información acerca de la dosificación adecuada del Ácido indolbutírico, se desconocen los porcentajes de enraizamiento en esta especie.

Por esta razón se estableció un ensayo de propagación vegetativa asexual de la especie Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*) en el vivero “Los Ángeles”, mediante la aplicación de diferentes dosis del Ácido indolbutírico, en las miniestacas de esta especie para determinar que dosis nos puede ayudar a obtener un mayor porcentaje, calidad y uniformidad en el enraizamiento, en menor tiempo.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

- a.** Evaluar la eficiencia del ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de mini estacas de *Eucalyptus urophylla x grandis* (Eucalipto urograndis), cantón Buena Fe Provincia Los Ríos.

## **2. Objetivos Específicos**

- a.** Determinar el porcentaje de sobrevivencia, tiempo de enraizamiento y número de brotes en los tres cultivares.
- b.** Analizar el desarrollo de los tres cultivares en base a los tratamientos aplicados para concluir cual es el mejor.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

#### **A. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.**

Según Quispe (2014) la Eucaliptocultura del Brasil fue posiblemente en el año de 1823, que los eucaliptos llegaron a América del Sur, primero a Chile, en tanto que a Brasil ingresaron entre los años 1855 y 1868, mientras a Perú ingresó en el año 1870 y en Eucalipto en 2010.

En el país Brasil se ha dado principalmente el desarrollo forestal en el género *Eucalyptus*, seguido de Sudáfrica e India, donde las industrias de la celulosa y del papel constituyen un importante sector de la economía. Debido a su rápido crecimiento, alta adaptabilidad y a la calidad de fibras de celulosa, varias especies de eucalipto se han convertido en la materia prima por excelencia de la actividad forestal en áreas tropicales, por lo que en la actualidad existen plantaciones en gran escala de esta género por su importancia maderable (Ceccon, *et al.* 1999).

#### **B. EUCALYPTUS UROGRANDIS (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

Según SEMIFOR E.I.R.L. (2015) tiene buenas características como para adaptarse a los diferentes sitios de bosques y, por otra parte, es más productiva y tiene una mejor característica de la madera que sus progenitores es un árbol alto con suave corteza de color gris. En la madurez, que alcanza los 50 metros de alto, aunque los ejemplares más grandes pueden superar los 80 de altura. Se encuentra principalmente en terrenos planos y laderas más bajas, donde es el árbol dominante de los bosques húmedos y en los márgenes de las selvas tropicales. Se da mejor en suelos limo fértil o franco-arcilloso, pero también se desempeñará bien en suelos arenosos ligeros, siempre que estos son lo suficientemente profundas.

##### **1. Información taxonómica**

**Reino:** Plantae

**Filo:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida



**Orden:** Myrtales

**Familia:** Myrtacea

**Género:** Eucaliptus

**Especie:** Urograndis

(Paillacho, 2010)

## 2. Descripción botánica

### a. Fuste

El fuste de los árboles crecen en competencia en pleno bosque, tienen fustes limpios hasta los 15 m y, a veces hasta 20 m (Paillacho, 2010)

La corteza de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) es lisa o ligeramente agrietada, de color gris, con manchas, puede ser de color crema. El grosor total de la corteza es de alrededor de 1 cm (Paillacho, 2010).

El eucalipto tiene un fuste recto y es de forma cilíndrica. La corteza exterior (ritidoma) es de color marrón claro con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa. Se caracteriza y reconoce fácilmente por su corteza, que se desprende en tiras que, tras permanecer colgado del árbol durante un cierto tiempo, acaban por caer al suelo tras las ventoleras, dejando ver al exterior una nueva corteza de color blanco plateado (Paillacho, 2010)

### b. Altura

Betancourt (1987) afirma que los árboles de *Eucalyptus urograndis* pueden llegar a medir más de 60 m de altura.

### c. Copa

Betancourt (1987) menciona que las hojas que se agrupan agolpadas en los extremos de las ramillas, producen una copa de aspecto poco frondoso.

#### **d. Hojas**

Las hojas jóvenes de los eucaliptos son sésiles, ovaladas y grisáceas, alargándose y tornándose coriáceas y de un color verde azulado brillante de adultas; contienen un aceite esencial, de característico olor balsámico, que es un poderoso desinfectante natural (Paillacho, 2010).

#### **e. Flores y frutos.**

El *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) presenta flores de color blancas y solitarias con el cáliz y la corona unidos por una especie de tapadera, el mismo que cubre los estambres y el pistilo, al momento de abrirse, se libera una multitud de estambres de color amarillo. Los frutos son grandes cápsulas de color casi negro con una tapa gris azulada que contiene gran cantidad de semillas (Paillacho, 2010).

#### **f. Semillas**

Las semillas son numerosas, cubiertas por tricomas de color castaños. Su madera es muy liviana, sus hojas son simples, y por lo general son lobuladas, sus frutos capsulares dehiscentes es decir que se abre de forma espontánea para dispersar sus semillas (Paillacho, 2010).

### **3. Distribución geográfica**

En el Ecuador el *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) se encuentra sembrado en la provincia de Esmeraldas en una superficie inicial de 1 000 ha en la zona de Muisne, Tonchigüe y Sua (Paillacho, 2010).

### **4. Requerimientos edafoclimáticas para plantaciones de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*)**

#### **a. Altura.**

Según Betancourt (1987) el *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) se pueden cultivar en zonas del litoral ecuatoriano a una altura desde los 0 m.s.n.m hasta los 600 m.s.n.m. Según Souza *et al* (2006), la altura de la parte aérea y el diámetro a la altura el cuello son fundamentales para la evaluación del potencial de supervivencia y crecimiento pos-plantación de plantines forestales. En este sentido,

plantas con mayor diámetro presentan mayor supervivencia por tener más capacidad de crecimiento y formación de nuevas raíces.

### **b. Temperatura.**

Las temperaturas medias anuales en su área de distribución varían entre 24 a 30°C, siendo esta la temperatura ideal para que se desarrollen las plantas de esta especie (Betancourt, 1987).

### **c. Precipitación.**

Las precipitaciones medias anuales deben oscilar entre 1000 mm y 2500 mm, para que las plantas de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) tengan un buen crecimiento (Betancourt, 1987).

### **a. Propiedades de la madera.**

#### **1) Propiedades organolépticas de la madera de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

- **Color.** Amarillo pálido, veteado poco diferenciado
- **Textura.** Mediana
- **Grano.** Recto a entrecruzado
- **Olor.** no distintivo, algo parecido a tanino
- **Sabor.** no distintivo
- **Brillo.** mediano
- **Durabilidad.** Se están efectuando pruebas de individuos de las plantaciones de Esmeraldas. Sin embargo, literatura menciona que la albura no es muy durable, y el duramen lo es mejor
- **Trabajabilidad.** Responde adecuadamente a cepillado, taladrado, enclavado

(Vinueza, 2012)

## 2) **Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

- **Densidad aparente.** Es liviana desde 450 a 550 kg/ m<sup>3</sup>.
- **Dureza.** Es blanda desde 300 a 500 en número,
- **Compatibilidad externa.** Tiene un buen comportamiento y resistencia al fuego, acepta tintes adhesivos y no mancha de color azul.
- **Flexión.** Es resistente.
- **Compresión.** Es muy resistente.
- **Tracción.** Es resistente.
- **Pulido.** Necesita mucho cuidado.
- **Preservación.** Acepta preservantes sin mayor dificultad.

(Vinuesa, 2012)

### **C. PROPAGACIÓN VEGETATIVA EN LA PRODUCCIÓN DE EUCALIPTOS.**

Castro *et al* (2002), menciona que la propagación vegetativa de los eucaliptos tiene gran importancia en su mejoramiento para asegurar ganancias genéticas inmediatas. Los clones de eucaliptos seleccionados cuidadosamente a partir de poblaciones naturales o mejoradas, pueden ser propagados masivamente a bajo costo. Los rametos obtenidos de los clones seleccionados podrán ser utilizados directamente en plantaciones para asegurar que las características superiores de crecimiento sean retenidas. Esta tecnología está muy bien establecida en algunos países como Brasil, donde de la producción anual en viveros, es decir 175 millones de plantas, aproximadamente 30% proviene de estacas enraizadas.

De todos los métodos de propagación vegetativa utilizados, el más difundido es el enraizamiento por estacas debido a las diferentes ventajas presentadas. Este método es de gran preferencia a nivel mundial, por la gran cantidad de descendientes que se puede obtener de un árbol individual, evitando los problemas de incompatibilidad de los injertos, y los costos más bajos en comparación con otros esto lo asevera (Gutiérrez *et al*, 1994).

La técnica de arraigamiento de estacas se usa en varios países, especialmente para aumentar la producción de pulpa. Debido a esta técnica se han propagado clones que han permitido establecer plantaciones uniformes, con excelente poda natural, contenidos de

celulosa superiores al 50%, características que en conjunto han significado un aumento en el rendimiento de los bosques del orden del 112% (Braulio et al, 20)

El sistema de estaquillado es muy utilizado actualmente en el mundo por la producción en millones de plantas, principalmente especies subtropicales y de zonas templadas, como Eucalyptus, esta técnica de propagación vegetativa se está desarrollando muy velozmente por las ventajas de producir masivamente plantas a través de enraizamiento de estacas (Gutiérrez *et al*, 1994).

La técnica de micropropagación en el eucalipto se ha desarrollado en más de 55 especies, incluyendo un gran número de híbridos, utilizando técnicas convencionales de organogénesis a partir de tejidos juveniles como cotiledones y embriones, y de árboles adultos empleando brotes epicórmicos, nudos y rebrotes como fuente de explantes. A escala comercial La aplicación de estas técnicas se han visto limitadas por las bajas tasas de multiplicación, la baja calidad de los explantes, y los altos costos ocasionados por el uso intensivo de mano de obra en las etapas de multiplicación y enraizamiento (Martínez *et al*. 2005 ).

### **1. Cosecha y transporte del material**

Después de la cosecha es decir una vez cortado el brote, se le está eliminando la fuente normal de suministro de agua (las raíces), pero las hojas siguen perdiendo agua por transpiración, así que deben tomarse las medidas necesarias para mantener la turgencia del material. Los rebrotes deben ser cosechados en horas de la mañana o de la tarde, evitando las horas más calientes del día (Mesén *et al* 2005).

Se deben colocar inmediatamente en un recipiente con agua o envueltos en papel húmedo dentro de bolsas de plástico. Nunca se deben dejar expuestos al sol. Si se van a transportar por distancias largas, es conveniente colocarlos en capas alternas de papel húmedo dentro de hieleras que contengan una capa de cubos de hielo en el fondo para bajar la temperatura. El mantenimiento de la turgencia del material, a lo largo de todo el periodo de propagación, es uno de los factores críticos en el éxito del enraizamiento (Mesén *et al* 2005).

## D. ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB)

El ácido indol butírico (AIB), es una auxina sintética químicamente similar al Ácido Indol-acético (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 (Mesén, 1998).

Las ventajas de esta auxina es 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 (Mesén, 1998).

Este ácido es un compuesto natural, considerado como un regulador de crecimiento vegetal de la familia de las auxinas, de amplio espectro. Se usa para estimular el desarrollo de raíces ecured. (s.f.).

Es un regulador de crecimiento del tipo auxina, de amplio espectro. Es 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. Su aplicación promueve diferenciación de raíces ecured. (s.f.).

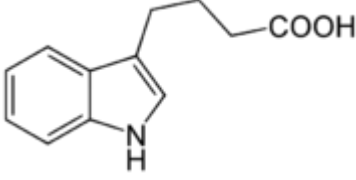
### 1. Concepto.

Es un regulador de crecimiento vegetal de la familia de las auxinas, de amplio espectro ecured. (s.f.).

### 2. Datos generales.

Los datos generales del Ácido Indolbutírico (AIB), se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1. Datos generales de Ácido Indolbutírico.**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Nombre IUPAC:</b>       | <b>Ácido 1H-Indol-3-butanoico</b>   |
| <b>Otros nombres:</b>      | Ácido indol-3-butírico; Ácido 3-indolbutírico; Ácido indolbutírico; AIB             |
| <b>Fórmula estructural</b> |  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Fórmula molecular::</b> | $C_{12}H_{13}NO_2$  |
| <b>Propiedades físicas</b> | sólido cristalino en condiciones estándar de presión y temperatura (25 °C y 1 atm) de color blanco a amarillo claro |
| <b>Masa molar:</b>         | 203.24 g/mol <sup>-1</sup>  |
| <b>Punto de fusión:</b>    | 125 °C  |

ecured. (s.f.).

## **2. Uso del Ácido Indol Butírico (AIB) en la propagación por estacas.**

El ácido indolbutírico y otras auxinas se utilizan para iniciar la formación de raíces en técnicas de micropropagación en material vegetal ecured. (s.f.).

La micropropagación es una técnica utilizada en plantas con el fin de multiplicar o propagarlas asexualmente, se basa en la potencialidad órgano genética de las células vegetales, que consiste en cultivar in vitro sobre sustratos apropiados, células aisladas, meristemos apicales, yemas axilares, ápices vegetativos al comienzo de su desarrollo o micro estaquillas ecured. (s.f.).

Se pueden utilizar también para causar la formación de masas de células indiferenciadas llamadas callos. La formación de los callos se utiliza a menudo como un primer paso en el proceso de micropropagación dado que, mediante la exposición a ciertas hormonas con carácter de auxinas, las células del callo pueden ser inducidas para formar otros tejidos tales como raíces. Según los autores en otras investigaciones, el ácido indol-butírico produjo un mayor rendimiento de raíces en comparación con las otras auxinas. Este efecto del ácido indol-butírico concuerda con el encontrado en otros estudios; esta hormona se considera la auxina más comúnmente utilizada para la formación de raíces, porque es mucho más potente que el ácido indol-acético ecured. (s.f.).

## **3. Formas de aplicación de las auxinas.**

Las auxinas pueden ser aplicadas de varias formas, pero en general, los métodos más utilizados son la aplicación en polvo en mezcla con talco neutro, la inmersión rápida n soluciones concentradas, remojo en soluciones acuosas diluidas y, exclusivamente para fines experimentales, la aplicación con microjeringa (Mesén *et al*, 2005).

Las mezclas en polvo se preparan mezclando la auxina puro con talco neutro en la concentración deseada o se pueden obtener comerciales ya preparadas. Tienen las

ventajas de que son fáciles y rápidas de utilizar; basta con introducir la base humedecida de la estaca en el polvo, sacudir el exceso e introducir la estaca inmediatamente en el medio de propagación. Al utilizar este método, se deben tomar pequeñas cantidades del producto y colocarse en un recipiente aparte que se utilizara para aplicar el tratamiento a las estacas. Cualquier sobrante debe ser desechado pues si se introduce de nuevo recipiente original, puede contaminar el producto y acelerar su deterioro. Las desventajas de este método de aplicación son que es difícil lograr una aplicación uniforme, requerida por ejemplo para comparaciones de dosis a nivel experimental y es difícil tratar más de una estaca a la vez, además del alto costo de los preparados comerciales (Mesén *et al*, 2005).

La inmersión rápida es una técnica que consiste en introducir la base de la estaca en una solución concentrada de la auxina por pocos segundos e insertar inmediatamente la estaca en el medio de propagación. Cuando se utiliza AIB, la auxina debe diluirse en alcohol puro, lo cual requiere la evaporación del alcohol mediante la aplicación de una corriente de aire, antes de introducir la estaca en el medio de enraizamiento. Esta técnica es rápida, permite tratar varias estacas a la vez y es más económica en comparación con el uso de preparados comerciales en polvo. Cuando se utiliza alcohol como solvente tiene la desventaja de que es necesaria adicional de evaporar el alcohol y es difícil controlar la cantidad absorbida por las diferentes estacas (Mesén *et al*, 2005).

Para preparar una solución de AIB de 0,4%, por ejemplo, se disuelven 0,4g de AIB en 100 cc de alcohol puro. Para menos solución, se prepara solo la cantidad aproximada que se necesita. Si se requieren solo 10 cc, por ejemplo se disuelven 0,04 g de AIB en 10 cc de alcohol. Para 25 cc se necesitan 0,1 g de AIB. Por simple “regla de tres” se puede calcular la cantidad necesaria de auxina para el volumen de solución a preparar (Mesén *et al*, 2005).

La técnica de remojo consiste en introducir la base de las estacas en soluciones acuosas diluidas de la auxina durante varias horas (2-24h) y luego, colocar la estaca en el medio de propagación. Debido a la insolubilidad en agua del AIB, cuando se utilice esta sustancia bajo esta modalidad, es necesario diluir el producto primero en una pequeña cantidad de alcohol, antes de agregarlo al agua. Aunque la técnica permite tratar gran cantidad de estacas a la vez, es poco utilizada por ser lenta e impráctica, no es más efectiva que los



otros métodos descritos y es difícil controlar la cantidad absorbida por las diferencias estacas (Mesén *et al*, 2005).

#### **4. Concentraciones.**

La concentración óptima de auxina varía con la clase utilizada, la especie a propagar, el tipo de material vegetativo, el método de aplicación, el sistema de propagación, el sistema de propagación, etc. Esto se determinara para cada caso en particular mediante una simple prueba preliminar donde se evalúe un rango amplio de concentraciones bajo un diseño experimental apropiado (Mesén *et al*, 2005).

Las estacas generalmente responden a las dosis de auxina de una manera típica, mostrando un aumento progresivo en el número y calidad de raíces formadas con cada aumento en la dosis de auxina hasta alcanzar un punto máximo, a partir del cual se inicia un descenso en la respuesta debido a problemas de toxicidad. Con dosis insuficientes de raíces son escasa, o puede haber formación de callo solamente sin formación de raíces. En dosis supraópticas puede ocurrir amarillamiento y caída prematura de la hoja de la estaca, necrosis de la base de la estaca o necrosis total. También puede ocurrir un inhibición del crecimiento de los brotes, aun después de que la estaca haya enraizado (Mesén *et al*, 2005).

#### **E. PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

Según Trujillo (2005) la propagación vegetativa es importante en los programas de mejoramiento genético y a nivel operativo avanza día a día, debido a los buenos resultados obtenidos en plantaciones clonales comerciales.

La propagación vegetativa de individuos genéticamente seleccionados permite multiplicar exactamente todas las características de interés por las que son seleccionados. Si las técnicas de propagación son las adecuadas para permitir la producción de plantas a escala comercial, se logran plantaciones genéticamente superiores y con un grado de uniformidad que facilita y mejora todas las actividades de manejo y explotación (Trujillo, 2005).

### **1. Rescate de genotipos selectos**

En el campo se selecciona ejemplares, para ser propagados vegetativamente con la finalidad de incorporar la totalidad de su información genética a los programas de mejoramiento y de liberar al mercado o dirigirlo a plantaciones dicho material selecto. Para la propagación vegetativa se llevan adelante técnicas de macro y micropropagación (Trujillo, 2005).

### **2. Rescate de genotipos selectos mediante macropropagación.**

La macropropagación es un término donde se agrupan las técnicas de estacas, injertos y acodos. En todas ellas se parte de un segmento relativamente grande de material vegetativo del árbol seleccionado y se lo induce a enraizar o se le acopla el sistema radicular de otra planta (Trujillo, 2005).

A partir del año 2002 se decide trabajar con la técnica de estaca para el rescate de los genotipos selectos, lo que implica el tronchado de árboles para provocar el rebrote de material juvenil. Como al tronchar los árboles se corre el riesgo de perder las cepas se decide comenzar a tronchar aquellos que presenten alguna réplica en buen estado lograda por el método de injerto (Trujillo, 2005).

En primer lugar se procede a la verificación de la superioridad de los árboles seleccionados. Las estacas consisten en segmentos nodales de 6 a 8 cm de largo, con 2 o 4 yemas axilares y con la lámina foliar seccionada a la mitad transversalmente para reducir el área de transpiración (Trujillo, 2005).

Cada estaca debidamente identificada es estaqueada en bandejas con sustrato. El sustrato consiste en 50% de corteza de pino compostada y 50 % cascara de arroz quemada. Las estacas se mantienen en invernáculo bajo riego por aspersión y temperaturas que promedian entre los 25°C y 35°C (Trujillo, 2005).

### **3. Producción de plantas clonales**

Los genotipos selectos se logran recatar ya sea por técnicas de macro o micropropagación, se deben producir las plantas clonales para instalar los jardines, bancos y test clonales. En esta etapa la producción de plantas se hace por estaquilla y se evalúa principalmente la capacidad de enraizamiento de cada clon (Trujillo, 2005).

Las plantas para producir estacas (pies madres) se manejan con fertilizaciones y podas frecuentes (cada 15 días en los meses de producción) para favorecer la emisión de brotes que puedan ser cosechados como estacas. Trabajando con pies madres instalados en macetas se logra tener una producción de brotes más estables en el tiempo y los pies madres son fácilmente sustituibles por otros. La desventaja que hemos encontrado para este método, ha sido lograr brotes con rusticidad suficiente que no se pierdan luego por deshidratación (Trujillo, 2005).

#### **F. SILVICULTURA CLONAL INTENSIVA.**

La propagación clonal tiene como meta principal la reproducción de individuos genéticamente idénticos, de material vegetativo procedente de una planta seleccionada (Arango *et al.*, 2005).

Un programa de mejoramiento genético eficiente, debe considerar las características de la madera que afectan la calidad del producto final que son posibles de manipulación genética, debiendo considerar también el muestreo, el método de análisis de datos y la interpretación de los resultados. La diversidad genética entre especies, procedencias dentro de especies y la manifestación de heterosis en algunas características ha incentivado los programas de hibridación en el género *Eucalyptus* (Arango *et al.* 2008)

La silvicultura clonal se basa en la selección de árboles superiores en poblaciones de especies/procedencias y en las técnicas de reproducción asexual, utilizando la variación genética existente, con los beneficios genéticos sucesivos, propiciando mayor producción de madera de calidad, en menor tiempo por unidad de área. Los estudios de métodos de selección, como la variabilidad natural y la adecuación al uso de la madera, son fundamentales en la silvicultura clonal intensiva (Arango *et al.*, 2008).

Actualmente, el mejoramiento genético forestal selecciona como genotipos superiores, los individuos con excelentes características silviculturales y tecnológicas (densidad básica, contenido de lignina y de extractivos, rendimiento y características de la celulosa). En Brasil, varias compañías tienen proyectos forestales utilizando la silvicultura clonal instalados como base de expansión de la industria de celulosa y papel en los estados de Sao Paulo, Bahía, Maranhao, Amapá, etc. (Arango *et al.*, 2005)

Simultáneamente se instalan los bancos de semillas para producción de híbridos por polinización abierta combinando los clones de *E. urophylla* x *E. grandis*, para producir semillas híbridas que satisfagan las exigencias de las áreas forestales e industriales (volumen, resistencia a enfermedades, adaptación al medio ambiente y calidad de la madera para producción de pulpa blanqueada). En 1991 cerca de veinte empresas brasileras operaban los programas de plantaciones clonales, con sesenta y cinco por ciento de la producción de madera, de las veinte y cinco mayores empresas, de especies de eucalipto y, de estos, veinte y nueve por ciento oriundos de estacas enraizadas. Estos conocimientos pueden ser utilizados en nuestro país para obtener un mejoramiento genético en futuras plantaciones establecidas y obtener madera de mejor calidad (Arango *et al*, 2005).

### **G. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR.**

El número y la naturaleza de los tratamientos que se ensayarán, establecen el tipo de diseño que se debe usar. Antes de decidir sobre este aspecto, se deberá reflexionar aspectos como grado de exactitud requerida, disponibilidad de material, tierra, equipos, mano de obra y similitud de los tratamientos con las prácticas de uso común por los agricultores, si los resultados tendrán utilidad muy limitada (Condo *et al*, 2015).

El diseño de bloques completos al azar es quizás el más usado por su flexibilidad y sencillez tanto en el diseño como en el análisis estadístico. Funciona bien hasta con 20 tratamientos. Si el número de tratamientos es mayor, deberá usarse otros diseños incluyendo posiblemente experimentos en confundido. Si las variables dentro del experimento son riego y fertilización, es más fácil de regar una parcela grande que una subparcela, en cuyo caso se usaría un arreglo en parcelas divididas (Condo *et al*, 2015).

En un diseño de bloques completos al azar, la fuente de variación total se desdobra en aquella proveniente de la agrupación de los tratamientos en bloques o repeticiones; variación causada por los tratamientos; y la variación inherente al material experimental, así como la originada por el ambiente heterogéneo en que se llevó a cabo el ensayo. Como se anotó anteriormente, a esta fuente no controlable se le conoce como error experimental (Condo *et al*, 2015).

## **H. BIOMASA DE RAÍCES**

La biomasa de raíces finas (BRF) está determinada principalmente por las características del suelo (disponibilidad de agua y nutrientes) y es mayor en suelos con menor fertilidad (Mosquera, 2016)

Las raíces finas constituyen la vía primaria para la toma de agua y nutrientes, comparables con el rol que cumplen las hojas en la adquisición de carbono y energía lumínica (Pérez, 2013).

Las muestras de raíces finas (diámetro  $\leq 5$  mm) obtenidas mediante este procedimiento fueron posteriormente secadas a 70° C durante 48 horas en un horno de secado de circulación forzada Acequilab Ltda® y pesadas en una balanza analítica (0.001 g de precisión), (Mosquera, 2016).

#### **IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA.**

##### **A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

###### **1. Localización del área de estudio.**

La presente investigación se realizó el vivero “Los Ángeles”, de la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A, ubicado en la vía al recinto Vaca de Monte Sector la Gomera, parroquia Buena Fe, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, esto se detalla en el gráfico 1.

###### **Ubicación geográfica.**

El vivero “Los Ángeles” está ubicado geográficamente con las coordenadas proyectadas UTM Zona 17S, Datum WGS84. X con 665855, Y con 9928889 a una altitud de 140 m.s.n.m.

Fuente: (GPS).

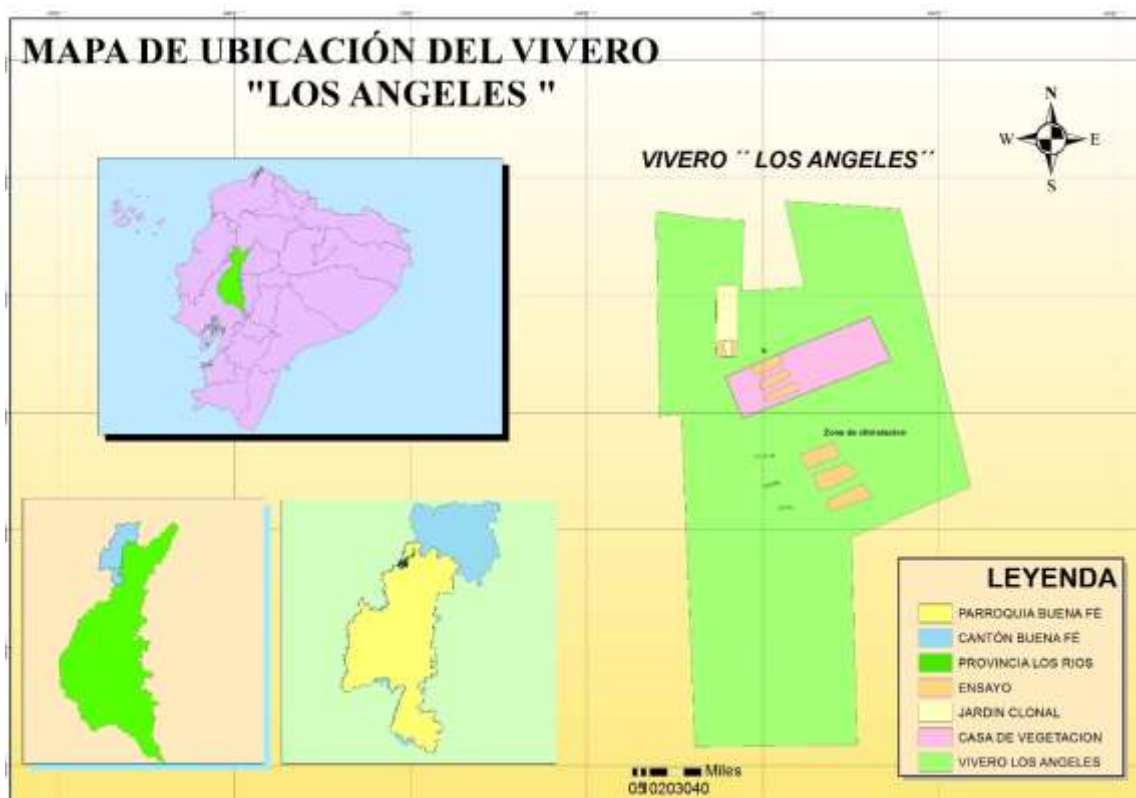


Gráfico 1. Mapa de ubicación del vivero “Los Ángeles”.  
Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

## 2. Características climáticas.

- Precipitación Total (mm). La precipitación es de 2204,2
- Precipitación máxima por día (mm). Es de 40,47
- Temperatura Promedio (C°). Es de 25,46
- Velocidad Max viento (Km/h). Es de 20,07

Fuente: (Estación “Los Ángeles”. 2017)

## 3. Características climáticas dentro del invernadero “Los Ángeles”.

- Temperatura máxima: 28° C
- Temperatura mínima: 26° C
- Humedad relativa máxima: 95%
- Humedad relativa mínima: 90%

Fuente: (Invernadero “Los Ángeles”. 2017)

## 4. Clasificación ecológica

Según el MAE (2013), la clasificación de la zona de vida de la parroquia Patricia Pilar corresponde a Bosque Húmedo Tropical.

## 5. Características físicas del suelo de la parroquia Buena Fe.

- **Textura.** Su textura varían desde Franco, Franco-Limoso y Limoso.
- **Topografía.** Tiene una pendiente de 0-12 %, se considera de plana a suave

Fuente: INFOPLAN, Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (s.f.).

## B. MATERIALES.

### 1. Materiales de campo.

- Sustrato.
- Bandejas

- Etiquetas
- Pie de rey.
- Tijera de podar para clones
- Regadera.
- Bomba manual

## 2. **Materiales y equipos de oficina e informáticos.**

- GPS Garmin
- Impresora.
- Flash memory.
- Cámara fotográfica.
- Lápiz/esfero.
- Marcadores.
- ARGIS 10.1.
- Software estadístico INFOSTAT/Estudiantil. Versión 2015e

## 3. **Material experimental.**

### a) **Material vegetativo**

Se utilizó el material vegetativo de tres cultivares de clones de Eucalipto urograndis:

- L.A-10: Clon Los Ángeles 10
- E-154.
- E-71J

### b) **Ácido indolbutírico (AIB).**

- 0 ppm T1 (testigo).
- 500 ppm T2
- 1000 ppm T3
- 2000 ppm T4



## C. METODOLOGÍA.

Las labores culturales que se realizaron, está acorde al protocolo establecido para la propagación clonal de la empresa IPEF, la cual está asesorando actualmente a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. en cuanto al manejo, propagación y requerimientos de clones de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*).

### 1. Determinar el porcentaje de sobrevivencia, tiempo de enraizamiento y número de brotes en los tres cultivares.

#### a. **Instalación del ensayo y diseño del campo experimental.**

- El ensayo se instaló en el vivero “Los Ángeles”, perteneciente a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.
- Identificado el sitio específico para la instalación del ensayo, se ocupó 21,42 m<sup>2</sup>, los necesarios para ubicar todas las bandejas utilizados.
- Se procedió a realizar la limpieza de la casa de vegetación de forma manual.
- Se establecieron tres bloques completos al azar y dentro de ellos se distribuyeron los diferentes tratamientos con sus respectivas repeticiones.

#### b. **Sustrato**

- El material utilizado como sustrato fue a base de la corteza de pino al 100% tamizado, esto se lo hizo con la ayuda de una zaranda.
- Después del tamizado se aplicó un fungicida con una regadera en todo el sustrato, esto con el fin de prevenir posibles ataques de hongos.

#### c. **Llenado de bandejas**

- Una vez obtenido el sustrato tamizado y desinfectado se procedió al llenado de las bandejas de forma manual.
- Luego del llenado de las bandejas, estas se transportaron hacia el jardín clonal, para ser identificadas con los tres cultivares, cuatro tratamientos y repeticiones una vez identificadas las bandejas se procedió a realizar el trasplante de las mini estacas.

**d. Selección de plantas madre para la recolección de miniestacas.**

Dentro del vivero está ubicado el jardín clonal donde se encuentran los cultivares de *E. urograndis* con buenas características morfológicas y fisiológicas.

1) **Estado fitosanitario.** Se basó en buscar plantas madres que tengan buenas características morfológicas, como:

- El tallo fue recto.
- El ángulo de ramas fueron lo más cercano a 90°
- El árbol estuvo libre de plagas y enfermedades.

2) **Forma.** Se seleccionaron formas que dispongan de una buena matriz.

- La matriz contuvo de 5 a 10 brotes en número
- Fueron lignificadas, es decir, obtuvieron un buen crecimiento de volumen y de rigidez.

3) **Tamaño.** Los brotes seleccionados midieron de 8 a 10 cm de longitud.

**e. Recolección del material vegetativo.**

- El material vegetativo, es decir las mini estacas se recolectaron de la cepa de las plantas madres de 3 cultivares diferentes.
- Se seleccionaron mini estacas que tengan de 8 a 10 centímetros de longitud.
- El corte se lo hizo con ayuda de una tijera de poda, este instrumento fue desinfectado antes de realizar el corte para evitar la contaminación del material vegetal
- El corte se lo hizo en forma de bisel, con el objetivo de obtener mayor área de enraizamiento y evitar daños en la planta madre.
- Se extrajo, 80 unidades experimentales por cultivar para la instalación del ensayo, estos se dividieron en 4 tratamientos, 4 repeticiones y 5 observaciones dando un total de 240 unidades experimentales extraídas al azar, esto se detalla en la tabla 6.

**Tabla 2. Obtención de mini estacas para establecimiento del ensayo.**

| CULTIVOS        | TRATAMIENTO | REPETICIÓN | OBSERVACIÓN         | TOTAL      |
|-----------------|-------------|------------|---------------------|------------|
| <b>L.A-10.</b>  | 4           | 4          | 5                   | 80         |
| <b>E- 154</b>   | 4           | 4          | 5                   | 80         |
| <b>E-71. J</b>  | 4           | 4          | 5                   | 80         |
| <b>TOTAL: 3</b> |             |            | <b>TOTAL ENSAYO</b> | <b>240</b> |

Elaborado por: Muñoz, L. 2018

#### **f. Aplicación de Ácido indol-butírico (AIB)**

- Una vez obtenidas la mini estacas de *E. urograndis*, se aplicó el Ácido indolbutírico (AIB).
- Se prepararon tres mezclas del Ácido indol-butírico (AIB), con diferentes dosis anteriormente.
- Se usó el método de inmersión rápida, es decir se sumergieron las miniestacas aproximadamente 2 cm por la parte de la base de la mini estaca.
- Las mini estacas se dividieron de acuerdo a las dosificaciones establecidas para cada unidad experimental.

#### **g. Colocación de mini estacas en tubetes**

- Una vez sometidas al tratamiento establecido para el ensayo cada uno de las unidades experimentales se colocaron en los tubetes.
- Posteriormente se presionará a las mini estacas con el sustrato de forma manual
- la presión ejercida es con el fin de evitar la presencia de aire en las mini estacas y asegurar un buen prendimiento.

#### **h. Diseño experimental**

La presente investigación tendrá como diseño experimental de bloques completos al azar bifactorial.

### 1) Factores en estudio.

A continuación, se detalla en la tabla 2 los factores que se utilizaron en esta investigación, esto se detalla en la tabla 3 y la interacción entre los mismos se detalla en la tabla 4.

**Tabla 3. Factores en estudio**

| <b>FACTOR A ( Cultivares )</b> | <b>FACTOR B (Dosis ppm )</b> |
|--------------------------------|------------------------------|
| E-154                          | (Testigo)                    |
| E-71J                          | 500                          |
| L.A-10                         | 1000                         |
|                                | 2000                         |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

**Tabla 4. Interacción entre los factores A x B.**

| <b>Factor A x B</b> |
|---------------------|
| E-154 x 0           |
| E-154 x 500         |
| E-154 x 1000        |
| E-154 x 2000        |
| E-71J x 0           |
| E-71J x 500         |
| E-71J x 1000        |
| E-71J x 2000        |
| L.A-10 x 0          |
| L.A-10 x 500        |
| L.A-10 x 1000       |
| L.A-10 x 2000       |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

### 2) Tratamientos

En la tabla 5 se describen los cultivares, los tratamientos y las repeticiones planteados en esta investigación.

**Tabla 5. Tratamientos establecidos en la investigación.**

| <b>N°</b> | <b>CULTIVAR</b> | <b>TRATAMIENTO<br/>REPETICIÓN</b> | <b>DOSIS</b> |
|-----------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| <b>1</b>  | L.A-10          | T1R1                              | 0            |
| <b>2</b>  | L.A-10          | T4R1                              | 2000         |
| <b>3</b>  | L.A-10          | T3R1                              | 1000         |
| <b>4</b>  | L.A-10          | T2R1                              | 500          |
| <b>5</b>  | L.A-10          | T4R2                              | 2000         |

---

|           |        |      |      |
|-----------|--------|------|------|
| <b>6</b>  | L.A-10 | T2R2 | 500  |
| <b>7</b>  | L.A-10 | T1R2 | 0    |
| <b>8</b>  | L.A-10 | T3R2 | 1000 |
| <b>9</b>  | L.A-10 | T4R3 | 2000 |
| <b>10</b> | L.A-10 | T2R3 | 500  |
| <b>11</b> | L.A-10 | T1R3 | 0    |
| <b>12</b> | L.A-10 | T3R3 | 1000 |
| <b>13</b> | L.A-10 | T1R4 | 0    |
| <b>14</b> | L.A-10 | T4R4 | 2000 |
| <b>15</b> | L.A-10 | T2R4 | 500  |
| <b>16</b> | L.A-10 | T3R4 | 1000 |
| <b>17</b> | E-154  | T4R1 | 2000 |
| <b>18</b> | E-154  | T2R1 | 500  |
| <b>19</b> | E-154  | T3R1 | 1000 |
| <b>20</b> | E-154  | T1R1 | 0    |
| <b>21</b> | E-154  | T2R2 | 500  |
| <b>22</b> | E-154  | T3R2 | 1000 |
| <b>23</b> | E-154  | T1R2 | 0    |
| <b>24</b> | E-154  | T4R2 | 2000 |
| <b>25</b> | E-154  | T3R3 | 1000 |
| <b>26</b> | E-154  | T2R3 | 500  |
| <b>27</b> | E-154  | T1R3 | 0    |
| <b>28</b> | E-154  | T4R3 | 2000 |
| <b>29</b> | E-154  | T3R4 | 1000 |
| <b>30</b> | E-154  | T4R4 | 2000 |
| <b>31</b> | E-154  | T2R4 | 500  |
| <b>32</b> | E-154  | T1R4 | 0    |
| <b>33</b> | E-71J  | T2R1 | 500  |
| <b>34</b> | E-71J  | T4R1 | 2000 |
| <b>35</b> | E-71J  | T3R1 | 1000 |
| <b>36</b> | E-71J  | T1R1 | 0    |
| <b>37</b> | E-71J  | T2R2 | 500  |
| <b>38</b> | E-71J  | T1R2 | 0    |
| <b>39</b> | E-71J  | T4R2 | 2000 |
| <b>40</b> | E-71J  | T3R2 | 1000 |
| <b>41</b> | E-71J  | T1R3 | 0    |
| <b>42</b> | E-71J  | T3R3 | 1000 |
| <b>43</b> | E-71J  | T4R3 | 2000 |
| <b>44</b> | E-71J  | T2R3 | 500  |
| <b>45</b> | E-71J  | T2R4 | 500  |
| <b>46</b> | E-71J  | T1R4 | 0    |
| <b>47</b> | E-71J  | T3R4 | 1000 |
| <b>48</b> | E-71J  | T4R4 | 2000 |

---

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

### **i. Traslado de bandejas a casa de vegetación**

- Después del trasplante de las mini estacas de cada clon se procedió trasladar las bandejas a la casa de vegetación.
- Las bandejas fueron ubicadas en el piso, separándolas por tratamientos y repeticiones.
- El área donde se instaló el ensayo se controló constantemente la temperatura y humedad.

### **j. Traslado de clones a aclimatación**

Después de haber transcurrido 30 días a partir del trasplante, en la casa de vegetación las plantas de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) fueron llevadas a la zona de aclimatación ya que terminaron la primera fase y se logró estimular el proceso de enraizamiento en las mini estacas de los tres cultivares seleccionados.

### **k. Labores culturales**

#### **1) El riego**

El riego en casa de vegetación se hizo por nebulización donde se llevaba un control diario de temperatura y humedad, esto con el objetivo de aumentar o disminuir el tiempo del riego, esto se hizo los primeros 30 días después del trasplante de las mini estacas.

En la zona de aclimatación se hizo el riego por aspersion, esto se hizo cada 2 horas con un tiempo de duración de 15 minutos, esto dependía del clima de cada día.

#### **2) Limpieza**

- Las limpiezas se realizaron de forma manual cada 8 días
- Se contabilizaron un total de 4 limpiezas a los tubetes
- Se hizo la limpieza de todas las hojas que se caían de las mini estacas con mucho cuidado para evitar daño a de la misma.

### 3) Fertilización

En la zona de aclimatación las plantas de *E. urograndis* de los tres cultivares recibieron una fertilización diaria con micro y macronutrientes, esta mezcla se mantuvo con una conductividad constante de 2,5.

### 4) Aplicación de fungicida

- A los 3 días haber sacado las plantas de casa de vegetación se aplicó fungicida esto fue una vez a la semana con el objetivo de prevenir el ataque de hongos.
- El producto utilizado para controlar posibles ataques de hongos fue CARBENPAC 500, cuya materia es carbendazin con una dosis de 1 ml por 1 litro de agua y SKUL-27 teniendo como materia copper sulfate pentahydrate.
- Se realizó rotación de fungicidas para evitar resistencia en las plantas que se están evaluando.

#### l. Supervivencia

Para determinar el porcentaje de supervivencia se realizó un conteo total de las mini estacas que lograron desarrollar raíces y lograron sobrevivir a lo largo del tiempo de investigación, se calculó además el porcentaje de mortalidad del mismo modo.

#### m. Tiempo de enraizamiento

Para determinar el tiempo de enraizamiento se lo hizo con una observación directa a los orificios de cada tubete, donde se contabilizó las plantas de *E. urograndis* que presentaran un desarrollo de raíces, el conteo empezó a partir de los 15 días después del trasplante.

#### n. Número de brotes

- En las miniestacas extraídas para esta investigación, se cuantificaron el número de brotes que están produjeron durante el tiempo de investigación. .
- En Microsoft Excel, se procedió a realizar los promedios de las unidades experimentales de los datos obtenidos por cultivar y por tratamientos.
- Luego se hicieron las pruebas de normalidad y homocedasticidad con Shapiro Wilks.

2. **Analizar el desarrollo de los tres cultivares en base a los tratamientos aplicados para concluir cual es el mejor.**

a. **Diámetro a la altura del cuello (DAC).**

- Una vez que las plantas salieron a aclimatación se procedió a tomar la primera medición, esto se realizó con la ayuda de un pie de rey, graduado en milímetros.
- Las mediciones se realizaron cada ocho días.
- En Microsoft Excel, se procedió a realizar los promedios de las unidades experimentales de los datos obtenidos por cultivar y por tratamientos.
- Luego se hicieron las pruebas de normalidad y homocedasticidad con Shapiro Wilks.

b. **Altura**

- Se tomó la altura a cada una de las mini estacas, esto se realizó con ayuda de una regla graduada en centímetros.
- Las mediciones se realizaron cada ocho días.
- En Microsoft Excel, se procedió a realizar los promedios de las unidades experimentales de los datos obtenidos por cultivar y por tratamientos.
- Luego se hicieron las pruebas de normalidad y homocedasticidad con Shapiro Wilks.

c. **Longitud y número de raíces.**

- La longitud de las raíces se determinó con la ayuda de un pie de rey.
- Posteriormente se cuantificó el número de raíces.
- Esto se lo hizo de forma visual y directa a los 30 días después del trasplante.
- En Microsoft Excel, se procedió a realizar los promedios de las unidades experimentales de los datos obtenidos por cultivar y por tratamientos.
- Luego se hicieron las pruebas de normalidad y homocedasticidad con Shapiro Wilks.

d. **Determinación de biomasa subterránea**

Las miniestacas que desarrollaron raíces se extrajeron muestras al azar de las mismas para determinar su biomasa subterránea.



Después de la cuantificación de número y longitud de raíces, se procedió a realizar el análisis en el laboratorio de suelos que se encuentra en la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

1. Se recolectaron las muestras de las raíces de cada tratamiento y repetición que van a ser analizadas en laboratorio de suelos.
2. Se trasladaron las muestras seleccionadas del vivero “Los Ángeles”, hacia el laboratorio de Suelos.
3. Las muestras recolectadas se pesó en húmedo las raíces de cada tratamiento y repetición en un balanza analítica dentro del laboratorio de suelos de la ESPOCH, los pesos secos se registraron en un cuaderno de campo
4. Después de pesadas se ingresaron las muestras en la estufa a una temperatura de 105°C por 72 horas, esto se debe a que el material estaba muy húmedo.
5. Retiramos las muestras de la estufa y pesamos por segunda vez en la balanza analítica y con esto podemos determinar el porcentaje de humedad que contenían las raíces.
6. Con los datos obtenidos podemos determinar mediante la aplicación de las fórmulas pertinentes el porcentaje de biomasa de cada uno de los tratamientos y repeticiones ingresadas.
7. En Microsoft Excel, se procedió a realizar los promedios de los datos. Luego se hicieron las pruebas de normalidad y homocedasticidad con Shapiro Wilks.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **A. DETERMINAR EL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA, TIEMPO DE ENRAIZAMIENTO Y NÚMERO DE BROTES EN LOS TRES CULTIVARES.**

Para el cumplimiento del primer objetivo se analizaron los datos de campo y se pudo determinar lo siguiente:

#### **1. Porcentaje de supervivencia y mortalidad de las plantas de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

En nuestra investigación se obtuvo que la interacción del cultivar L.A-10, con el T4, se obtuvo el mayor porcentaje de supervivencia con el 100%. Según Oberschelp (2008) el porcentaje de supervivencia, puede atribuirse principalmente al rejuvenecimiento de las plantas madres obtenidas por micropropagación y su consecuente aumento de la capacidad de enraizamiento, sin embargo también se presentó un alto porcentaje de mortalidad en los cultivares E-71J:T1 y E-71J:T2, esto se detalla en la tabla 6 y en el gráfico 2.

Los valores reportados en nuestra investigación en cuanto al porcentaje supervivencia de las plantas de Eucalipto *urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), son mayores a los reportados por Wendling & Xavier (2005), en la investigación, “Influencia del ácido indolbutírico y de la miniestaquia seriada en el enrolado y vigor de miniestacas de clones *Eucalyptus grandis*”, la supervivencia a los 50 días de edad de las mudas, independientemente de las concentraciones de AIB aplicadas, sólo en los clones CC10 y CC15. En el clon CC10, obtuvo un promedio general de supervivencia fue del **45,1%** en los subcultivos 1 y 3, el 73,7% en los 5 y 7, resultando en un aumento de 28.6% en la tasa de supervivencia en los subcultivos más grandes. En el clon CC15, los subcultivos 1 y 3 presentaron valores de 47,8% de supervivencia, y los subcultivos 5 y 7, 76.3% que resultó en un 28,4% de aumento en la supervivencia. Esto se debe a que se calculó los porcentajes de supervivencia y mortalidad mediante la interacción de los cultivares y los tratamientos establecidos.

**Tabla 6. Número y porcentaje de sobrevivencia y mortalidad.**

| <b>CULT. x TRAT.</b> | <b>% SOBREVIVENCIA</b> | <b>% MORTALIDAD</b> |
|----------------------|------------------------|---------------------|
| L.A-10:T1            | 80                     | 20                  |
| L.A-10:T2            | 80                     | 20                  |
| L.A-10:T3            | 90                     | 10                  |
| L.A-10:T4            | 100                    |                     |
| E-154:T1             | 80                     | 20                  |
| E-154:T2             | 90                     | 10                  |
| E-154:T3             | 90                     | 10                  |
| E-154:T4             | 90                     | 10                  |
| E-71J:T1             | 90                     | 10                  |
| E-71J:T2             | 70                     | 30                  |
| E-71J:T3             | 80                     | 20                  |
| E-71J:T4             | 85                     | 15                  |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

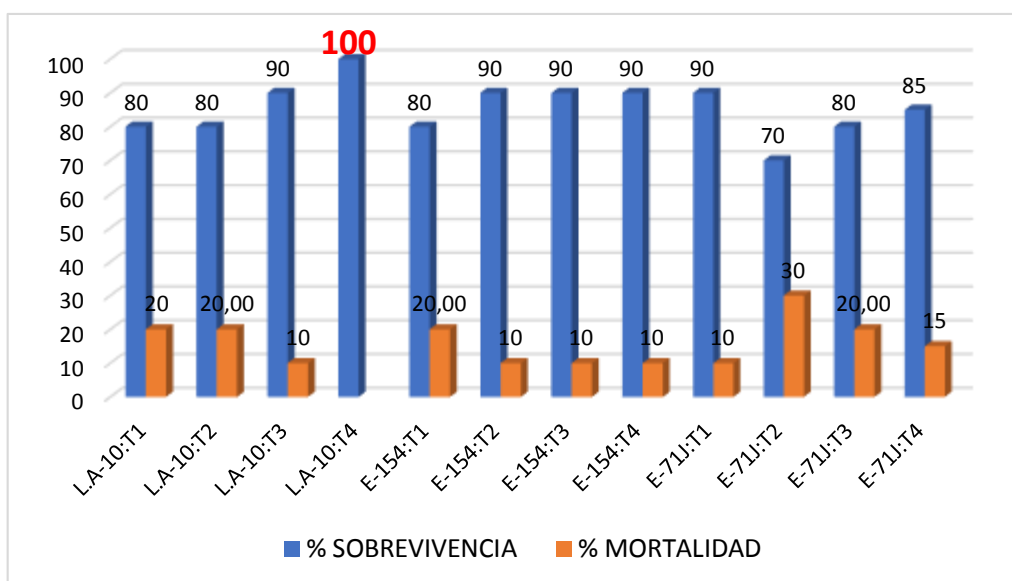


Gráfico 2. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*).

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

## **2. Tiempo de enraizamiento de las miniestacas de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*) en número de días.**

Para determinar el tiempo de enraizamiento se hizo una observación directa a los tubetes para verificar la presencia de raíces. La interacción entre el cultivar E-154 y el T2 enraizó en menor tiempo a los 17 días después de la siembra, con 3 individuos, seguido de la

interacción entre el cultivar E-71 J y el T4, existió el desarrollo de raíces en el día 17 con un individuo.

Se puede determinar que el Ácido indolbutírico ayudó a acelerar el desarrollo de las raíces en las mini estacas en el cultivar E-154 interactuado con el T2, por lo que se recomienda que la aplicación de 500 ppm de AIB es el más indicada para utilizarlo en la propagación vegetativa debido al corto tiempo en que desarrollan raíces y por la cantidad de individuos enraizados, esto se detalla en la tabla 7 y el gráfico 3.

Valverde *et al* (2005) en la investigación *Enraizamiento de estacas de especies forestales* menciona que en pruebas recientes, se ha aumentado la sobrevivencia y enraizamiento al aplicar un estimulante (enraizador) a los 8 y 15 días de sembrada la estaca en el invernadero, donde por lo general aparece primero la brotación en la estacilla (3-4 semanas), esto se asemeja a los datos reportados en nuestra investigación ya que se obtuvo el desarrollo de raíces a los 17 días después de la siembra.

**Tabla 7. Tiempo de enraizamiento de las mini estacas de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*) en número de días.**

| CULT x<br>TRAT | Tiempo de enraizamiento |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                | 15                      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| L.A-10:T1      | 0                       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2  | 1  |
| L.A-10:T2      | 0                       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 2  | 0  | 2  | 4  | 3  | 2  | 0  |
| L.A-10:T3      | 0                       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 2  | 7  | 3  | 5  | 0  | 0  | 0  |
| L.A-10:T4      | 0                       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 4  | 5  | 3  | 1  | 3  | 1  | 1  | 0  |
| E-154:T1       | 0                       | 0  | 1  | 7  | 2  | 3  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| E-154:T2       | 0                       | 0  | 2  | 1  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 4  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| E-154:T3       | 0                       | 0  | 0  | 2  | 3  | 0  | 1  | 4  | 1  | 3  | 2  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| E-154:T4       | 0                       | 0  | 0  | 3  | 1  | 3  | 2  | 4  | 4  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| E-71J:T1       | 0                       | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 3  | 7  | 4  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| E-71J:T2       | 0                       | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 3  | 4  | 3  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| E-71J:T3       | 0                       | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 2  | 5  | 6  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| E-71J:T4       | 0                       | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 3  | 4  | 4  | 4  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

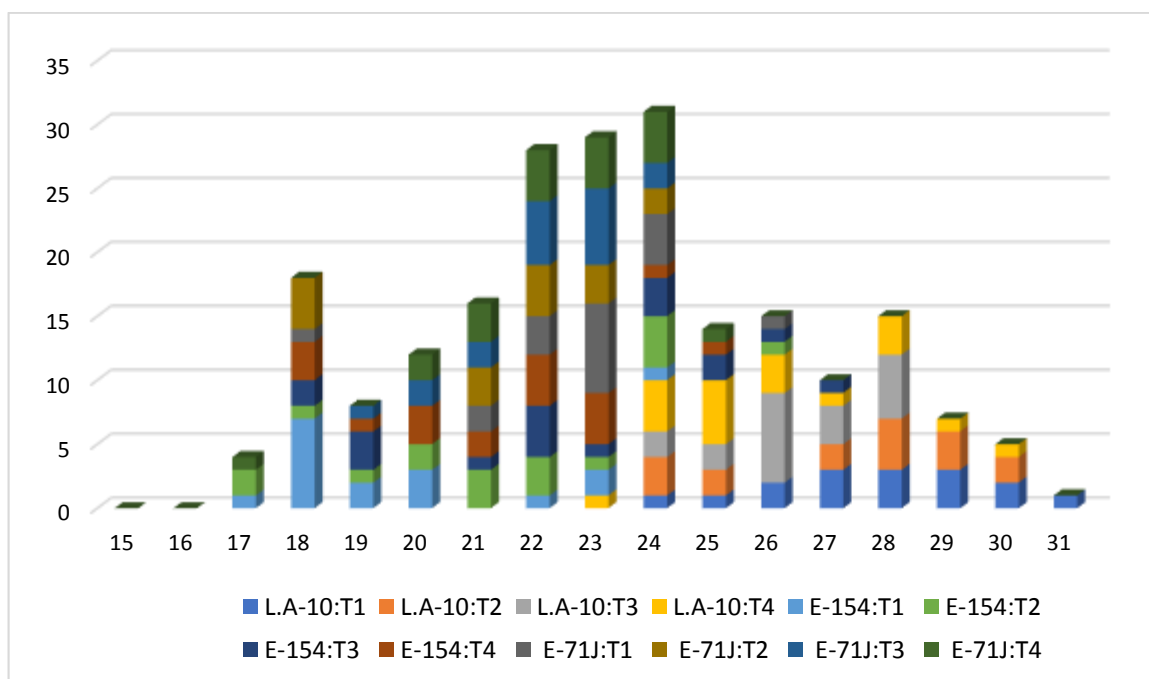


Gráfico 3. Tiempo de enraizamiento de las mini estacas de *Eucalipto urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) en número de días.

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

### 3. Desarrollo del número de brotes en *Eucalipto urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).

#### a. **Análisis de varianza del número de brotes entre los cultivares y tratamientos.**

Se procedió a realizar el análisis de varianza del número de brotes existentes en esta investigación, se hizo la prueba de normalidad con Shapiro Wilks, lo que determinó que los datos promedios no son normales y no son homocedásticos, por lo que se usó la transformación de los datos a Logaritmo Natural (LN) para realizar el análisis de varianza, las comparaciones se hizo con Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 8 y gráfico 4.

**Tabla 8. Análisis de varianza de número de brotes entre cultivares y tratamientos.**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| BROTOS   | 48 | 0,35           | 0,15              | 13,01 |

| F.V.               | SC          | gl       | CM          | F           | p-valor       |
|--------------------|-------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| Modelo.            | 1,06        | 11       | 0,10        | 1,77        | 0,0962        |
| <b>CULTIVARES</b>  | <b>0,84</b> | <b>2</b> | <b>0,42</b> | <b>7,69</b> | <b>0,0017</b> |
| <b>TRATAMIENTO</b> | <b>0,03</b> | <b>3</b> | <b>0,01</b> | <b>0,16</b> | <b>0,9238</b> |
| <b>CUL*TRAT</b>    | <b>0,20</b> | <b>6</b> | <b>0,03</b> | <b>0,61</b> | <b>0,7217</b> |
| Error              | 1,96        | 36       | 0,05        |             |               |
| Total              | 3,02        | 47       |             |             |               |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Si la probabilidad es  $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es  $< 0,01$ = Altamente significativo

Si la probabilidad es  $> 0,05$ = No significativo

De acuerdo al análisis de varianza para el número de brotes entre los cultivares, se determinó que existen diferencias altamente significativas con un **p-valor de 0.0017**, por lo que se procede a realizar la separación de medias de Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 9, entre los tratamientos se obtuvo un **p-valor de 0.9238**, lo que nos indica que no existen diferencias significativas, por lo que no se realiza la separación de medias. Mientras que en la interacción se obtuvo un **p-valor de 0.7217**, lo que indica que no existen diferencias significativas por lo que se realizó la separación de medias de Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 9.

Los resultados reportados por Henríquez (2004) en la investigación “Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de morera (*Morus alba*)”, las primeras estacas comenzaron a mostrar crecimiento del brote a partir de las yemas abiertas, sin embargo los brotes de estacas delgadas cortas y delgadas largas brotadas, murieron al cabo de un tiempo y de las 16 estacas gruesas largas que brotaron, 9 de estas formaron una nueva planta y de las 11 estacas gruesas cortas que brotaron, 5 se establecieron como planta, aplicándolas 500 y 2000 ppm, lo que indica que nuestros resultados son mayores, donde existió diferencias significativas entre los cultivares.

**Tabla 9. Separación de medias de del número de brotes entre cultivares de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

| CULT.     | Medias | n  | E.E. |   |
|-----------|--------|----|------|---|
| E-71. J   | 1,97   | 16 | 0,06 | A |
| E- 154    | 1,77   | 16 | 0,06 | B |
| E-L.A-10. | 1,5    | 16 | 0,06 | B |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

De acuerdo a la separación de medias de Tukey al 5%, se puede determinar que el cultivar E-71.J es el que mayor significancia presento frente a los otros dos cultivares.

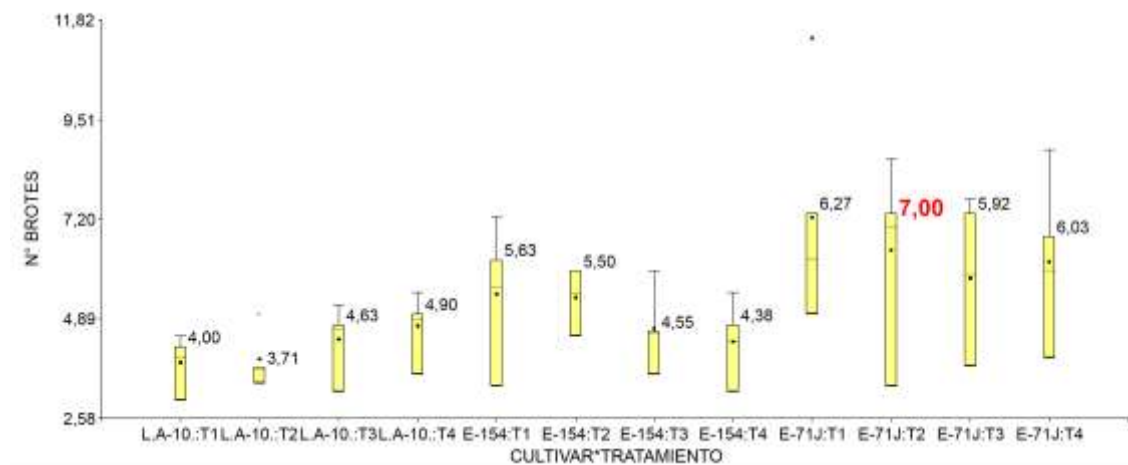


Gráfico 4. Número de brotes.

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Gráficamente podemos observar que la interacción entre el cultivar E-71.J junto al tratamiento 2 (T2), con la aplicación de 500 ppm, es la combinación que produjo mayor número de brotes.

## B. ANALIZAR EL DESARROLLO DE LOS TRES CULTIVARES EN BASE A LOS TRATAMIENTOS APLICADOS PARA CONCLUIR CUAL ES EL MEJOR.

### 1. Número de raíces desarrolladas en las miniestacas de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).

#### a. Análisis de varianza del número de raíces de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).

Se cuantificó el número de raíces de forma directa, donde se realizó los promedios de los tres cultivares y los cuatro tratamientos quedando un total de 48 datos. Se hizo la prueba de normalidad con Shapiro Wilks y se determinó que los promedios no son normales y no son homocedásticos, por lo que se transformaron a Logaritmo Natural (LN), para realizar los análisis de varianza en el programa InfoStat, esto se detalla en la tabla 10 y gráfico 5, se hizo las comparaciones con Tukey al 5%.

**Tabla 10. Análisis de varianza del número de raíces entre cultivares y tratamientos.**

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------|----|----------------|-------------------|------|
| N° RAÍCES | 48 | 0,27           | 0,05              | 9,14 |

| F.V.                | SC          | gl       | CM          | F           | p-valor       |
|---------------------|-------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| Modelo.             | 1,61        | 11       | 0,15        | 1,20        | 0,3201        |
| <b>CULTIVARES</b>   | <b>0,44</b> | <b>2</b> | <b>0,22</b> | <b>1,82</b> | <b>0,1773</b> |
| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>0,35</b> | <b>3</b> | <b>0,12</b> | <b>0,95</b> | <b>0,4249</b> |
| <b>CUL*TRAT</b>     | <b>0,82</b> | <b>6</b> | <b>0,14</b> | <b>1,12</b> | <b>0,3686</b> |
| Error               | 4,39        | 36       | 0,12        |             |               |
| Total               | 6,00        | 47       |             |             |               |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Si la probabilidad es  $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es  $< 0,01$ = Altamente significativo

Si la probabilidad es  $> 0,05$ = No significativo

De acuerdo al análisis estadístico realizado se obtuvo entre los tres cultivares un **p-valor de 0.1804**, lo que indica que no existen diferencias significativas, entre los tratamientos se obtuvo un **p-valor de 0.4311**, lo que nos indica que no existen diferencias significativas, mientras que en la interacción se obtuvo un **p-valor de 0.3686**, lo que indica que no existen diferencias significativas, por lo que no se procede a realizar la separación de medias de Tukey al 5%.

Los valores reportados por Vásquez (2015), en la investigación “Dosis de Ácido indolbutírico y edad de material vegetativo y su efecto en el enraizamiento de brotes de *Coffea arabica*. Café variedad caturra, Tarapoto, San Martín”, discrepan de los valores reportados en nuestra investigación ya que el análisis de varianza en el número de raíces presentan diferencias significativas en los tratamientos aplicados con un p-valor de 0.0001, siendo la aplicación de 0 ppm la que mayor significancia presentó.



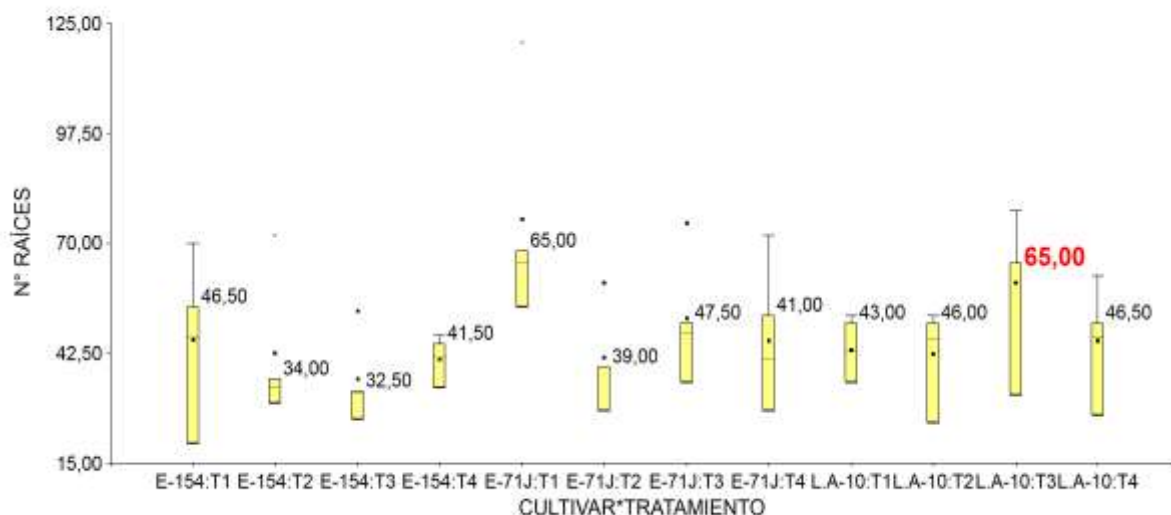


Gráfico 5. Interacción entre cultivares y tratamientos en número de raíces.

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Gráficamente podemos observar que en la interacción entre el cultivar L.A-10 junto al tratamiento 3 (T3), con la dosificación de 1000 ppm, presentaron la media más alta en cuanto al número de raíces, lo que nos indica que esta combinación es la más adecuada para obtener mayor soporte y anclaje al suelo, además de la absorción de agua y la captación de nutrientes.

## 2. Longitud de raíces de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).

### a. **Análisis de varianza de la longitud de raíces entre los cultivares y los tratamientos.**

Se hizo la prueba de normalidad con Shapiro-Wilks y se determinó que los promedios no son normales y no son homocedásticos, por lo que se transformaron a Logaritmo Natural para realizar el análisis de varianza en el programa InfoStat, se hizo las comparaciones con Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 11, gráfico 6.

**Tabla 11. Análisis de varianza de la longitud de raíces entre cultivares y tratamientos.**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| LONG.    | 48 | 0,48           | 0,32              | 4,93 |

| F.V.                | SC          | gl       | CM          | F           | p-valor       |
|---------------------|-------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| Modelo.             | 0,38        | 11       | 0,03        | 3,03        | 0,0059        |
| <b>CULTIVARES</b>   | <b>0,15</b> | <b>2</b> | <b>0,08</b> | <b>6,74</b> | <b>0,0033</b> |
| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>0,09</b> | <b>3</b> | <b>0,03</b> | <b>2,49</b> | <b>0,0757</b> |
| <b>CUL*TRAT</b>     | <b>0,14</b> | <b>6</b> | <b>0,02</b> | <b>2,06</b> | <b>0,0832</b> |
| Error               | 0,41        | 36       | 0,01        |             |               |
| Total               | 0,79        | 47       |             |             |               |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Si la probabilidad es  $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es  $< 0,01$ = Altamente significativo

Si la probabilidad es  $> 0,05$ = No significativo

Después de realizado el análisis estadístico entre los cultivares y se obtuvo un **p-valor de 0.0033**, lo que nos indica que existen diferencias altamente significativas y se procede a realizar la separación de medias de Tukey 5%, como se detalla en la tabla 12, entre los tratamientos se obtuvo **un p-valor de 0.0767**, lo que nos indica que no existen diferencias significativas, mientras que en la interacción se obtuvo un **p-valor de 0.0832**, lo que indica que no existen diferencias significativas.

Nuestros resultados son similares a los reportados por Henríquez (2004) en la investigación “Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de morera (*Morus alba*)”, son similares a los reportados en nuestra investigación, debido a que en la aplicación de AIB en 500 ppm, 1000 ppm, y 2000 ppm, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

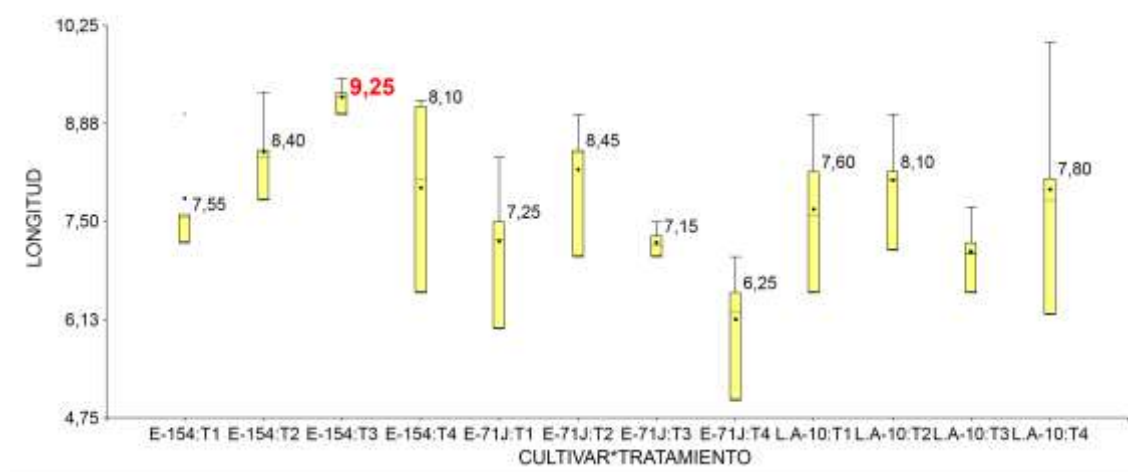
El crecimiento de las raíces puede ser controlado por factores hormonales, entre otros, por las auxinas que, si bien inducen la formación de raíces adventicias, también pueden inhibir el crecimiento de estas. Esta inhibición se debe a que las auxinas estimulan la producción de etileno, en especial cuando se agregan cantidades relativamente elevadas (Henríquez, 2004).

**Tabla 12. Separación de medias de Tukey al 5% de la longitud de raíces entre los cultivares.**

| CULTIVARES | Medias | n  | E.E. |   |   |
|------------|--------|----|------|---|---|
| E-154      | 2,23   | 16 | 0,03 | A |   |
| E-LA10     | 2,16   | 16 | 0,03 | A | B |
| E-71J      | 2,10   | 16 | 0,03 |   | B |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

La separación de medias de Tukey al 5%, indica que el cultivar E-154 presentó mayor significancia en la longitud de raíces, frente a los otros dos cultivares.



**Gráfico 6. Longitud de raíces entre cultivares y tratamientos.**

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

En la representación gráfica en la interacción entre los cultivares y tratamientos podemos observar que el cultivar E-154 junto al tratamiento 3 (T3), con la aplicación de 1000 ppm, se obtuvo una mayor longitud de raíces.

### **3. Biomasa presente en las raíces de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

Se procedió a realizar el análisis de varianza de la biomasa existente en las raíces, se hizo la prueba de normalidad con Shapiro Wilks y determinó que los datos promedios de biomasa son normales pero no son homocedásticos, por lo que se transformaron los promedios a Raíz (R), se ingresaron al programa estadístico InfoStat, se hizo las comparaciones con Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 13 y gráfico 7.

**Tabla 13. Análisis de varianza de la biomasa entre los tres cultivares y los cuatro tratamientos.**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Biomasa  | 48 | 0,28           | 0,07              | 14,46 |

| F.V.               | SC          | gl       | CM          | F           | p-valor       |
|--------------------|-------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| Modelo.            | 0,50        | 11       | 0,05        | 1,30        | 0,2622        |
| <b>CULTIVARES</b>  | <b>0,23</b> | <b>2</b> | <b>0,11</b> | <b>3,24</b> | <b>0,0509</b> |
| <b>TRATAMIENTO</b> | <b>0,04</b> | <b>3</b> | <b>0,01</b> | <b>0,34</b> | <b>0,7977</b> |
| <b>CUL*TRAT</b>    | <b>0,24</b> | <b>6</b> | <b>0,04</b> | <b>1,14</b> | <b>0,3588</b> |
| Error              | 1,26        | 36       | 0,04        |             |               |
| Total              | 1,77        | 47       |             |             |               |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Si la probabilidad es  $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es  $< 0,01$ = Altamente significativo

Si la probabilidad es  $> 0,05$ = No significativo

De acuerdo al análisis de varianza para el contenido de biomasa entre los cultivares, se obtuvo un **p-valor de 0.0509**, lo que indica que existen diferencias significativas, por lo que se procede a realizar la separación de medias de Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 36, entre los tratamientos se obtuvo un **p-valor de 0.7977**, lo que indica que no existen diferencias significativas. Mientras que en las interacciones se obtuvo un **p-valor de 0.3588**, lo que indica que no existen diferencias significativas, por lo que no se procede a realizar la separación de medias de Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 14.

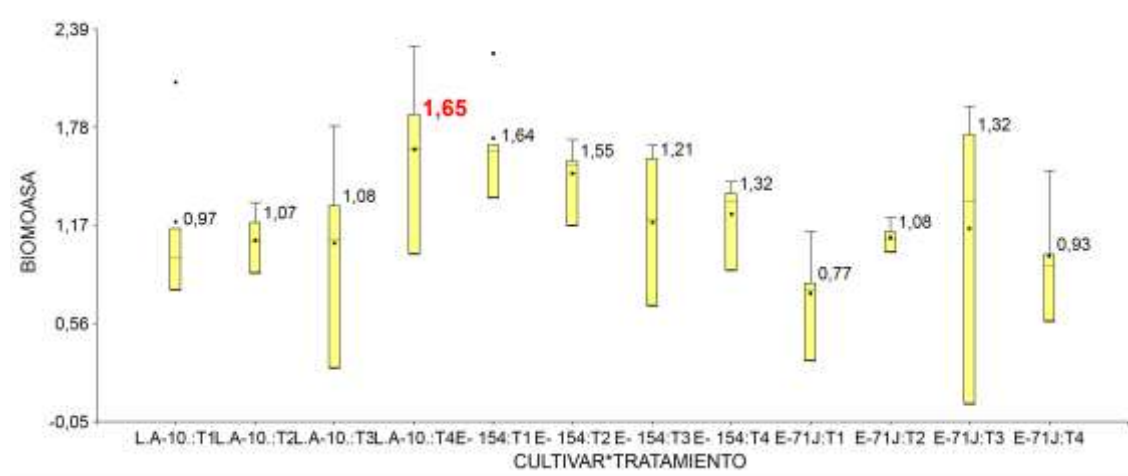
Los valores reportados por Vásquez (2015), en la investigación “Dosis de Ácido indolbutírico y edad de material vegetativo y su efecto en el enraizamiento de brotes de *Coffea arabica*, Café variedad Caturra, Tarapoto, San Martín”, donde se reportó que la mejor dosis de ácido indolbutírico (AIB) para generar el desarrollo de biomasa radicular es la concentración de 1000 ppm, ya que promueve el mayor número de raíces, mejor longitud radicular (mm) y además presenta la menor cantidad de porcentaje de mortandad en brotes de *Coffea arabica* en condiciones controladas, mientras que en nuestra investigación no existen diferencias significativas entre los tratamientos utilizados.

**Tabla 14. Separación de medias de Tukey al 5% de la biomasa entre los tres cultivares.**

| CULTIVARES | Medias | n  | E.E. |   |   |
|------------|--------|----|------|---|---|
| E- 154     | 1,37   | 16 | 0,05 | A |   |
| E-L.A-10.  | 1,31   | 16 | 0,05 | A | B |
| E-71. J    | 1,21   | 16 | 0,05 | B | B |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

De acuerdo a la separación de medias de Tukey al 5%, se determinó que el cultivar **E-154**, es significativo frente a los otros dos cultivares, por lo antes mencionado se determina que el E-154 es el más apto para su propagación por su alto contenido de biomasa lo que nos indica que este cultivar está absorbiendo de forma adecuada todos los nutrientes que se le está aportando.



**Gráfico 7. Biomasa de las raíces.**

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

La interacción entre el cultivar E-L.A-10 junto al tratamiento 4 (T4), con la aplicación de 2000 ppm, se obtuvo la media más alta de cantidad de biomasa.

#### 4. Desarrollo de la variable altura en Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).

##### a. Análisis de la variable altura entre los tres cultivares de E. urograndis

Los promedios de los datos obtenidos en campo se hicieron la prueba de la normalidad con Shapiro Wilks y se determinó que los promedios son normales y son homocedásticos, se hizo el análisis de varianza y se sometió a las comparaciones con Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 15 y gráfico 8.

**Tabla 15. Análisis de varianza la altura de los tres cultivares de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| ALTURA   | 48 | 0,33           | 0,12              | 14,73 |

| F.V.                | SC           | gl       | CM           | F           | p-valor       |
|---------------------|--------------|----------|--------------|-------------|---------------|
| Modelo.             | 93,96        | 11       | 8,54         | 1,60        | 0,1420        |
| <b>CULTIVARES</b>   | <b>49,82</b> | <b>2</b> | <b>24,91</b> | <b>4,65</b> | <b>0,0159</b> |
| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>17,32</b> | <b>3</b> | <b>5,77</b>  | <b>1,08</b> | <b>0,3705</b> |
| <b>CULT*TRAT</b>    | <b>26,82</b> | <b>6</b> | <b>4,47</b>  | <b>0,83</b> | <b>0,5511</b> |
| Error               | 192,71       | 36       | 5,35         |             |               |
| Total               | 286,67       | 47       |              |             |               |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Si la probabilidad es  $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es  $< 0,01$ = Altamente significativo

Si la probabilidad es  $> 0,05$ = No significativo

De acuerdo al análisis de varianza para la variable altura entre los tres cultivares, se obtuvo un **p-valor de 0.0159**, lo que nos indica que existen diferencias significativas, por lo que se procede a realizar la separación de medias de Tukey al 5%, entre los tratamientos se obtuvo un **p-valor de 0.3705**, lo que indica que no existen diferencias significativas. Mientras que en la interacción se obtuvo un **p-valor de 0,5511**, lo que indica que no existen diferencias significativas, por lo que no se procede a realizar la separación de medias de Tukey al 5%, esto se detalla en la tabla 16.

Soto *et al* (2006), en la investigación “Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de *Ficus benjamina* L. en diferentes épocas de año” menciona que los

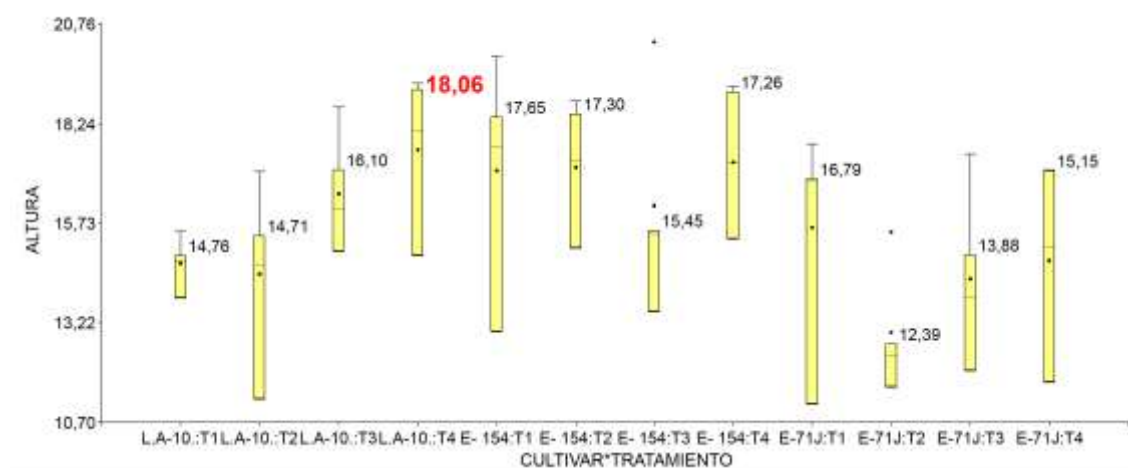
valores promedio por tratamiento durante el periodo de transplante, muestran que las dosis de 3,000 ppm de AIB ocasionó una mayor altura, seguida por las dosis de 1,500 y 1,000 ppm de AIB, estos datos son similares a los reportados en nuestra investigación ya que en la aplicación más alta de 2000 ppm (T4), existió mayor altura frente al testigo.

**Tabla 16. Separación de medias de Tukey al 5% de la altura entre cultivares.**

| CULTIVARES | Medias | n  | E.E. |   |   |
|------------|--------|----|------|---|---|
| E- 154     | 16,91  | 16 | 0,58 | A |   |
| E-L.A-10.  | 15,80  | 16 | 0,58 | A | B |
| E-71. J    | 14,42  | 16 | 0,58 |   | B |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Mediante la separación de medias de Tukey al 5% de la variable altura, se puede determinar que el cultivar E-154, es significativo obteniendo la media más alta, esto nos indica que el cultivar E-154, es el más apto para la propagación vegetativa debido a su rápido crecimiento y desarrollo en cuanto a su altura.



**Gráfico 8. Altura de las plantas de Eucalypto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

Gráficamente podemos observar que la interacción entre el cultivar L.A-10 junto al tratamiento 4 (T4), con la aplicación de 2000 ppm, se obtuvo la media más alta en cuanto al desarrollo de la altura.

5. **Análisis de varianza de la variable Diámetro a la altura del cuello (DAC), en plantas de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

a. **Análisis de varianza del Diámetro a la altura del cuello (DAC) de los cultivares y los tratamientos.**

El análisis del crecimiento del Diámetro a la altura del cuello (DAC) de los tres cultivares y los tratamientos, se hicieron promedios de los datos, donde la prueba de normalidad con Shapiro Wilks y se determinó que los datos de los promedios y de las transformaciones no son normales y no son homocedásticos, por lo que se debe aplicar la estadística no paramétrica en los promedios obtenidos utilizando Friedman, esto se detalla en la tabla 17 y gráfico 9

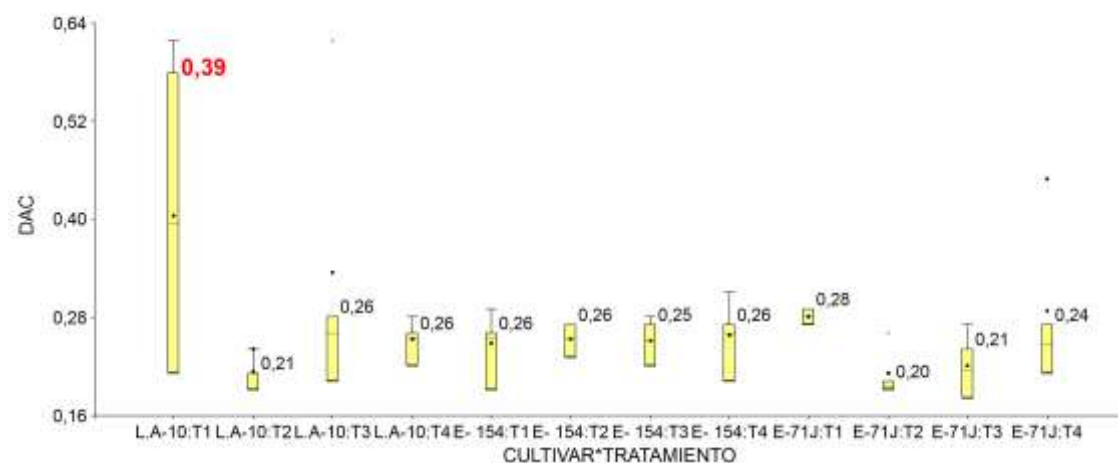
**Tabla 17. Análisis de varianza no paramétrica de DAC.**

| DAC  | T <sup>2</sup> | p       |
|------|----------------|---------|
| 1,00 | 1E30           | <0,0001 |

| Tratamiento | Suma (Ranks) | Media (Ranks) | n  |
|-------------|--------------|---------------|----|
| DAC         | 48,00        | 1,00          | 48 |

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)

De acuerdo al análisis se obtuvo un **p-valor de <0,0001** lo que indica que no existen diferencias significativas entre los cultivares y los tratamientos de la variable altura.



**Gráfico 9. Diámetro a la altura del cuello (DAC) de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**

Elaborado por: (Muñoz, L. 2018)



Gráficamente podemos observar que la interacción entre el cultivar L.A-10 junto al tratamiento 1 (0 ppm), se obtuvo la media más alta de DAC, lo que indica que el desarrollo de esta variable no está relacionada con la aplicación del AIB

## **VI. CONCLUSIONES**

- En nuestra investigación se obtuvo que la interacción del cultivar **L.A-10**, con el T4 (2000 ppm), obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia con el 100% a lo largo de nuestra investigación.
- Se puede determinar que el Ácido idolbutírico ayudó a acelerar el desarrollo de las raíces en las mini estacas en el cultivar E-154 interactuado con el T2, por lo que se recomienda que la aplicación de 500 ppm de AIB es el más indicada para utilizarlo en la propagación vegetativa debido al corto tiempo en que desarrollan raíces y por la cantidad de individuos enraizados.
- Se pudo determinar que la interacción entre el cultivar E-71.J junto al T2, con la aplicación de 500 ppm, es la combinación que produjo mayor número de brotes.
- El cultivar L.A-10 junto al T3 (1000 ppm), presentó la media más alta en cuanto al número de raíces, mientras que interactuado con el T4 (2000 ppm), se obtuvo la media más alta de cantidad de biomasa y la media más alta en cuanto al desarrollo de la altura, este cultivar junto al T1 (0 ppm) obtuvo la media más alta de DAC. Esto nos indica que el cultivar **L.A-10**, es el más indicado para propagarlo vegetativamente por su rápido crecimiento y desarrollo.
- Se pudo determinar que el cultivar E-154 junto al T3 (1000 ppm), obtuvo una mayor longitud de raíces.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda realizar experimentar el enraizamiento de mini estacas de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*), con dosis más bajas del Ácido indolbutírico (AIB), debido a que en nuestra investigación se obtuvieron resultados positivos con la dosis más baja en cuanto a un enraizamiento en menor número de días.
- También se recomienda experimentar con otros tipos de enraizadores para comprobar y verificar la eficiencia del Ácido indolbutírico (AIB), frente a otros productos comerciales.
- Se recomienda investigar el tiempo en que se deben sumergir las mini estacas en el Ácido indolbutírico (AIB), para determinar que existe o no influencia del tiempo de sumergimiento en la aceleración del desarrollo de raíces en las mini estacas.
- Se recomiendo investigar el efecto del Ácido indolbutírico (AIB), en el desarrollo de raíces en mini estacas con diferentes grosores, es decir, gruesas, medianas y finas, para determinar si existen influencia del grosor de la mini estaca en el desarrollo de raíces.

## **VIII. RESUMEN**

La siguiente investigación propuso: Evaluar la eficiencia del ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de mini estacas de Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), cantón Buena Fe, provincia Los Ríos, la investigación se instaló en el vivero "Los Ángeles", donde se extrajo material vegetativo de tres cultivares L.A-10, E-154, E-71.J y se aplicaron cuatro dosis de Ácido indolbutírico (AIB), de 0 ppm (T1), 500 ppm (T2), 1000 ppm (T3) y 2000 ppm (T4). En nuestra investigación se obtuvo que la interacción del cultivar L.A-10, con el T4 (2000 ppm), se obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia con el 100% a lo largo de nuestra investigación. Se puede determinar que el Ácido indolbutírico ayudó a acelerar el desarrollo de las raíces en las mini estacas en el cultivar E-154 interactuado con el T2, por lo que se recomienda que la aplicación de 500 ppm de AIB. Se determinó que el cultivar L.A-10 junto los tratamientos 3 (T3), tratamiento 4 (T4), obtuvo la media más alta de cantidad de biomasa y en el desarrollo de la altura respectivamente, además este cultivar en la variable DAC junto tratamiento 1 (T1), se obtuvo la media más alta. Esto nos indica que el cultivar L.A-10, es el más indicado para propagarlo vegetativamente por su rápido crecimiento y desarrollo. De acuerdo con el análisis de varianza para el número de brotes entre los cultivares, se determinó que existen diferencias significativas donde el cultivar E-71. J junto al tratamiento 2 (T2), con la aplicación de 500 ppm, es la combinación que produjo mayor número de brotes.

**Palabras clave:** ACIDO INDOLBUTÍRICO - ENRAIZAMIENTO DE MINI ESTACAS - PROPAGACIÓN VEGETATIVA.

**Por. Laura Muñoz**



## **IX. ABSTRACT**

The following research work has the purpose to: Evaluate the efficiency of the indole butyric acid (AIB) in the rooting of mini stations of eucalyptus urograndis (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*), Buena Fe Canton, Los Ríos Province, the study was installed in the vivarium "Los Angeles" where vegetative material was extracted from three cultivars: L.A-10, E-154, E-71J and four doses were applied of indole butyric acid (AIB), of 0 ppm (T1), 500 ppm (T2), 1000 ppm (T3), 2000 ppm (T4). In our investigation it was obtained that the interaction the crop L.A-10, with the T4 (2000 ppm) the highest survival rate was obtained with 100%; at 17 days after planting. It was determines that indole butyric acid helped to accelerate the development of the roots in the mini stakes in the cultivation E-154 interacting with the T2 so it was recommended that the application of 500 ppm of AIB. It was determined that the crop L.A-10 together with the treatments 3 (T3), treatment 4 (T4), obtained the highest measure of biomass quality an in the development of height respectively, also this cultivate in the variable DAC together to the treatment 1 (T1), it was obtained the highest measure. Which indicates that the crop L.A-10, it is determined that there are significant differences, where the crop E-71.J together with the treatment 2 (T2), with the application of 500 ppm, it is the combination that produced the greatest number of sprouts.

Clue Words: INDOLE BUTYRIC ACID, ROOTING OF MINI STAGES, VEGETATIVE PROPAGATION.



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Arango, B & Tamaño, L. (2008). *Densidad de la madera en clones de Eucalyptus por densitometría de rayos X*. Universidad Pontificia Bolivariana, Dirección Postal CO 0701, Medellín - Colombia. Recuperado el 20 de marzo de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n45/n45a08.pdf>
2. Betancourt, A. (1987). *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales*. Editorial Científico – Técnica, La Habana – Cuba. pp. 435. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <https://books.google.com.ec/books?id=1xpJAAAAYAAJ&q=inauthor:%22A.+Betancourt+Barroso%22&dq=inauthor:%22A.+Betancourt+Barroso%22&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiDx567yqjcAhXKrFMKHcxIBEIQ6AEIJjAA>
3. Castro, D. & González, J. (2002). *Micropropagación de eucalipto (Eucalyptus grandis Hill ex Maiden) en el sistema de inmersión temporal*. Universidad Católica de Oriente, Unidad de Biotecnología, Apartado Aéreo 008, Rionegro, Antioquia. Colombia. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072002000100007&script=sci\\_arttext&tlng=en#vichnevetskaia](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072002000100007&script=sci_arttext&tlng=en#vichnevetskaia)
4. Ceccon, E. & Martínez, M. (1999). *Aspectos ambientales referentes al establecimiento de plantaciones de eucalipto de gran escala en áreas tropicales: aplicación al caso de México*. México. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de [http://www.oikos.unam.mx/LECT/images/publicaciones-2000/cemmr\\_1999.pdf](http://www.oikos.unam.mx/LECT/images/publicaciones-2000/cemmr_1999.pdf)
5. Condo, L & Pazmiño, J. (2015). *Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias*. Recuperado el 23 de julio, de [http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/pdf/23/dise%C3%B1o%20experimental%20en%20el%20desarrollo%20del%20conocimiento%20cient%C3%ADfico%20de%20las%20ciencias%20agropecuarias\\_1.pdf](http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/pdf/23/dise%C3%B1o%20experimental%20en%20el%20desarrollo%20del%20conocimiento%20cient%C3%ADfico%20de%20las%20ciencias%20agropecuarias_1.pdf)
6. Diagnóstico del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Patricia Pilar. (2015-2019). Quevedo- Ecuador. Recuperado el 10 de mayo del 2018, de

[http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1260010880001\\_Diagn%C3%B3stico%20PDOT\\_31-10-2015\\_17-54-20.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1260010880001_Diagn%C3%B3stico%20PDOT_31-10-2015_17-54-20.pdf)

7. Ecured. (s.f.). *Ácido Indol Butírico (AIB)*. Recuperado el 18 de abril del 2018, de [https://www.ecured.cu/Acido\\_Indol\\_But%C3%ADrico\\_\(IBA\)](https://www.ecured.cu/Acido_Indol_But%C3%ADrico_(IBA))
8. Gaspar, C. (1994). *Peroxidase activity and endogenous free auxin during adventitious root formation*. In: Lumsden, P.J., Nicholas, J.R. y Davies, W.J. (eds.), *Physiology, Growth and Development of plants in Culture*. pp. 289-298.
9. Griffin, R. & Rivelli, J. (1993). *A comment on clonal eucalypt plantation*. *Eucalyptus Improvement and Silviculture*. Vol.1. p. 1-5
10. Gutiérrez, B & Chung, P. (1994). *Propagación vegetativa y silvicultura clonal en eucalipto*. Chile. Recuperado el 12 de mayo del 2018, de <http://biblioteca.infor.cl/DataFiles/18556.pdf>
11. Henríquez, E. (2004). *Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de morera (Morus alba)*. Santiago – Chile. Recuperado el 18 de mayo del 2018, de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101738/henriquez\\_e.pdf?sequence=4](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101738/henriquez_e.pdf?sequence=4)
12. Laclau, J., Almeida J., Alves, J., Saint-André, L., Ventura, M., Ranger, J., Moreira, R., & Nouvellon, Y. (2009). *Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf life and allocation of above-ground growth in Eucalyptus plantations*. pp. 111-124.
13. MAE. (2011). *Estimación de la Tasa de Deforestación del Ecuador continental*. Recuperado el 16 de mayo del 2018, de <https://docplayer.es/13530503-Estimacion-de-la-tasa-de-deforestacion-del-ecuador-continental.html>
14. Martínez, R., Azpíroz, H., Rodríguez, J., Cetina, V., Gutiérrez, M., & Sahagún, J. (2005). *Micropropagación clonal in vitro en Eucalyptus grandis y E. urophylla*. vol. 1. Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte - México.

15. Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación*. Turrialba - Costa Rica. Recuperado el 16 de mayo del 2018, de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=L9IOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PP7&dq=importancia+de+la+propagacion+vegetativa+de+eucalyptus+urograndis&ots=3p7KxI05\\_3&sig=ufy6ihZ6AUL16xrBg4t\\_KV-cG8U#v=onepage&q=estac&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=L9IOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PP7&dq=importancia+de+la+propagacion+vegetativa+de+eucalyptus+urograndis&ots=3p7KxI05_3&sig=ufy6ihZ6AUL16xrBg4t_KV-cG8U#v=onepage&q=estac&f=false)
16. Oberschelp, G. (2008). *Enraizamiento en dos clones de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden utilizando técnicas de macro-cutting, mini-cutting y micro-cutting*. Argentina. Recuperado el 20 de mayo del 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/291342594\\_Enraizamiento\\_en\\_dos\\_clones\\_de\\_Eucalyptus\\_grandis\\_Hill\\_ex\\_Maiden\\_utilizando\\_tecnicas\\_de\\_macro-cutting\\_mini-cutting\\_y\\_micro-cutting](https://www.researchgate.net/publication/291342594_Enraizamiento_en_dos_clones_de_Eucalyptus_grandis_Hill_ex_Maiden_utilizando_tecnicas_de_macro-cutting_mini-cutting_y_micro-cutting)
17. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. FAO. (1981). *Vista mundial de la plantación de madera madurada*. Recuperado el 13 de mayo de <https://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.fao.org/forestry/25860-0bc06e1b1190f66bb48651bfd756f37fd.pdf&prev=search>
18. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. FAO. (2010). *Global Forest Resources Assesment*. Recuperado el 3 de NOVIEMBRE de 2017, de Main Report. Recuperado el 15 de mayo, de <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>
19. Paillacho, C. (2010). *Evaluación del crecimiento inicial de Eucalyptus urograndis, Gmelina arborea roxb y Ochroma pyramidale cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda zoila luz del canton Santo Domingo*. Ecuador. Recuperado el 19 de mayo del 2018, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2966/1/T-%20ESPE-IASA%20II-002329.pdf>
20. Pérez, C., Frangi, J., Goya, J., Luy, A., & Arturi, M. (2013). *Contenido de nutrientes en las raíces finas y el mantillo de rodales de Eucalyptus grandis de diferente*



*edad en la Mesopotamia Argentina*. Recuperado el 22 de abril del 2018, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v34n3/art06.pdf>

21. Quinto, H., Moreno, H., Caicedo, M. & Pérez, L. (2016). *Biomasa de Raíces Finas y Fertilidad del Suelo en Bosques Pluviales Tropicales del Pacífico Colombiano*. Colombia. pp. 53-66. Recuperado el 15 de abril del 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v19n1/v19n1a04.pdf>
22. Quispe, A. (2014). *El Cultivo del Eucalipto en Brasil*. Lima - Perú. Recuperado el 10 de abril del 2018, de <https://El%20Cultivo%20del%20Eucalipto%20en%20Brasil.doc01.pdf>
23. SEMIFOR E.I.R.L. (2015). *Eucalyptus urograndis*. Recuperado el 22 de abril del 2018, de <http://hrbunas.blogspot.com/2015/01/eucalyptus-urograndis.html>
24. Soto, L., Mata, J., Hernández, J., Rosas, H., & Cetina, V. (2006). Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de *Ficus benjamina* L. en diferentes épocas del año. México. Recuperado el 6 de mayo del 2018 de, <http://Dialnet-EfectoDeDiferentesDosisDeAIBSobreElEnraizamientoDe-2213985.pdf>
25. Trujillo, M. (2005). *Avances en propagación vegetativa para el género Eucalyptus*. Recuperado el 10 de abril del 2018, de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/445/1/111219220807111623.pdf>
26. Valverde, Y. & Gamboa, O. (2005). *Enraizamiento de estacas de especies forestales*. Recuperado el 10 de mayo del 2018, de [http://Dialnet-EnraizamientoDeEstacasDeEspeciesForestales-5123232%20\(3\).pdf](http://Dialnet-EnraizamientoDeEstacasDeEspeciesForestales-5123232%20(3).pdf)
27. Vargas, G. (1982). *Estudio sobre el enraizamiento de Eucalyptus deglupta Blumes*. Tesis posgrado. Turrialba - Costa Rica. Universidad de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. p. 60.
28. Vásquez, L. (2015). *Dosis de Ácido indolbutírico y edad de material vegetativo y su efecto en el enraizamiento de brotes de Coffea arabica. Café variedad caturra Tarapoto, San Martín*. Loreto - Perú. Recuperado el 10 de mayo del 2018, de

[http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3379/Lady\\_Tesis\\_Titulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3379/Lady_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- 29.** Vinueza, M. (2012). *Ecuador forestal, fichas técnicas de especies forestales*. Ficha técnica n° 10: eucalipto.
- 30.** Wendling, I. & Aloisio, X. (2005). Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. Recuperado el 15 de mayo de <http://www.scielo.br/pdf/0D/rarv/v29n6/a11v29n6.pdf>

## **XI. ANEXOS.**

### **Anexo1. Instalación del ensayo y diseño del campo experimental.**



### **Anexo 2. Tamizado y desinfección del sustrato.**





**Anexo 3. Llenado de bandejas.**



**Anexo 4. Selección de plantas madre.****Anexo 5. Recolección de material vegetativo.****Anexo 6. Aplicación del Ácido Indolbutírico.**



**Anexo 7. Colocación de las mini estacas en los tubetes.**



**Anexo 8. Visualización directa del tiempo de enraizamiento.**



**Anexo 9. Limpieza de las plantas de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptys urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**



**Anexo 10. Aplicación de fungicida a las plantas de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**



**Anexo 11. Lavado de las raíces de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*).**



**Anexo 12. Clasificación de las raíces por cultivar y tratamiento en el laboratorio de Suelos de la ESPOCH.**

