

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



## T E S I S

“EFICIENCIA DE LA PROPAGACIÓN POR ESQUEJES APICALES DE *Delostoma integrifolium* D. Don UTILIZANDO DOS TIPOS DE SUSTRATOS Y UN ESTIMULANTE DE ENRAIZAMIENTO (ACIDO INDOLBUTÍRICO)

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

## INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

**NEISSER VALDELOMAR CRUZADO DÍAZ**

ASESOR:

**Ing. M.Sc. WALTER RONCAL BRIONES**

Cajamarca - Perú

2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Secretaría Académica



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Cajamarca, a los siete días del mes de octubre del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 140-2022-FCA-UNC, de fecha 26 de abril del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EFICIENCIA DE LA PROPAGACIÓN POR ESQUEJES APICALES DE *Delostoma integrifolium* D. Don UTILIZANDO DOS TIPOS DE SUSTRATO Y UN ESTIMULANTE DE ENRAIZAMIENTO (ÁCIDO INDOL BUTÍRICO)**", realizada por el Bachiller **NEISSER VALDELOMAR CRUZADO DÍAZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las ocho horas y cero minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las diez horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Luis Davila Estela  
**PRÉSIDENTE**

Ing. Nehemias Honorio Sangay Martos  
**SECRETARIO**

Ing. Oscar Rogelio Saenz Narro  
**VOGAL**

Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncai Briones  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Daniel y Rosa Yoni,

A mi hermana: Yhanicza Natali

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación y por las bendiciones que me brinda cada día como la vida, la salud y la familia que me ha dado, quienes han sido el mejor apoyo y soporte en tiempos difíciles.

A mi asesor, el ingeniero Walter Roncal Briones por aceptar ser quien me oriente a lo largo del proceso de investigación.

A la Municipalidad Provincial de Hualgayoc- Bambamarca, en especial a la Gerencia del Ambiente y Saneamiento y a la oficina de Viveros Forestales, Parques y jardines por brindarme sus instalaciones y todo el apoyo técnico que necesité durante la fase de campo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Antecedentes de la investigación .....	3
2.2. BASES TEÓRICAS .....	4
2.2.1. Aspectos morfológicos de la <i>Delostoma integrifolium</i> .....	4
2.2.2. Distribución geográfica .....	4
2.2.3. Usos.....	5
2.2.4. Métodos de propagación .....	6
2.2.5. Propagación vegetativa por esquejes .....	7
2.2.6. Medios de enraizamiento .....	8
2.2.7. Factores que influyen en el enraizamiento .....	9
2.2.8. Reguladores de crecimiento .....	11
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	13
CAPÍTULO III.....	15
MARCO METODOLÓGICO.....	15
3.1. Localización de la investigación .....	15
3.2. Materiales experimentales .....	15
3.2.1. <i>Material biológico</i> .....	15
3.2.2. <i>Material para campo</i> .....	15
3.2.3. <i>Material de laboratorio</i> .....	15
3.2.4. <i>Herramientas</i> .....	15
3.2.5. <i>Equipos</i> .....	16
3.2.6. <i>Insumos y productos químicos</i> .....	16
3.2.7. <i>Sustratos</i> .....	16

3.3. Metodología.....	16
3.3.1. <i>Tipo de la investigación</i> .....	16
3.3.2. Diseño experimental .....	16
3.3.3. Factores y variables .....	17
3.3.4. <i>Procedimientos</i> .....	18
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>26</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
4.1. Descripción y análisis de las variables.....	26
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Factores, niveles y tratamientos en estudio. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas y CAP de las plantas que se extrajeron los esquejes.....	18
<b>Tabla 3.</b> Cantidades de AIB diluidos por tratamiento. ....	22
<b>Tabla 4.</b> Parámetros de evaluación. ....	25
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el número de brotes por esquejes (Datos transformados con $\sqrt{x}$ ). ....	26
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de brotes. ....	27
<b>Tabla 7.</b> Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S*E) en longitud de brotes. ....	27
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas (Datos transformados con $\sqrt{x}$ ). ....	29
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S*E) en el número de hojas.....	29
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de hojas.....	31
<b>Tabla 11:</b> Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S*E) en longitud hojas.....	31
<b>Tabla 12:</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el número de raíces (Datos transformados con $\sqrt{x}$ ). ....	33
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S*E) el número de raíces.....	33
<b>Tabla 14:</b> Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de raíces. ....	35
<b>Tabla 15:</b> Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S*E) en longitud de raíces.....	35
<b>Tabla 16:</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de enraizamiento de los esquejes (Datos transformados con $\text{Arcosen } \sqrt{\text{(\%)}}$ ). ....	37
<b>Tabla 17:</b> Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S*E) para el porcentaje de enraizamiento de los esquejes.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de las plantas de las cuales se obtuvieron los esquejes. ....	18
<b>Figura 2.</b> Acondicionamiento de esquejes en papel periódico mojado para su traslado. .....	19
<b>Figura 3.</b> Llenado de bolsas con el primer sustrato (50% de turba, 30% de tierra agrícola y 20% de arena). ....	21
<b>Figura 4.</b> Unidades experimentales con su respectivo sustrato y tratamiento delimitados de acuerdo a las repeticiones realizadas. ....	21
<b>Figura 5.</b> Medición de agua con esquejes inmersos para saber la cantidad exacta para disolver el AIB en cada tratamiento.....	22
<b>Figura 6.</b> Instalación del primer esqueje con una ligera inclinación. ....	23
<b>Figura 7.</b> Medición de raíces de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	24
<b>Figura 8.</b> Longitud de brotes por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (IBA). .....	28
<b>Figura 9.</b> Número de hojas por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (IBA). .....	30
<b>Figura 10.</b> Longitud de hojas por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (IBA). .....	32
<b>Figura 11.</b> Número de raíces por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (IBA). .....	34
<b>Figura 12.</b> Longitud de raíces por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (IBA). ....	36
<b>Figura 13.</b> Enraizamiento de los esquejes por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (IBA).....	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Croquis de distribución del experimento en la platabanda .....	45
<b>ANEXO 2.</b> Hoja de seguridad del producto utilizado como enraizante .....	46
<b>ANEXO 3.</b> Formatos utilizados en campo para el registro de datos de los parámetros a evaluar.....	49
<b>ANEXO 4.</b> Monitoreo de las variables evaluadas en el tiempo .....	49
<b>ANEXO 5:.</b> Registro original de evaluaciones de los mejores resultados obtenidos en los dos sustratos.....	58
<b>ANEXO 6.</b> Panel fotográfico de la ejecución de la investigación.....	61

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el vivero municipal del distrito de Bambamarca, con el fin de determinar la eficiencia de dos tipos de sustrato y un estimulante de enraizamiento (ácido indolbutírico) en la propagación de esquejes de *Delostoma integrifolium* D. Don, y para ello se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2S X 4A y 3 repeticiones; en el procedimiento se utilizaron dos tipos de sustrato; el primero en una proporción 1: 1: 1; es decir 33,3% de turba, 33,3% de tierra agrícola y 33,3% de arena y el segundo sustrato en una proporción 2: 1: 1; es decir 50% de tierra agrícola, 25% de compost y 25% de arena. Para la aplicación del estimulante de enraizamiento se realizó previamente una prueba en blanco para saber la cantidad exacta de estimulante que se debe de aplicar a cada tratamiento, los cuales fueron de 0,0 g/l; 0,25 g/l; 0,500 g/l y 0,750 g/l. Los resultados obtenidos señalan que la mejor opción para propagación de *Delostoma integrifolium* D. Don es el sustrato S2 compuesto por 50% tierra agrícola + 25% compost + 25% de arena y con una dosis de 0,500 g de enraizador por litro de agua, alcanzando un 51,85% de enraizamiento. Con estos resultados se espera contribuir a la investigación en cuanto a la propagación de esta especie nativa que tiene un gran valor ecológico, económico y medicinal.

**Palabras clave:** esqueje, sustrato, propagación, ácido indolbutírico, *Delostoma integrifolium*.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the municipal nursery of the district of Bambamarca, in order to determine the efficiency of two types of substrate and a rooting stimulant (indolebutyric acid) in the propagation of cuttings of *Delostoma integrifolium* D. Don, and for this a completely randomized block design (DBCA) was carried out, with a factorial arrangement of 2S X 4A and 3 repetitions; Two types of substrate were used in the procedure; the first in a 1:1:1 ratio; that is to say 33.3% peat, 33.3% agricultural land and 33.3% sand and the second substrate in a 2: 1: 1 ratio; that is, 50% agricultural land, 25% compost and 25% sand. For the application of the rooting stimulant, a blank test was previously carried out to know the exact amount of stimulant that should be applied to each treatment, which were 0.0 g/l; 0.25g/l; 0.500 g/l and 0.750 g/l. The results obtained indicate that the best option for the propagation of *Delostoma integrifolium* D. Don is the S2 substrate made up of 50% agricultural land + 25% compost + 25% sand and with a dose of 0.500 g of rooting agent per liter of water, reaching 51.85% rooting. With these results, it is expected to contribute to research regarding the propagation of this native species that has great ecological, economic, and medicinal value.

Keywords: cutting, substrate, propagation, indolebutyric acid, *Delostoma integrifolium*.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, la pérdida del recurso forestal, afectan la calidad de vida de las comunidades circundantes a los bosques, y a pesar de esto existen pocos estudios acerca de la propagación de especies nativas, de la reproducción sexual y asexual, obteniendo resultados poco satisfactorios, debido al desconocimiento de factores limitantes que influyen en el prendimiento, crecimiento y desarrollo de las nuevas plantas, por lo que se busca probar otras variantes o formas de propagación de especies nativas con resultados más convincentes (Arostegui y Díaz, 1992).

La *Delostoma integrifolium* D. Don (babilla o campanilla), a pesar de ser una especie muy importante debido a su gran valor económico, social y sobre todo ecológico, es una especie muy poco conocida debido a su escasa información sobre sus beneficios y su propagación. Esta especie juega un papel muy importante en la protección de las cuencas hidrográficas, protección de biodiversidad, obtención de productos forestales maderables y no maderables y además prestan servicios ambientales como fijador de carbono contribuyendo a la estabilidad ambiental de los bosques nativos andinos (Huachi, 2008).

El mayor problema en nuestra región es que no hay estudios suficientes en temas de propagación de estas especies propias de los ecosistemas andinos ya que solo se está optando por una sola forma de propagación (por semillas) dejando de lado algunas de las potencialidades propias de estas especies como su característica de poder propagarse vegetativamente y con ello la ventaja de aprovechar el 100% de genes de una especie seleccionada y poder obtener plantas de calidad en menos tiempo (Cáceres, 2012), este es el caso de la *Delostoma integrifolium*, que posee bajo porcentaje de germinación de sus semillas (Abanto, 2017), siendo esta una de las principales razones por la que no se incluye en programas de reforestación, y para dar respuesta a esta problemática se planteó la siguiente pregunta:

¿Cuál es el sustrato y la dosis más adecuada de Ácido indolbutírico (AIB) para obtener el mayor porcentaje de enraizamiento de esquejes apicales de *Delostoma integrifolium*?

La investigación se realizó con el fin de contribuir a conocer el proceso de producción de *Delostoma integrifolium* en vivero, utilizando otras opciones de propagación diferentes al uso de semilla botánica, en este caso empleando esquejes y usando un estimulante de enraizamiento (AIB) y dos tipos de sustrato, de tal manera que se pueda elevar significativamente la cantidad de plantones obtenidos, ya que una mayor eficiencia en la producción de plantones de especies nativas haría más viable su uso en programas de reforestación.

Con los resultados de este trabajo se busca promover la investigación en cuanto a las diferentes formas de propagación de especies nativas con la finalidad de facilitar su repoblación y solucionar las dificultades en la propagación de estas especies, como es el caso de la *Delostoma integrifolium* D. Don, que posee un bajo porcentaje de germinación en semilla, como lo demuestran los resultados de la investigación realizada por Abanto (2017). La propagación vegetativa permite trasladar el 100% de genes de la planta madre a su descendencia, mejorando así la calidad de las nuevas plantas e incrementando su rendimiento y por ende su valor, lo cual serviría como incentivo para repoblar áreas degradadas incrementando los recursos forestales y específicamente de las especies nativas, ya que son éstas las que sirven como fuente de alimentos y medicinas, belleza paisajística, hábitat y sombra para la fauna local, mejoramiento y retención del suelo, regulación de caudales hídricos, y muchos otros servicios ambientales.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficiencia de la propagación asexual de *Delostoma integrifolium*, utilizando esquejes en dos tipos de sustrato y un estimulante de enraizamiento (AIB), y contribuir a ampliar el conocimiento y motivar a los posibles lectores a realizar más estudios acerca de esta especie, la cual es importante desde varias perspectivas: socioeconómico, ecológico, medicinal, etc. Así mismo, por sus características pueda ser incluida a futuro en proyectos de reforestación o restauración de ecosistemas.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

De acuerdo a los estudios realizados por la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (2001), la *Delostoma integrifolium* es una especie nativa poco conocida por lo que existen pocos estudios sobre su propagación, la mayoría de ellos son en reproducción por semillas y por micropropagación, en cuanto al uso de esquejes no se tiene mayor información y los estudios más relacionados son los de propagación asexual de especies bignoniáceas para reforestar la zona alto andina de Bogotá, en donde se usó sustancias para enraizamiento como el Ácido indolbutírico (AIB) dando un buen resultado de enraizamiento en el material proveniente de árboles jóvenes y recogidos al final de temporada seca colocada en una concentración de Ácido indolbutírico (AIB) de 0,500 g/l con un 83% de éxito, mientras que en la concentración de 0,250 g/l tuvo 67% de éxito.

Navarrete (2014) evaluó medios de cultivo para la micropropagación de *Delostoma integrifolium* D. Don, luego de los ensayos de brotación de yemas se colocaron diferentes concentraciones de Ácido indolbutírico (AIB) para el enraizamiento. El análisis estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2 x 4 con seis repeticiones en cada fase en donde quedó demostrado que el ácido indolbutírico (AIB) ayudó a enraizar más rápido y con mayor cantidad de raíces y mayor longitud, todas estas evaluaciones se hicieron durante 60 días en donde el propósito de la investigación fue acelerar el proceso de producción de la *Delostoma integrifolium*.

Según el estudio de la propagación asexual de diez especies forestales y arbustivas en el jardín botánico "Reinaldo Espinosa" realizado en Loja por Ochoa y Aldáz (2011) indican que la evaluación que se realizó para determinar el enraizamiento, se evidenció que a los 6 meses presentaron raíces de entre 0,50 a un cm de largo con un porcentaje de enraizamiento de 30%, llegando a sobrevivir al finalizar el proceso de investigación 5 estacas que corresponde al 17%, 2 plántulas en sustrato 3:1:1; es decir 60% de turba, 20% de tierra agrícola y 20% de arena; y concluyendo que el bajo éxito de sobrevivencia se debió a la falta de la aplicación de un estimulante para el enraizamiento.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Aspectos morfológicos de la *Delostoma integrifolium*.**

La *Delostoma integrifolium* es una especie leñosa nativa perteneciente a la familia Bignoniaceae y se encuentra distribuida entre los 1800 – 2800 msnm, esta especie es comúnmente conocida como “campanilla”, “babilla”, “yalomán”; siendo este un individuo de crecimiento lento que puede llegar a medir hasta 15 m y alcanzar un diámetro de 40 cm, con ramificaciones desde el segundo tercio, la copa globosa y el fuste irregular sin modificaciones en la base. Presenta una corteza lenticelada de color gris y sus hojas son simples opuestas decusadas de hasta 12 cm de largo con ápice acuminado, base obtusa, nervación pinnada, láminas cartáceas, glabras. Sus racimos terminales son paucifloros, con 3 a 10 flores vellosas y gamopétalas de color rosado con rayas moradas, sus frutos son aplanados, ligeramente curvados y contiene abundantes semillas aladas y delgadas de 1 a 2 cm de longitud. En la ciudad de Quito es considerado árbol patrimonial por su valor ecológico y por considerarse un bien natural invaluable (Navarrete, 2014).

### **2.2.2. Distribución geográfica**

La *Delostoma integrifolium* D. Don es una especie de distribución Neotropical, desde Venezuela hasta los Andes del Perú y es frecuente en bordes de caminos, de bosques, bosques secundarios, aislados en potreros, entre los 1800 y 2400 m de altura (Vargas, 2002); en el Perú se encuentra abarcando las ecorregiones de la Serranía Esteparia y la Ceja de Selva, entre 1500-3000 msnm; ampliamente distribuida en casi todo este ámbito en el país, aunque es raro encontrar poblaciones representadas por muchos individuos en algunos lugares de ocurrencia, se le puede observar en formaciones de bosque seco a sub-húmedo, en áreas con vegetación poco alterada o primaria (Reynel *et al.*, 2006). Se le encuentra a lo largo de los Andes (bosques nublados) de los departamentos de Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Lima, La Libertad, Piura y San Martín (Rodríguez *et al.*, 2004). Dentro del departamento de Cajamarca se le encuentra formando parte de los bosques montanos de: Cachil (Contumazá), PN de Cutervo, Monte seco (Santa Cruz, Las Palmas (Chota) (Sagástegui *et al.*, 2003); en el bosque la Oscurana en San Miguel (Juárez *et al.*, 2005).

### 2.2.3. Usos

**Combustible:** Esta especie sirve de combustible ya que las ramas secas, al igual que las hojas, son usadas como leña y los árboles viejos, así como ramas o troncos gruesos son útiles para fabricar carbón (Vargas, 2002).

**Materia prima:** Sus diversos usos se deben a la dureza de la madera. Sirve de materia prima para la elaboración de arados, cabos, postes, pilares, estacas, vigas de calidad, muebles, artesanías y en la construcción de casas rurales (Navarrete, 2014).

**Medicinal:** En la medicina aborígen la flor está catalogada con la característica térmica de “caliente”. Hervida y aplicada en forma de baños cura los sarpullidos y afecciones de la piel. En infusión se la bebe para calmar las molestias de la gripe (Huachi, 2008), mientras que las hojas calientes se usan como emplastos para curar el dolor de estómago (Palacios, 2011).

Esta especie también posee iridoides; los que aislados y purificados exhiben una amplia gama de actividades biológicas, beneficiosas sobre la función hepática y billar. También ha mostrado acción antiinflamatoria, antimicrobiana, antitumoral y antiviral, y se ha usada como antídoto en el envenenamiento producido tras el consumo de hongos venenosos del género *Amanita*, además previene la formación de derivados avanzados de glicosilación (AGEs) y ayuda a mantener niveles saludables de azúcar en la sangre (López *et al.*, 2012).

**Ornamental:** Este uso se debe a su abundante y vistosa floración y por la forma de su copa (Viteri, 2002).

**Agroforestal:** La *Delostoma integrifolium* es muy usada en sistemas agroforestales ya que es una especie que no afecta cultivos ni pasturas, sino que por el contrario los mejora debido a que capta nitrógeno, además su copa brinda sombra para el ganado y sus hojas le sirven de alimento (Navarrete, 2014).

**Ambiental:** La *Delostoma integrifolium* es un árbol que además de capturar el carbono del ambiente, en el período de escasez anual de lluvias presenta defoliación de la vegetación lo que ayuda a la incorporación de materia orgánica al suelo por lo que es una especie recomendada para la recuperación de suelos en alturas de más de 2 800 msnm ya que al ser nativa se adapta fácilmente a las condiciones adversas y cumple eficientemente la función de fitorremediación que consiste en eliminar los contaminantes del entorno, para reducir su peligrosidad, o para mejorar las condiciones del suelo y el ambiente, además alberga en su interior a una gran variedad de pequeñas aves e insectos como la avispa de la especie *Amitus fuscipennis*, la cuál

es parasitoide o agente controlador de la mosca blanca, la misma que muere cuando la avispa deposita un huevo en su interior. La permanencia de las avispas en su hospedero radica en las estructuras productoras de azúcar que posee, de las que aparentemente se alimentan (Navarrete, 2014).

#### **2.2.4. Métodos de propagación**

Para realizar la propagación de *Delostoma integrifolium* se puede elegir la multiplicación sexual o asexual que se determina a continuación:

##### **a. Propagación sexual**

Las especies de la familia Bignoniaceae, en su gran mayoría se propaga por semillas, por lo que los frutos se deben recolectar directamente del árbol, cuando estén maduros y antes de que realicen la dehiscencia, algunas veces también es posible recoger los frutos cerrados que han caído del árbol y se encuentran en el suelo, siempre y cuando se observe que están en buen estado fitosanitario. Las semillas de esta especie son ortodoxas lo que permite almacenarlas por un periodo de 6 meses hasta cerca de los 2 años, bajo condiciones adecuadas de almacenamiento su viabilidad persiste y antes de sembrarlas se recomienda sumergir las semillas en agua corriente de 12 a 24 horas para obtener un porcentaje de germinación cerca al 50% (CORANTIOQUIA, 2007).

##### **b. Propagación asexual**

La propagación asexual es una técnica que pueden ser utilizadas en la obtención de material vegetal para objetivos de reforzamiento, introducción o reintroducción de plantas, cuando la reproducción por vía sexual no resulta factible o eficaz (Jácome, 2011).

La Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (2001) menciona que los esquejes obtenidos de árboles maduros de *Tabebuia rosea* perteneciente a la familia Bignoniaceae, deben poseer 40 cm de longitud y con 1 a 2 cm de diámetro, el mismo debe poseer al menos 3 yemas, tomadas de la parte media de las ramas lo que facilitará la formación de raíces. Se las puede colocar en bolsas de polietileno o directamente en el campo, para un prendimiento óptimo debe poseer humedad elevada y constante. Existe un amplio abanico de técnicas de propagación vegetativa y la elección de la más adecuada, pasa por tener previamente un profundo conocimiento de la morfología de la especie y de la existencia de algún medio de propagación vegetativa natural en la misma (Jácome, 2011).

## **Importancia y ventajas de la propagación asexual**

Una de las principales ventajas de la propagación asexual es que de unas cuantas plantas madres es posible producir muchas nuevas plantas en un espacio limitado de manera simple, rápida y económica; sin existir problemas de compatibilidad con patrones o de uniones deficientes de injerto; obteniendo una uniformidad mayor por la ausencia de variaciones que en ocasiones aparecen en las plantas injertadas resultantes de la variación en los patrones provenientes de semilla y además las plantas propagadas reproducen fielmente las características de la variedad o de la planta que las origino, existiendo mayor rapidez en el desarrollo vegetativo y precocidad en la producción (Hartmann y Kester, 1994).

### **2.2.5. Propagación vegetativa por esquejes**

El estaquillado o esquejado consiste en tomar una porción de una planta, ya sea un trozo de tallo, de raíz o una hoja, y conseguir que emita raíces por la base para formar un nuevo ejemplar. Muchos árboles y arbustos cultivados, son reproducidos a partir de esquejes o segmentos de tallos que, cuando se los coloca en agua o tierra húmeda, desarrollan raíces en sus extremos. Uno de los ejemplos más conocidos es el árbol de sauce que tiene una gran capacidad para formar raíces y crecer. Los esquejes pueden ser también de hoja, como los que se utilizan en la reproducción asexual de la begonia (Viteri, 2002).

### **Tipos de esquejes**

Según Hartmann y Kester (1994) hay seis tipos de esquejes y son:

- **De hoja:** Se trata de una hoja con peciolo la cual se entierra por la parte del peciolo para que arraíce.
- **De hoja y tallo:** es un esqueje que consta de un trozo de tallo con yemas axilares de hojas.
- **Tiernos:** Son aquellos esquejes tomados de plantas jóvenes que no han desarrollado todavía el proceso de lignificación, la extracción de este tipo de esquejes debe de hacerse en primavera para que puedan brotar rápidamente.
- **Semileñosos:** También pertenecen a los tallos más jóvenes y suele utilizarse en plantas coníferas, arbustos de hoja caduca o perenne, brezos y plantas trepadoras
- **Leñosos:** forman parte de los tallos más maduros, por lo que lo mejor es extraerlos en épocas más frescas del año.
- **De raíz:** consiste en quitar trozos de raíz o brotes de raíces superficiales (chupones) y enterrarlos.

## **Recolección del material vegetativo**

La calidad del material vegetativo depende en gran medida la obtención de plantas sanas y vigorosas. Álvarez (1994) recomienda lo siguiente:

- Evitar el crecimiento de ramas y permitir la acumulación de carbohidratos reduciendo la provisión de nitrógeno a las plantas madres proveedoras de material vegetativo.
- Escoger esquejes con porciones de la planta que estén en estado nutritivo adecuado. Por ejemplo, se toman ramas laterales en las cuales ha disminuido el crecimiento rápido y se han acumulado los carbohidratos.
- Seleccionar partes de la rama que se conoce que tienen un alto contenido de carbohidratos. Según análisis químicos se sabe que son las porciones basales de las plantas aquellas que reúnen estos requisitos.

## **Características del material de propagación, selección y estado**

El material para las estacas y esquejes serán las porciones de las plantas que estén en buen estado nutritivo; y de preferencia que sean jóvenes ya que enraízan con más facilidad que aquellas que provienen de plantas viejas y maduras. Las partes basales de las ramas terminales y las ramillas laterales enraízan con facilidad. La planta madre de la cual se va a obtener el material vegetativo debe poseer ciertas características fenotípicas como: buen fuste, de buena altura, no muy ramificado, con pocos nudos, libre de enfermedades, que sean moderadamente vigorosas y tener en cuenta la edad de la planta reproductora (Viteri, 2002).

## **Desinfección del material vegetativo**

La desinfección de los esquejes apicales es una actividad rigurosamente necesaria al tratar este tipo de materiales, ya que producto de la obtención, transporte, y preparación del material vegetativo, quedan heridas que debe ser desinfectadas con productos recomendables como el Hipoclorito de Sodio y Etanol (Álvarez, 1994).

### **2.2.6. Medios de enraizamiento**

Existen numerosos tipos de sustratos como los de tipo orgánico (turba, tierra de hoja, aserrín, cáscara de arroz, etc.) y los de tipo mineral (arena y arcillas expandidas como la perlita y vermiculita). Los mejores resultados generalmente se han obtenido con el empleo de una mezcla de perlita y vermiculita en proporción de 2:1 ó 1:1, pero su costo es demasiado elevado (Botti, 1999).

Muñoz (1994), recomienda que se debe utilizar un sustrato adecuado para poner a germinar los esquejes ya sea de ramas, raíces y así tener una planta nueva. La selección de especies nuevas debe hacerse con mucho cuidado y deben estar adaptadas al medio ambiente del lugar, es decir, clima, suelo, y ambiente biótico.

El sustrato que será puesto en el vivero debe ser tamizado o cernido con una malla de metal, para así evitar partículas gruesas, raíces ajenas, palos, vidrios, etc. (Hartmann y Kester, 1994).

La mejor época para la siembra es cuando el suelo está mojado, también cuando las condiciones atmosféricas son húmedas o hay poca evaporación. La profundidad de la plantación debe permitir un buen equilibrio entre la parte aérea y la parte que está enterrada del esqueje, para así evitar que la estaca se seque se voltee y produzca pocas raíces. De preferencia se debe colocar inclinado dejando un ángulo de inclinación más o menos de 30° y dejar una yema fuera, ya que de esta manera se está asegurando que la estaca brote y no se pudra (Hartmann y Kester, 1994).

### **2.2.7. Factores que influyen en el enraizamiento**

- **Selección del material para propagación**

Para realizar la selección del esqueje se debe de tener en cuenta la condición fisiológica de la planta madre como presencia de agentes patógenos, el factor de juvenilidad (edad de la planta madre), ya que las plantas viejas, de madera dura, enraízan más difícilmente que las plantas jóvenes, de madera blanda; por la misma razón, las plantas de crecimiento lento, que comúnmente tienen madera dura, enraízan más difícilmente que las plantas de crecimiento rápido, con madera blanda, es por ello que la dureza es el factor principal que determina la mayor o menor facilidad para el enraizado (Viteri, 2002).

- **Época de recolección del esqueje**

La época apropiada para la obtención de esquejes es en la época de primavera y a fines de otoño ya que es ahí en donde las especies ha completado un ciclo de crecimiento y la madera está parcialmente madura, todo esto dependiendo de la especie (Viteri, 2002).

- **Condiciones ambientales durante el enraizamiento**

Para que haya buenas condiciones durante el enraizamiento se debe mantener una temperatura constante que depende de la planta a propagar y que generalmente oscila

entre 18° y 22°C en condiciones normales, pero si la temperatura del suelo es mayor que la del medio ambiente, de alrededor de 25 a 27°C, es conveniente su calentamiento artificial. En cuanto a la luz, si esta es poca, la emisión de raíces se realiza antes que las hojas, la falta de luz no debe ser exagerada, pues no se realizaría la función fotosintética, que es de vital importancia en el desarrollo de las plantas (Castellis, 2001).

- **Relaciones con el agua**

La humedad del ambiente en los enraizadores debe ser alta (95% - 100%) además de ser constante (Calderón y González, 2010).

- **Relación carbono/nitrógeno**

La nutrición de la planta madre puede influir en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas, debido a un estado fisiológico del tejido que está asociado con ciertas relaciones carbohidratos/nitrógeno. Además, afirma que la selección de material adecuado para estacas, en cuanto al contenido de carbohidratos puede determinarse con la macidez del tallo o de lo contrario hacerle la prueba de yodo para determinar el contenido de almidón (Hartmann y Kester, 1994).

- **Tiempo de demora en la instalación**

Si es que el tiempo de instalación luego de ser cortados los esquejes es mayor, existe un descenso en el prendimiento, por ello recomienda que se deben de recolectar los esquejes, el mismo día que van a ser instalados y la cantidad debe de ser en lo posible lo que se pueda realizar en una jornada de trabajo (Hartmann y Kester, 1994).

- **Conservación de los esquejes**

Los esquejes deben conservarse en lugares frescos bajo condiciones de temperatura y humedad adecuada para favorecer la formación de callos y estimular la producción de raíces, en caso estas no pudiesen ser plantadas inmediatamente después de ser extraídas (Ocaña 1996).

- **Cuidado de los esquejes durante el enraizamiento**

Para los esquejes de tallo de madera dura, se requieren cuidados especiales como el mantener una humedad adecuada del suelo, eliminar la competencia de las malezas y combatir las plagas y enfermedades. Los mejores resultados se obtienen si el vivero se establece a pleno sol, en donde no haya sombra ni competencia de las raíces de árboles grandes. Para estacas de tallo de madera suave con hojas, o esquejes de madera semidura, así como los esquejes de hoja con yema, requieren una mayor

atención durante el enraizamiento. No se debe permitir que los esquejes muestren signos de marchitamiento. Así mismo, en el enraizamiento de esquejes con hojas, es importante mantener la humedad elevada para reducir al mínimo la pérdida de agua por las hojas (Montoya, 1996).

- **Tratamiento de los esquejes**

Existen diversos tratamientos que se les puede dar a los esquejes para su enraizamiento ya sea utilizando reguladores del crecimiento, nutrientes minerales, fungicidas o lesionado, que si no son aplicados correctamente pueden influenciar de manera negativa en el proceso (Hartmann y Kester, 1994).

- **Composición de sustratos**

El sustrato es la mezcla de tierra agrícola, turba o tierra negra y arena. Es el soporte físico del cultivo y la protección para las raíces. Permite que estas respiren, encuentren el agua, los nutrientes que necesitan y tengan la mejor conformación; la elección de un sustrato depende de la especie, el tipo de envase, la frecuencia y cantidad de riego y abonos. Para obtener un buen resultado en el brote de los esquejes, se necesita que el medio sea lo suficiente macizo y denso para mantener en su lugar los esquejes durante el brote, debe ser suficientemente poroso de manera que escurra el agua excesiva permitiendo una aireación adecuada debe estar libre malezas, nematodos y diversos patógenos no debe tener un alto nivel de salinidad, debe proporcionar una provisión adecuada de nutrientes cuando las plantas permanecen en él un largo período y debe tener buena porosidad para permitir un adecuado drenaje y la penetración de aire (Hartmann y Kester, 1994).

### **2.2.8. Reguladores de crecimiento**

Las características principales de las fitohormonas es que actúan en el lugar en el cual fueron sintetizados o en otro lugar, y además son reguladores del desarrollo; ya que son sintetizados por la planta; los mismos que se encuentran en muy bajas concentraciones dentro de los tejidos, de lo cual se puede concluir que estos reguladores son transportados en el interior de la planta (Rojas, 2006).

Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido en el cual coinciden (Rojas, 2006).

- **Auxinas**

El nombre auxina significa “crecer” en el vocablo griego y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. Existen auxinas naturales como el AIA (ácido indolacético), indol-3-acetonitrilo, etilindol-3-acetato, indol-3-carboxialdehído, indol-3-acetaldehído, indol-3-acetamida, ácido indol-3-carboxílico, entre otras, de todas éstas el compuesto el compuesto de mayor utilización es el AIA. Además, existen auxinas sintéticas y son más utilizadas en el establecimiento de los cultivos y son el 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB), de estas no es posible establecer una concentración particular, pero se utilizan en concentraciones que van de 0,001-10 mg/L. Las auxinas generalmente producen elongación celular y expansión de los tejidos, división celular (formación de callo), formación de raíces adventicias, inhibición de la formación de vástagos axilares y adventicios, y recurrentemente embriogénesis en los cultivos en suspensión; sin embargo, se debe limitar al máximo su uso ya que puede producir mutaciones. Las auxinas se disuelven usualmente en etanol diluido o en una solución de hidróxido de sodio (Oscullo, 2011).

- **Citoquininas**

El nombre genérico de las citoquininas es empleado para aquellas sustancias químicas que pueden estimular principalmente la división celular o citocinesis. Casi todas las citoquininas conocidas, tanto naturales como sintéticas, son derivados de la adenina (Recalde, 2006).

Entre sus efectos fisiológicos se destaca que regulan la formación y el desarrollo del tallo. En cultivo *in vitro*, las citoquininas promueven la formación de tallos en diversos tipos de explantes, como callos, hojas y cotiledones de diversas especies. Regulan la síntesis de pigmentos fotosintéticos en los cloroplastos junto con otros factores como la luz y el estado nutricional de la célula (Jácome, 2011).

Las citoquininas suprimen la dominancia apical promoviendo la brotación de yemas laterales (Jaramillo, 2013).

- **Giberelinas**

Estas hormonas son un producto metabólico del hongo *Giberella fujikuroik*, y a diferencia de las auxinas; no muestran el mismo transporte fuertemente polarizado; aunque en algunas especies el movimiento en el tallo es desde el ápice y hacia la base y sus principales funciones son: incrementar la tasa de división celular (mitosis), incrementar el crecimiento de los tallos, interrumpir el período de latencia de las

semillas e inducir la producción de yemas y el desarrollo de los frutos (Salisbury y Ross, 2000).

### **Métodos de Aplicación de reguladores de crecimiento**

Existen varios métodos de aplicación de cantidades óptimas de reguladores de crecimiento para estacas. No obstante, los principales tres métodos que en la actualidad se utilizan ampliamente son los de inmersión rápida, el remojo prolongado y el espolvoreado (Weaver, 1990).

- **Método de inmersión rápida:** Consiste en diluir o disolver, según sea el caso de la presentación del regulador a aplicar en un cierto porcentaje de agua, para luego colocar en dicha solución parte de los órganos que se desea influenciar en su crecimiento (Jaramillo, 2013).

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**Axila:** Ángulo que forma una hoja con el eje en el que se inserta, también se dice del ángulo de encuentro de dos nervaciones (Rueda, 2015).

**Callo:** Masa de células de paredes delgadas, que comúnmente se desarrollan como resultado de heridas o en el cultivo de tejidos (Hartmann y Kester, 1994).

**Clon:** Es el material genéticamente uniforme procedente de un solo individuo y propagado exclusivamente por medios vegetativos (Murillo, 2003).

**Enraizar:** capacidad de una planta para formar raíces para poder fijarse un determinado lugar (Rueda, 2015).

**Enraizamiento:** Es el desarrollo de raíces de las plantas durante su ciclo de vida (Rueda, 2015).

**Esqueje:** Parte terminal del tallo, rama o retoño de una planta que contiene hojas y yemas axilares y yemas terminales, que al introducirse en la tierra se produce o multiplica una nueva planta (Rueda, 2015).

**Estimulante:** Agente que excita la actividad funcional de los órganos (Rojas, 2006).

**Estacas:** Es cualquier porción vegetativa que es separada de la planta madre y es capaz de formar una nueva planta (Baldini, 1992).

**Nudos:** Porción ligeramente ensanchada del tallo en el lugar donde nacen las hojas y las yemas y donde se originan las ramas (Montoya, 1996).

**Raíz:** Órgano de la planta, desprovisto de hojas y generalmente introducido en la tierra, que crece en sentido contrario al tallo y le sirve de sostén y para absorber de la tierra las sustancias minerales y el agua necesarias para el crecimiento de la planta y para su desarrollo (Rueda, 2015).

**Vástagos:** Son tallos nuevos que brotan de una planta (Montoya, 1996).

**Yemas:** Son brotes que nacen en el tallo de una planta o en la axila de una hoja y que da origen a una planta (Rueda, 2015).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en el vivero municipal del distrito de Bambamarca, en la provincia de Hualgayoc, en el departamento de Cajamarca, a 2526 msnm, con una temperatura promedio de 17°C y una máxima de 28°C (MINEDU, 2019).

La recolección del material biológico se obtuvo de árboles del bosque natural de Huilcate I, perteneciente al centro poblado de Huangamarca en la provincia de Hualgayoc, región Cajamarca, a 15 Km de la ciudad de Bambamarca, ubicada geográficamente en forma referencial por el paralelo 6°38'46 de latitud sur y en el meridiano 5°S 78°27'42.7" de longitud oeste, a 3400 msnm, con una temperatura promedio de 14° centígrados y precipitación de 850 mm/año (MINEDU, 2019).

#### 3.2. Materiales experimentales

##### 3.2.1. *Material biológico*

- Esquejes apicales de árboles de *Delostoma integrifolium* D.Don.

##### 3.2.2. *Material para campo*

- Cinta métrica
- Papel periódico
- Bolsas plásticas
- Libreta de campo
- Regla

##### 3.2.3. *Material de laboratorio*

- Bisturí
- Probetas graduadas (50 cc.)
- Balanza
- Recipientes plásticos

##### 3.2.4. *Herramientas*

- Palana
- Zapapico
- Carretilla
- Tijera de podar
- Tijera telescópica

- Zaranda
- Wincha

### **3.2.5. Equipos**

- Cámara fotográfica

### **3.2.6. Insumos y productos químicos**

- Alcohol
- Hipoclorito de sodio
- Formol
- Ácido indolbutírico (AIB)

### **3.2.7. Sustratos**

- Arena
- Compost
- Turba
- Tierra agrícola

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Tipo de la investigación**

El tipo de investigación realizada fue experimental, donde las variables consideradas se miden a lo largo del experimento a través de monitoreo constante en todo el proceso y se describió cada cambio percibido en las evaluaciones, todo esto se hizo en concordancia con los objetivos planteados, buscando una mejor alternativa de propagación que permita incrementar la producción de la especie estudiada.

### **3.3.2. Diseño experimental**

Considerando al sustrato y al ácido indolbutírico (AIB) como los dos factores en estudio y la combinación de niveles de los factores como los tratamientos, se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2S X 4A y 3 repeticiones.

**Tabla 1***Factores, niveles y tratamientos en estudio.*

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>	<b>Clave</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>N° Esquejes</b>
Sustrato	S1: 33.3% Turba, 33.3% tierra agrícola y 33.3% de arena	S1 + A0	T1 (testigo)  T2  T3  T4  T5 (testigo)  T6  T7  T8	18    18  18  18  18  18  18
		S1 + A1		
		S1 + A2		
		S1 + A3		
	S2: 50% tierra agrícola+25% compost+ 25% de arena	S2 + A0		
		S2 + A1		
		S2 + A2		
		S2 + A3		
Ácido Indolbutírico (AIB)	A0: 0.0 g/l	A0 A1 A2 A3	18  18  18  18	
	A1: 0.250 g/l			
	A2: 0.500 g/l			
	A3: 0.750 g/l			

**3.3.3. Factores y variables**

- **Factores o variables independientes**

Sustratos, producto de las diferentes combinaciones de materiales como turba, compost, tierra agrícola y arena; y el Ácido Indolbutírico (AIB) a diferentes porcentajes de concentración, ya que influyen en la variabilidad del resultado de interés (eficiencia de la propagación).

- **Variables dependientes**

Fueron el porcentaje de enraizamiento y el desarrollo de los brotes de los esquejes fueron las variables cualitativas, ya que sus resultados dependieron de la cantidad de ácido indolbutírico (AIB) y de la combinación del sustrato.

### 3.3.4. Procedimientos

- Fase de campo

#### a. Selección de árboles donantes

Previo a la selección de los árboles donantes en campo, se corroboró la identificación botánica de la especie en el Laboratorio de Dendrología de la Universidad Nacional de Cajamarca en base a la observación de una muestra recolectada en campo para asegurar que la especie en mención es la misma que se desea propagar. De los árboles seleccionados se procedió a la obtención de esquejes, cuyas características fueron: fuste recto, ramas terminales bien lignificadas, es decir, que dichas ramas estén duras y con el color grisáceo característico de esta especie y no débiles y verdes, buena producción de hojas y libre de agentes patógenos y plagas. A los árboles seleccionados se georreferenció con un GPS en coordenadas UTM.

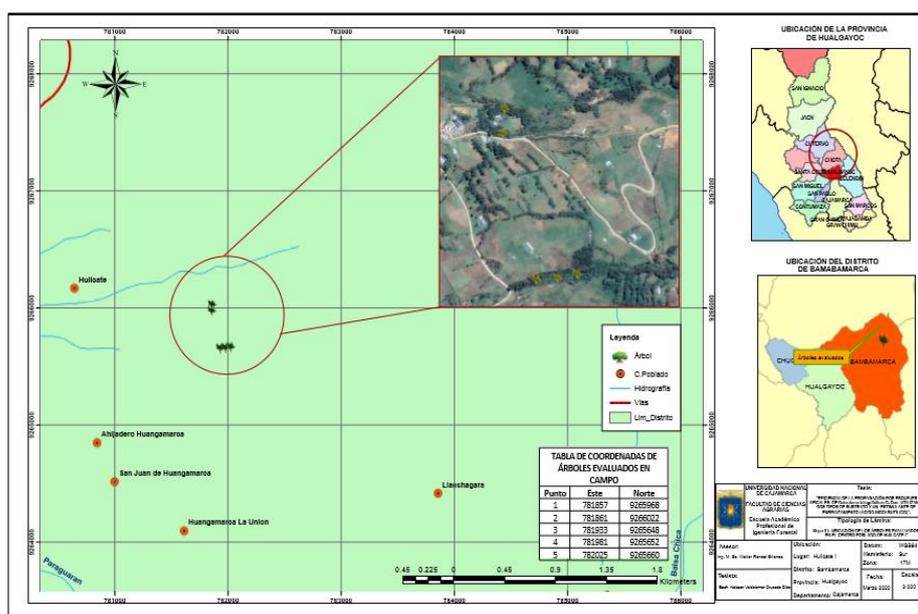
**Tabla 2**

*Coordenadas y DAP de los árboles donantes de esquejes.*

N° de árbol	Coordenadas		DAP (cm)
	Este	Norte	
01	781857	9265968	30,1
02	781861	9266022	27,4
03	781933	9265648	29,2
04	781981	9265652	25,6
05	782025	9265660	23,4

**Figura 1**

*Ubicación del sitio de donde se seleccionaron las plantas para la obtención de esquejes*



## **b. Recolección y traslado del material vegetativo**

La recolección del material biológico se obtuvo de árboles del bosque natural a 3400 msnm, con una temperatura promedio de 14°C y precipitación de 850,0 mm/año. Se preparó alrededor de 450 esquejes con 25 cm de longitud, debidamente bien lignificados, libres de enfermedades y vigorosos, para esto se utilizó tijeras de podar; la zona de corte del esqueje fue en forma biselar para que así el callo formado fuese más amplio y la probabilidad de enraizamiento sea mayor tal y como lo recomienda Álvarez (1994). Posteriormente, se envolvió en papel periódico y por encima se cubrió con una bolsa plástica, con la finalidad de evitar su deshidratación y desecamiento por acción del ambiente. Finalmente, todo el material a propagar fue trasladado al vivero municipal para ser sembrado, cada esqueje con sus respectivos tratamientos y de acuerdo al diseño experimental previamente descrito. La recolección se realizó el mes de marzo durante la presencia abundante de yemas.

### **Figura 2**

*Acondicionamiento de los esquejes en papel periódico mojado para su traslado al vivero*



#### **• Fase de vivero**

##### **a. Desinfección de los esquejes**

Para esta actividad se utilizó: 1) hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) diluido al 1,5 % de concentración (lejía). Los esquejes se colocaron en la solución por un periodo de inmersión de 10 minutos; 2) posteriormente, se colocó en una solución de etanol al 70% por un tiempo de inmersión de 30". 3) Por último, se realizó tres lavados con agua destilada, cada lavado por cinco minutos. Al final, de este proceso de

desinfección, los esquejes se colocaron en un medio de cultivo in vitro, tal y como lo recomienda Álvarez (1994). Todas estas acciones se realizaron con el fin de evitar que algún agente externo como hongos, bacterias, residuos de óxido, entre otros, contaminen el área de corte y dañen al esqueje.

#### **b. Acondicionamiento de la platabanda**

Se realizó el perfilado y limpieza de una platabanda con medidas de 1 m de ancho por 10 m de largo, en donde se colocaron las bolsas llenas con el sustrato correspondiente, teniendo en cuenta el diseño experimental elegido (diseño experimental de bloques completamente al azar) para la siembra del material vegetativo.

#### **c. Preparación y desinfección de sustratos**

Para la preparación del primer sustrato se utilizó la proporción 1:1:1, ya que según Aldaz y Ochoa (2011), esta es la proporción con mayor resultado de enraizamiento y sobrevivencia. Esta operación consistió en tamizar 3 carretillas de turba, 3 carretillas de tierra agrícola y 3 carretillas de arena, luego se desinfectó utilizando una solución de 5 ml de formol y luego se procedió al llenado de bolsas para la siembra de los esquejes.

Para la preparación del segundo sustrato se utilizó la proporción 2:1:1, es decir 50% de tierra agrícola y 25% de compost y 25% de arena, y para esto, se tamizó 4 carretillas de tierra agrícola, 2 carretillas de compost y 2 carretillas de arena, los cuales también fueron tamizados, igualmente, se desinfectó con 5 ml de formol por 1 l de agua por m<sup>2</sup>, se cubrió con plástico por 48 horas para luego de 2 días retirar el plástico para ser removido y dejarlo airear por 2 días más para que finalmente sea llenado a bolsas y acondicionado de acuerdo al diseño experimental.

#### **d. Llenado de bolsas**

Las bolsas que se utilizaron fueron de 8"x12"x2', las cuales se llenaron con el sustrato correspondiente para cada tratamiento y colocadas en la platabanda de acuerdo al diseño experimental, teniendo en cuenta que cada bolsa esté correctamente llena.

**Figura 3**

*Llenado de bolsas con el primer sustrato*



**e. Distribución del sustrato**

Una vez llenas las bolsas con los dos tipos de sustrato preparados, se colocaron en la platabanda, de acuerdo al diseño experimental.

**Figura 4**

*Unidades experimentales con su respectivo sustrato y tratamiento delimitados de acuerdo a las repeticiones realizadas*



#### f. Realización de la prueba en blanco

Esta prueba se realizó para conocer la cantidad exacta de agua que se va a requerir para diluir el AIB en cada dosis y se realizó siguiendo el procedimiento recomendado por Hernández (2013), para esto se utilizó un balde transparente graduado de 8 l en donde se colocó los esquejes de *Delostoma integrifolium* D. Don que se van a utilizar en el primer tratamiento y se procedió a llenar con agua hasta 5 cm de altura desde la base del balde, señalándose el nivel con un marcador indeleble, luego se procedió a sacar los esquejes del balde para poder medir la cantidad de agua que queda, dicha cantidad será usada para la dilución del AIB. Este método de usó para todos los tratamientos, cada uno con sus respectivos esquejes y recipientes.

#### Figura 5

*Medición de agua con esquejes inmersos para saber la cantidad exacta para disolver el AIB en cada tratamiento*



**Tabla 3**

*Cantidades de AIB diluidos por tratamiento.*

Tratamiento (g/l)	Cantidad de agua (l)	Cantidad de AIB (g)
A0: 0.0	0.95	0.00
A1: 0.250	0.93	0.23
A2: 0.500	0.97	0.48
A3: 0.750	0.92	0.69

#### **g. Aplicación del estimulante de enraizamiento AIB**

Luego de que los esquejes han pasado por el proceso de desinfección, se procedió a la aplicación del estimulante (AIB) a cada tratamiento y para esto se diluyó el AIB en agua, utilizando un balde transparente milimetrado para cada dosis de estimulante, luego se sumergieron los esquejes de la especie en estudio en forma vertical hasta la altura de 5 cm, durante un periodo de 10 minutos.

#### **h. Instalación de los esquejes en las bolsas de sustrato**

Los esquejes fueron colocados en su respectivo sustrato con una ligera inclinación de 45° y a una profundidad de 5 cm aproximadamente, para evitar bolsas de aire que impidan que el esqueje tenga contacto con el sustrato y se pudra se hizo presión con los dedos verificando que el esqueje quede correctamente fijado y se completó la bolsa con el sustrato que hizo falta, para finalizar el proceso se aplicó un riego pesado.

#### **Figura 6**

*Instalación del primer esqueje con una ligera inclinación.*



#### **i. Cuidados culturales**

Para proteger a los esquejes se colocó malla Raschel de 75% de sombra con el objetivo de regular la insolación, temperatura y humedad, también se aplicaron riegos frecuentes y ligeros de manera uniforme, tratando de mantener una humedad adecuada, además se realizaron deshierbos, extrayendo hierbas invasoras con el fin

de evitar la competencia con los esquejes, estos se realizaron de acuerdo al crecimiento observado.

#### **j. Evaluación y registro de datos**

Las evaluaciones se iniciaron 30 días después de instalados los esquejes, se monitoreó el proceso de prendimiento de cada esqueje y las variables que se consideraron fueron: número y tamaño de brotes y de hojas, dichas evaluaciones se realizaron cada 30 días, considerando a todos los tratamientos.

Para la evaluación del porcentaje de enraizamiento se realizó la extracción del 100% de las estacas de cada tratamiento y repetición. Esta evaluación se realizó después de 180 días (seis meses) de ser instalados los esquejes, al final de la fase de campo de la investigación, para el registro de datos se tomó en cuenta las variables número y longitud de raíces para determinar el porcentaje de enraizamiento, así como las dosis de ácido indolbutírico y los dos tipos de sustrato utilizados.

#### **Figura 7**

*Medición de raíces de esquejes de Delostoma integrifolium D. Don.*



- **Fase de gabinete**

- a. Elaboración de formatos para el registro de datos**

Para la elaboración de dichos formatos se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

**Tabla 4**

*Parámetros de evaluación del enraizamiento de los esquejes.*

<b>Brotes</b>	<b>Raíces</b>
- Número de brotes	- Número de raíces
- Longitud de brotes en cm	- Longitud de raíces en cm
- Número de hojas	
- Longitud de hojas en cm	

### **3.3.6. Análisis de datos obtenidos por ensayo**

Una vez obtenido los datos mediante evaluaciones hechas en campo durante todo el proceso de desarrollo del experimento, se realizó el procesamiento y análisis de las variables a nivel estadístico que fueron: análisis de número de brotes, análisis de longitud de brotes, análisis del número de hojas, análisis de longitud de hojas, análisis de número de raíces, análisis de longitud de raíces; todo esto para determinar las variaciones entre tratamientos, los cuales luego se expresaron en cuadros y gráficos para una mejor visualización.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción y análisis de las variables

##### 4.1.1. Número de brotes

**Tabla 5**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el número de brotes por esquejes (Datos transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Sustrato (S)	0,0028	1	0,0028	1,8571	0,1918
Enraizador (E)	0,0033	3	0,0011	0,7143	0,5577
S*E	0,0059	3	0,002	1,3004	0,3086
Error	0,0243	16	0,0015		
Total	0,0363	23			

**CV = 2.75 %**

En la Tabla 5, del análisis de varianza (ANOVA) para el número de brotes, se observa que el valor de significación (p-valor) para el factor sustrato enraizante y para la interacción (S\*E) de los factores es mayor al 0,05 (5%), lo cual indica que no existe significación estadística. Según estos resultados se evidencia que los sustratos empleados y las dosis de ácido indolbutírico (AIB) utilizados, no influyeron significativamente en el desarrollo de los brotes.

El coeficiente de variación estimado, al realizar el análisis de varianza, es de 2,75 %, el cual indica que la variabilidad del número de brotes es mínima, ya que es menor al 5%, esto se debe a que la mayoría de esquejes contaban con un mínimo de 2 yemas sin cubrir con tierra, y es por eso que en promedio en promedio se obtuvieron 2 brotes por esquejes en los ocho tratamientos. Este resultado coincide con lo que señala Hartmann y Kester (1994), que es importante que un esqueje cuente con por lo menos dos yemas y que como mínimo una de ellas debe de quedar sobre el suelo para que dicho esqueje pueda brotar y que el número de brotes es en la mayoría de casos el resultado de la cantidad de yemas que quedan sin cubrir con tierra sobre la superficie del suelo, y si la mayoría de esquejes tienen las mismas características no va a haber alto grado de significación ya que el número de brotes es una expresión propia de cada

especie, más no de agentes externos, y en el caso de los esquejes propagados la mayoría tenían 4 yemas, de los cuales dos quedaban bajo el nivel del suelo y las dos restantes sobre el nivel del suelo.

#### 4.1.2. Longitud de brotes

**Tabla 6**

*Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de brotes*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Sustrato (S)	0,03	1	0,03	0,57	0,4604
Enraizador (E)	1,43	3	0,48	8,85	0,0011
S*E	0,61	3	0,2	3,79	0,0316
Error	0,86	16	0,05		
Total	2,93	23			

**CV = 8.66 %**

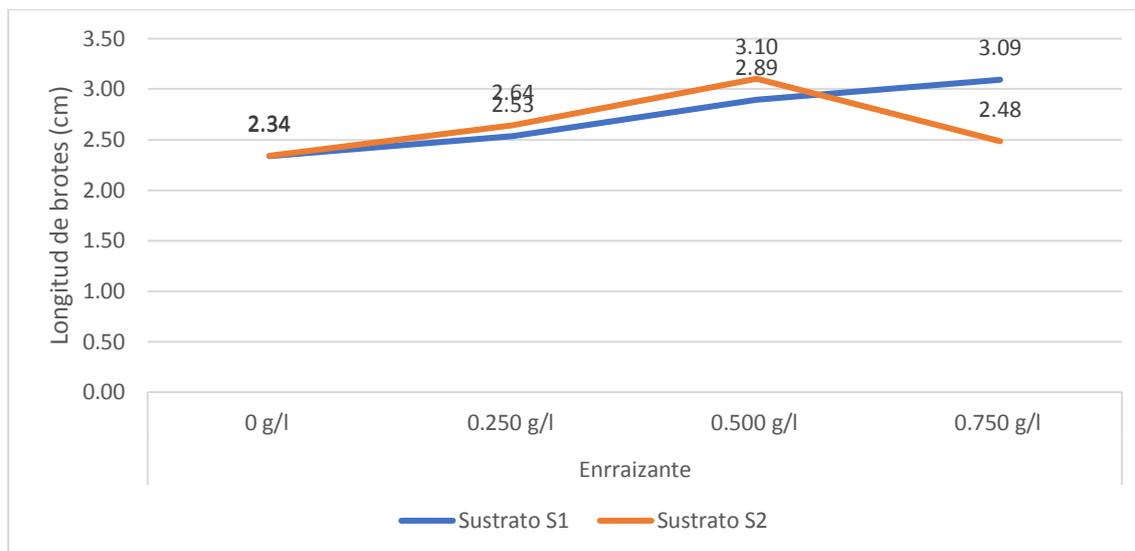
**Tabla 7**

*Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S\*E) en longitud de brotes.*

Sustrato	Enraizador (IBA g/l)	Longitud de brotes	Agrupación por Tukey	
S2	0,500	3,1	A	
S1	0,750	3,09	A	
S1	0,500	2,89	A	B
S2	0,250	2,64	A	B
S1	0,250	2,53	A	B
S2	0,750	2,48	A	B
S2	0	2,34		B
S1	0	2,34		B

**Figura 8**

*Longitud de brotes por efecto de la Interacción del sustrato y enraizante (AIB).*



Los resultados del análisis de varianza para longitud de brotes (Tabla 06), muestra significación estadística al 5 % de probabilidad para la interacción de los factores (S\*E), dado que el valor de significación para esta fuente ( $p$ -valor = 0,0316) es menor a 0,05. Según este resultado, la interacción del sustrato con el ácido indolbutírico (AIB), influyen significativamente en la longitud de brotes, es decir, que uno o los dos sustratos están asociándose con una o más dosis del AIB, producto de esta asociación existen tratamientos que dan como resultado una longitud en los brotes.

El coeficiente de variación estimado al realizar el análisis de varianza, es de 8,66 %, el cual indica una ligera variabilidad en la longitud de brotes, lo que es común en estos casos debido a que unos esquejes tienen más concentración de reservas de nutrientes que otros y por la heterogeneidad de la estructura de los esquejes (Armijos y Sinche 2013).

En la Tabla 7 y Figura 8 se observa que las mayores longitudes son 3.1 y 3.09 cm, cuyos resultados se obtuvieron con los tratamientos T7 y T4 que involucraron al S2 con 0.500 g/l de AIB y al S1 con 0.750 g/l de AIB, respectivamente, además estos resultados también indican que los tratamientos T7 y T4 son estadísticamente superiores a los demás resultados y que hay una pequeña diferencia con los resultados que se obtuvieron con los tratamientos T1 y T5; que estuvieron a base de 0,00 g/l de AIB en los dos sustratos, cuya longitud en ambos fue de 2,34 cm; esto se debe a la gran concentración de reservas de nutrientes que contienen los tallos que sumados a

la cantidad de nutrientes que aporta el suelo, provoca que la mayoría de los esquejes al inicio lleguen a presentar brotes (Armijos y Sinche 2013).

#### 4.1.3. Número de hojas

**Tabla 8**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas (Datos transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Sustrato (S)	0.0016	1	0.0016	0.1037	0.7516
Enraizador (E)	0.1032	3	0.0344	2.2972	0.1166
S*E	0.5068	3	0.1689	11.2865	0.0003
Error	0.2395	16	0.015		
Total	0.851	23			

**CV = 4.07 %**

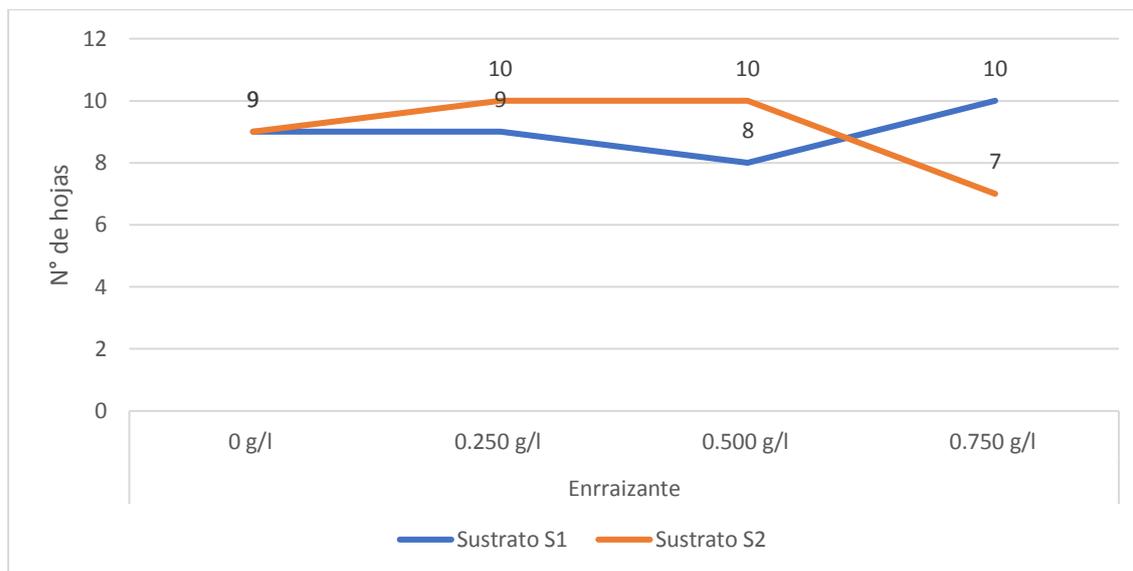
**Tabla 9**

*Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S\*E) en el número de hojas.*

Sustrato	Enraizador (AIB g/l)	N° de hojas	Agrupación por Tukey	
S2	0,250	10	A	
S2	0,500	10	A	
S1	0,750	10	A	
S1	0,250	9	A	B
S1	0	9	A	B
S1	0,500	9	A	B
S2	0	9	A	B
S2	0,750	7		B

**Figura 9**

*Número de hojas por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (AIB).*



Los resultados del análisis de varianza para el número de hojas (Tabla 8), muestra significación estadística al 1 % de probabilidad para la interacción de los factores (S\*E), dado que el valor de significación para esta fuente (p-valor = 0,0003) es menor al 0,01. Según este resultado, la interacción del sustrato y el ácido indolbutírico (AIB) influyen significativamente en desarrollo de las hojas, es decir, que uno o los dos sustratos están asociándose con una o más dosis del IBA, producto de esta asociación se generan tratamientos que con mayores resultados en el número de hojas.

El coeficiente de variación estimado, al realizar el análisis de varianza, es de 4,07 %, el cual indica una ligera variabilidad en el número de hojas, pero que se encuentra dentro del rango establecido para este tipo de experimentos. Esto corrobora lo que Navarrete (2014) afirma que, el número de hojas está relacionado muchas veces al número de brotes y el desarrollo de las yemas ya sea a factores propios de la planta o factores externos, por lo que los resultados van a ser variados según su comportamiento.

En la Tabla 09 y Figura 09, se observa que el mayor dato es 10 hojas por esqueje, obtenido en los tratamientos T6, T7 y T4 que involucraron al S2 con 0,250 y 0,500 g/l de IBA, y al S1 con 0,750 g/l de AIB. Estos resultados son semejantes a los que se obtuvieron con los tratamientos tomados como testigos (T1 y T5), cuyo resultado fue de 9 hojas por esqueje, respectivamente.

#### 4.1.4. Longitud de hojas

**Tabla 10**

*Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de hojas.*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Sustrato (S)	1,363	1	1,363	9,431	0,0073
Enraizador (E)	2,64	3	0,88	6,088	0,0058
S*E	5,556	3	1,852	12,813	0,0002
Error	2,313	16	0,145		
Total	11,872	23			

**CV = 8,73 %**

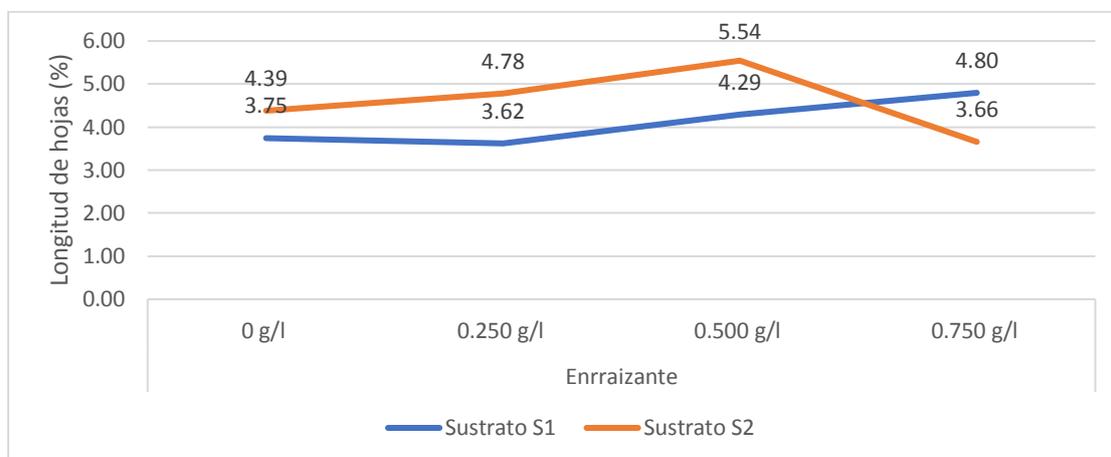
**Tabla 11**

*Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S\*E) en longitud hojas.*

Sustrato	Enraizador (AIB g/l)	Longitud de brotes (cm)	Agrupación por Tukey	
S2	0,500	5,54	A	
S1	0,750	4,80	A	B
S2	0,250	4,78	A	B
S2	0	4,39		B C
S1	0,500	4,29		B C
S1	0	3,75		B C
S2	0,750	3,66		C
S1	0,250	3,62		C

**Figura 10**

*Longitud de hojas por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (AIB).*



Los resultados del análisis de varianza para longitud de hojas (Tabla 11), muestra significación estadística al 1 % de probabilidad para la interacción de los factores (S\*E), dado que el valor de significación para esta fuente (p-valor = 0,0002) es menor al 0,01. Según este resultado, la interacción del sustrato y el ácido indolbutírico (AIB) influyen significativamente en el desarrollo de las hojas, es decir, que uno o los dos sustratos están asociándose con una o más dosis del IBA, producto de esta asociación se generan tratamientos con los cuales se obtiene los mayores resultados en la longitud de hojas.

El coeficiente de variación estimado, al realizar el análisis de varianza, es de 8,73 %, el cual indica una variabilidad por encima del rango establecido, pero que para este tipo de experimentos se considera baja variabilidad debido a que las condiciones en las cuales se realizó el experimento fueron no controladas y a que la longitud de las hojas está influenciada no solo por factores propios de la planta, sino también por factores externos por lo que los resultados van a ser variados (Navarrete, 2014).

En la Tabla 11 y Figura 10, se observa que la mayor longitud de hojas es 5,54 cm, cuyo resultado se obtuvo con el tratamiento T7 que involucró al S2 con 0,500 g/l de AIB. Este resultado se diferencia significativamente del obtenido con los tratamientos T1 y T5; que estuvieron a base del S2 y S1 sin enraizante, cuyos resultados fue 4,39 y 3,75 cm respectivamente. Por otro lado, en el S1 la longitud de hojas se incrementa en función del incremento de las dosis del AIB, mientras que en el S2 a dosis mayor de 0,500 g/l, las hojas se ven afectados obteniéndose menores longitudes.

#### 4.1.5. Análisis del número de raíces

**Tabla 12**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el número de raíces (Datos transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Sustrato (S)	0,074	1	0,074	2,664	0,1222
Enraizador (E)	0,073	3	0,024	0,875	0,4745
S*E	0,687	3	0,229	8,283	0,0015
Error	0,443	16	0,028		
Total	1,276	23			

**CV = 9,19 %**

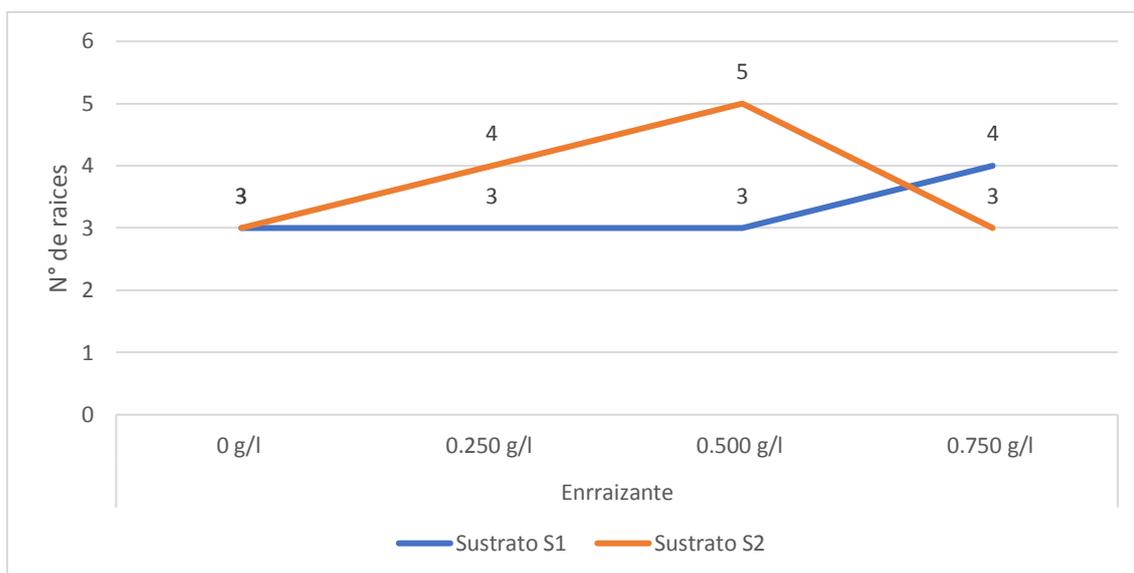
**Tabla 13**

*Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S\*E) el número de raíces.*

Sustrato	Enraizador (AIB g/l)	Número de raíces	Agrupación Tukey	por
S2	0,500	5	A	
S1	0,750	4	B	
S2	0,250	4	B	
S2	0	3	C	
S1	0	3	C	
S1	0,250	3	C	
S1	0,500	3	C	
S2	0,750	3	C	

**Figura 11**

*Número de raíces por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (AIB).*



Los resultados del análisis de varianza para el número de raíces (Tabla 12), muestra significación estadística al 1 % de probabilidad para la interacción de los factores (S\*E), dado que el valor de significación para esta fuente (p-valor = 0,0015) es menor al 0,01. Según este resultado, la interacción del sustrato y el ácido indolbutírico (AIB) influyen significativamente en desarrollo de las raíces, es decir, que uno o los dos sustratos están asociándose con una o más dosis del IBA, producto de esta asociación se generan tratamientos con los cuales se obtienen mayor número de raíces.

El coeficiente de variación estimado al realizar el análisis de varianza, es de 9,19 %, el cual indica una leve variabilidad en los resultados del número de raíces, superior al rango establecido y el porcentaje es mayor en relación a las variables analizadas anteriormente, lo cual es adecuado para el tipo de experimento que se realizó en condiciones no controladas en donde hay influencia de factores externos.

En la Tabla 13 y Figura 11, se observa que el mayor número de raíces es de 5, obtenido en el tratamiento T7 que involucró al S2 con 0,500 g/l de IBA. Este resultado se diferencia significativamente del obtenido con los tratamientos T1 y T5; que estuvieron a base del S2 y S1 sin enraizante, cuyos resultados fue de 3 raíces por esqueje.

#### 4.1.6. Longitud raíces

**Tabla 14**

*Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de raíces.*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Sustrato (S)	0,12	1	0,12	0,78	0,391
Enraizador (E)	41,35	3	13,78	92,2	<0,0001
S*E	41,35	3	13,78	92,22	<0,0001
Error	2,39	16	0,15		
Total	85,21	23			

**CV = 11,38 %**

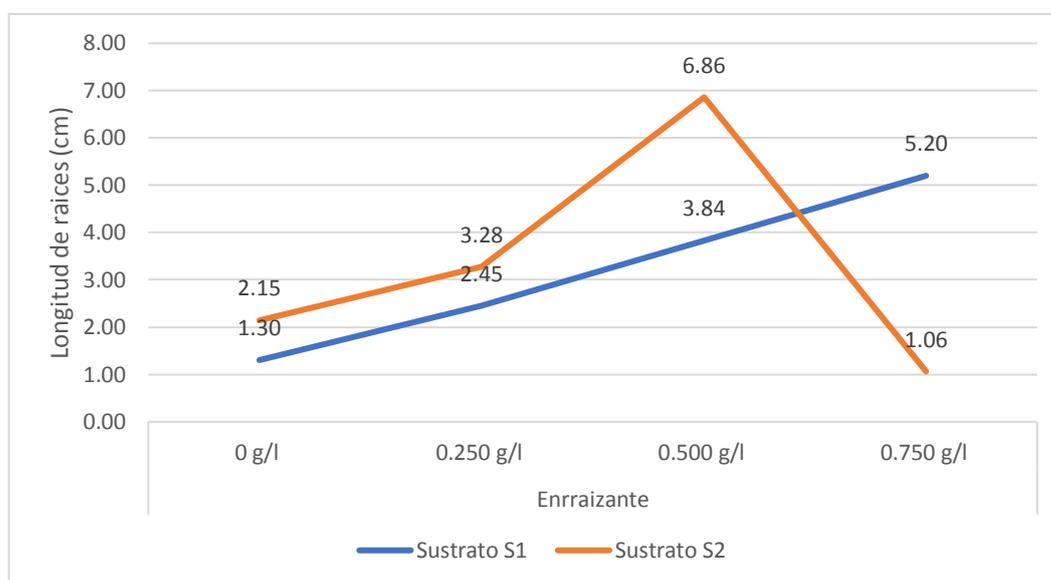
**Tabla 15**

*Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S\*E) en longitud de raíces.*

Sustrato	Enraizador (AIB g/l)	Longitud de raíces (cm)	Agrupación por Tukey			
S2	0,500	6,86	A			
S1	0,750	5,2	B			
S1	0,500	3,84	C			
S2	0,250	3,28	C	D		
S1	0,250	2,45		D	E	
S2	0	2,15			E	F
S1	0	1,3				F
S2	0,750	1,06				F

## Figura 12

Longitud de raíces por acción de la Interacción del sustrato y el enraizante (AIB).



Los resultados del análisis de varianza para longitud de raíces (Tabla 14) muestran una significación estadística al 1 % de probabilidad para la interacción de los factores (S\*E), dado que el valor de significación para esta fuente ( $p$ -valor = 0,0001) es menor al 0,01. Según este dato, la interacción del sustrato y el ácido indolbutírico (AIB) influyen significativamente en el desarrollo de las raíces, es decir, que uno o los dos sustratos están asociándose con una o más dosis del AIB, producto de esta asociación existen tratamientos que generan raíces con mayor longitud que los demás tratamientos.

El coeficiente de variación estimado al realizar el análisis de varianza, es de 11,38 %, el cual indica variabilidad moderada de longitud de raíces ya que las condiciones para cada esqueje no son las mismas.

En la Tabla 15 y Figura 12, se observa que la mayor longitud de raíces es de 6,86 cm, que se obtuvo con el tratamiento T7 que involucró al S2 con 0,500 g/l de AIB. Esta situación se diferencia significativamente del obtenido con los demás tratamientos, y sobre todo con los de los tratamientos T1 y T5 que estuvieron a base del S2 y S1 sin enraizante, cuyos resultados fueron 2,15 y 1,3 cm de longitud, respectivamente. Por otro lado, en el S1 la longitud de raíces se incrementa en función del incremento de las dosis de AIB. En el S2 a dosis mayor de 0,500 g/l, la longitud de raíces se ve afectado obteniéndose menor longitud, esto complementa a lo argumentado por Aldaz

y Ochoa (2011) de que no solo las variaciones del clima, como altas precipitaciones afectan el desarrollo normal de raíces, sino que también la composición de los sustratos y las dosis de enraizantes afectan negativamente si es que no son aplicados en óptimas cantidades.

#### 4.1.7. Enraizamiento de los esquejes

**Tabla 16**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de enraizamiento de los esquejes (Datos transformados con Arcosen  $\sqrt{\quad}$  (%)).*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Sustrato (S)	0,0729	1	0,0729	25,6169	0,0001
Enraizador (E)	0,0919	3	0,0306	10,7608	0,0004
S*E	0,129	3	0,043	15,1076	0,0001
Error	0,0455	16	0,0028		
Total	0,3393	23			

**CV = 11,38 %**

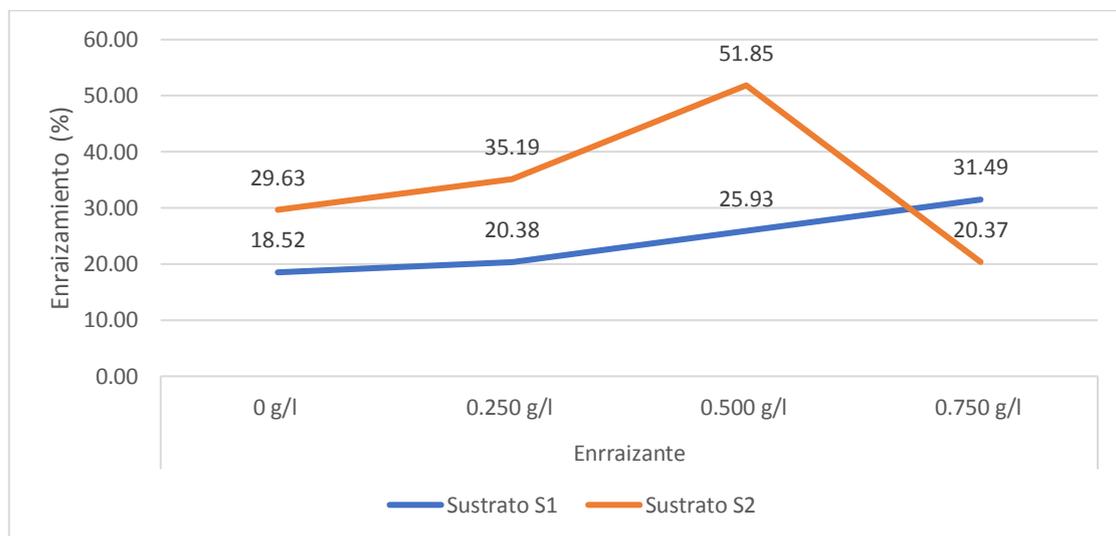
**Tabla 17**

*Prueba de Tukey al 5 % para la interacción de los factores (S\*E) para el porcentaje de enraizamiento de los esquejes.*

Sustrato	Enraizador (AIB g/l)	Enraizamiento (%)	Agrupación por Tukey	
S2	0,500	51,85	A	
S2	0,250	35,19	B	
S1	0,750	31,49	B	C
S2	0	29,63	B	C
S1	0,500	25,93	B	C
S1	0,250	20,38		C
S2	0,750	20,37		C
S1	0	18,52		C

**Figura 13**

*Enraizamiento de los esquejes por acción de la Interacción del sustrato y enraizante (AIB).*



Los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento (Tabla 16) muestran una significación estadística al 1 % de probabilidad a equivocarse para la interacción de los factores (S\*E), dado que el valor de significación para esta fuente (p-valor = 0,0001) es menor al 0,01. Según este resultado, la interacción del sustrato y el ácido indolbutírico (AIB) influyen significativamente en desarrollo de las raíces, es decir, que uno o los dos sustratos están asociandos con una o más dosis del AIB, producto de esto existen tratamientos que generan mayor porcentaje de enraizamiento que los demás tratamientos.

El coeficiente de variación estimado al realizar el análisis de varianza, es de 11,38%, el cual indica la variabilidad moderada de los resultados del porcentaje de enraizamiento y también se puede observar que es superior en relación a los resultados obtenidos del análisis del número de brotes, esto quiere decir que no todos los esquejes que presentan rebrotes llegan a formar raíces, tal y como lo indica Aldaz y Ochoa (2011).

En la Tabla 17 y Figura 13 se observa que el mayor valor porcentual de enraizamiento es de 51,85 %, cuyo resultado se obtuvo con el tratamiento T7 que involucró al S2 con 0,500 g/l de AIB, donde, a mayor dosis el porcentaje de enraizamiento se ve afectado y disminuye como en la mayoría de las variables analizadas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La combinación con mayor eficiencia obtenida para el enraizamiento de la *Delostoma integrifolium* D. Don es el sustrato S2 (50% de tierra agrícola, 25% de compost y 25% de arena, proporción 2:1:1) y la mejor dosis de ácido indolbutírico (IBA) es 0,500 g/l, pues se consiguió un número y longitud mayor de raíces, con un promedio de 3 y 6,86 cm, respectivamente.

El mayor porcentaje de enraizamiento es la interacción del sustrato S2 con una dosis de enraizante de 0,500 g/l consiguiéndose 51,85 % de esquejes enraizados y el menor porcentaje es la interacción del sustrato S1 sin enraizante, cuyo valor es de 18.52 %.

Los esquejes más vigorosos son los obtenidos en el T7 que involucran al sustrato 2 S) con 0,500 g/l de enraizante (AIB), los cuales alcanzaron un promedio en longitud de brotes de 3,09 cm y un promedio en longitud de hojas de 5,54 cm, que son los mejores promedios obtenidos en todo el experimento.

Se recomienda realizar otros estudios sobre la propagación de *Delostoma integrifolium*, relacionado con la búsqueda de la mejor dosis de AIB y sustratos hasta conseguir el máximo de eficiencia en el prendimiento de esquejes y/o estacas.

Seguir con estudios de este tipo para establecer protocolos en las características óptimas en la selección de las estacas o esquejes para enraizamiento.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, A. (2017). *Evaluación del efecto de tres sustratos en la emergencia de la Delostoma integrifolium D. Don (BIGNONIACEAE) en dos localidades de la provincia de Cajamarca*. Tesis Ingeniero Forestal. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca.

Aguirre, A. (1987). *Propagación de especies forestales nativas de la región andina del Perú*. Cusco.

Aldaz, L. J. y Ochoa, I. L. (2011). *Propagación asexual de diez especies forestales arbóreas y arbustivas en el jardín botánico "Reynaldo Espinoza"*. Tesis Ingeniero Forestal. Loja, Ecuador. p. 113.

Álvarez, G. (1994). *Guía práctica para la propagación de plantas superiores*. UNAM-UAM. México. 10 p.

Arostegui, A. y Díaz, M. (1992). *Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera*. IIAP. Cooperación técnica Suizo- COTESU. Iquitos - Perú. p. 119.

Baldini, E. (1992). *Arboricultura general*. Trad. J. de la Iglesia G. Primera Edición. Editorial Mundi- Prensa. Madrid, España. 379 p.

Blanco C. R. C. (1999). *Propagación vegetativa de Atriplex nummularia por acodo aéreo*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Esp. En Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. 71 p.

Cáceres, G. (2012). *Cultivo in vitro de meristemos de plantas, previamente obtenidas por germinación in vitro de semillas de chalán (Tecoma stans)*. Tesis Ingeniero en Biotecnología. Sangolquí, EC. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida e Ingeniería en Biotecnología. p. 83.

Calderón, J.; Gonzalez, I. (2010). *Importancia de las plantas en los diferentes ecosistemas y climas, pero específicamente en el agua*. En línea. Consultado el 18 de octubre del 2010. Disponible en: [www.alaquairum.net/la\\_importancia\\_de\\_las\\_plantas.htm](http://www.alaquairum.net/la_importancia_de_las_plantas.htm).

Castellis, L. (2001). *Conservación de la naturaleza en tierras de propiedad privada*. FARN. Buenos Aires, Argentina.

Cerón, C. (2003). *Manual de Botánica*. Herbario “Alfredo Paredes” QAP”. Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador. p. 73

CONIF (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CO). (2001). *Aplicación de los métodos de estacas e injertos para la propagación vegetativa de Cordia alliodora (Ruíz & Pavón) Oken y Tabebuia rosea (Bertol.) DC*. Bogotá, Colombia. p. 12.

CORANTIOQUIA (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Co). (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque húmedo tropical*. Medellín, Colombia. p. 48-51.

GBIF (Global Biodiversity Information Facility, s/l). (2010). *Delostoma integrifolium* D. Don. Species: *Delostoma integrifolium* D. Don. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2564/1/T-UCE-0004-81.pdf>

Hartmann, H. y Kester, D. (1994). *Propagación de plantas, principios y prácticas*. Editorial Continental. S.A. México.

Hernández Revilla, M. (2013). *Validación de métodos de ensayo y estimación de la incertidumbre conforme a la norma ISO/IEC 17025*. Aplicación al análisis de aguas residuales y continentales. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. Facultad de Ciencias, Departamento química analítica. Valladolid, España.

Huachi, L. (2008). *Mejoramiento del suelo mediante la producción de un abono orgánico a partir de estiércol animal, en el parque Metropolitano de Quito*. Tesis M. Sc. en Gestión Ambiental y la Industria. Quito, Ecuador. Universidad Internacional SEK. Facultad de Ciencias Ambientales, Maestría en Gestión Ambiental. p. 43; 124.

MINEDU. (2019). *Instituciones Educativas Nacionales y Particulares*. Ubicación Geográfica de Huilcate, Hangamarca, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca. Disponible en: <https://www.mieducativo.com/2019/11/ubicacion-geografica-de-huangamarca-la.html>.

Jácome, A. (2011). *Micropropagación in vitro de la especie endémica: Higuerón (Aegiphila ferruginea), para la producción masiva y conservación de esta especie en peligro de extinción*. Tesis Ing. En Biotecnología. Sangolquí, EC. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida e Ingeniería en Biotecnología. p. 24-25; 36.

Jaramillo, K. (2013). *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de arrayán (Myrcianthes hallii) (O. Berg) mc vaugh*. Quito, Pichincha. Tesis Ingeniero

Agrónomo. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito, EC. p. 87.

Castillo, F. J.; López, L. M.; López, U. M., Cetina, A. V.; Hernández, T. (2013). *Factores de influencia en el enraizamiento de estacas de Abies religiosa (Kunth) Schltdl. et Cham.* Tesis de posgrado Forestal, Campus Montecillo, Colegio de Posgrados, Texcoco, ME.

Juárez, A. M.; Ayasta, J. E.; Aguirre, R. P.; Rodríguez, E. (2005). *La Oscurana (Cajamarca), un bosque relicto para conservar en las vertientes occidentales andinas del Norte del Perú.* Revista Peruana de Biología 12 (2), 289 -298.

López, N.; Miguel, M.; Alexandre, A. (2012). *Propiedades beneficiosas de los terpenos iridoídes sobre la salud.* Madrid, ES. p. 81-82.

Montoya. (1996). *La planta y el vivero forestal.* ES. Mundi-Prensa. 350 p.

Muñoz-Reyes, J. (1977). *Geografía de Bolivia.* Academia Nacional de Ciencias. La Paz-Bolivia. p.33.

Murillo, O; Rojas, J; Badilla, Y. (2003). *Reforestación clonal.* Escuela de Ingeniería forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. Costa Rica.

Navarrete, D. I. L. (2014). *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de yalomán (Delostoma integrifolium D. Don).* Quito, Pichincha.

Nieto Martín, A. (2015). *Fabricación, caracterización y utilización de biochar como sustituto de la turba en la preparación de sustratos de cultivos.* Universidad Politécnica de Madrid. España.

Ocaña, D. (1996). *Desarrollo forestal campesino en la región andina del Perú.* FAO/Holanda/PRONAMACHS. Lima, PE. 211 p.

Oscullo, M. (2011). *Organogénesis indirecta in vitro de Anturio (Anthurium andreanum L.), a partir de secciones de hoja.* Tesis Ing. Agropecuaria. Sangolquí, EC. Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias De La Vida, Carrera de Ingeniería En Ciencias Agropecuarias, Hacienda "El Prado" IASA. p. 21, 23

Palacios, W. (2011). *Árboles del Ecuador. Quito, Ecuador.* Ministerio del ambiente. p. 856.

Recalde, C. (2007). *Establecimiento del cultivo in vitro y aclimatación en invernadero de Nepeta hederácea variegata, Tabacundo – Pedro, Moncayo, 2006.* Tesis Ing. En

Biotecnología. Sangolquí, EC. Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, Ingeniería en Biotecnología. p. 92.

Reynel, C.; Pennington, T. D.; Pennington, R. T.; Marcelo, J. L.; Daza, A. (2006). *Árboles útiles del Ande peruano. Una guía de identificación, ecología y propagación de las especies de la sierra y los bosques montanos en el Perú*. Lima. 466 p.

RENAMA/ GR. CAJ. (2007). *Conservación Ambiental en Huangamarca*. Nota de prensa N° 010.

Rodríguez E., R. Vásquez, R. Rojas & J. Campos. (2004). *Nuevas Adiciones de Angiospermas a la Flora Peruana procedentes de la Provincia de San Ignacio, Dpto. Cajamarca*. En Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Botánica, 2 - 5 mayo 2004, Trujillo - Perú. Pág. 157.

Rojas F. (2006). *Reguladores de crecimiento*. Quito – Ecuador. p. 12-15.

Rueda, D. (2015). *Botánica Sistemática*. Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE. Sangolqui- Ecuador.

Sáenz, H. y Sánchez, L. (1993). *Ensayo de Propagación Vegetativa por Estacas de Cuatro Especies Arbóreas Ornamentales*. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL. Loja-Ecuador.

Sagástegui Alva, A; Sánchez Vega, I; Zapata Cruz, M; Dillon, MO. (2003). *Diversidad Florística de Norte del Perú. Bosques Montanos*. T II, Graficart, Trujillo, Perú. 305 p.

Salisbury, F.B. y Ross, C. W. (2000). *Fisiología de las Plantas*. International Thompson Editores Spain- Paraninfo, S. A, Madrid, España.

Sinche, M. y Armijos, A. (2013). *Distribución y Propagación Asexual de Cuatro Especies Forestales Nativas en Vivero Utilizando Dos Tipos de Sustratos*, Loja. Ecuador.

Torretta, J.; Cerino, M. (2013). *Biología reproductiva de tres especies simpátricas de Bignoniaceae en Argentina*. Buenos Aires, Argentina. p. 73.

UN (Universidad Nacional de Colombia, CO); DICYT (Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología, CO). (2010). *Una avispa sirve de "insecticida" contra la dañina mosca blanca*. Valle del Cauca, Colombia.

Vargas, W. (2002). *Guía Ilustrada de las Plantas de las Montañas del Quindío y los Andes Centrales*. p. 179-180.

Viteri, S. (2002). *La gran diversidad de mi Ecuador "Catilinarias 2002. Plan de manejo de Eco parques"*. Ecuador.

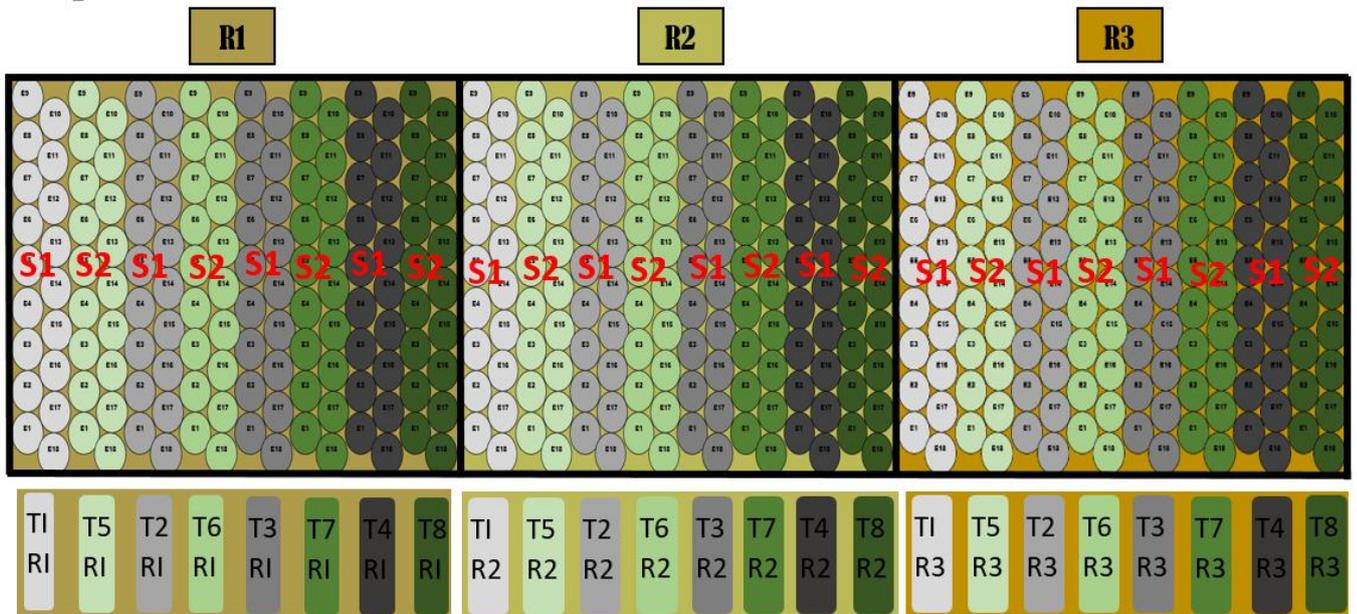
Weaver, R. (1990). *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura*. España. Trillas. 622 p.

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

#### Anexo 1

*Croquis de distribución del experimento en la platabanda*



Donde:

- **S1**: 33.3 % Turba, 33.3 % tierra agrícola y 33.3 % de arena (proporción 1:1:1).
- **S2**: 50% tierra agrícola, 25% compost y 25% de arena (proporción 2:1:1).
- **R**: Repetición (1; 2; 3).
- **E**: Esqueje (1; 2; 3;...; 18).
- **T**: Tratamiento (1; 2; 3;...; 8) = (**S** + Proporción de AIB).

## ANEXO 2

*Hoja de seguridad del producto utilizado como enraizante*

- **Nombre del producto:** Ácido Indolbutírico
- **Toxicidad:** Aguda, Categoría 3, Oral, H301
- **Indicaciones de peligro:** H301 Tóxico en caso de ingestión.

Ningún peligro conocido.

### Composición

- **Fórmula:**  $C_{12}H_{13}NO_2$
- **Masa molar:** 203,24 g/mol

### Propiedades físicas y químicas

Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- Forma: sólido
- Color: marrón claro
- Olor: inodoro
- Punto de fusión: 121 - 126 °C
- Solubilidad en agua: 0,25 g/l a 20 °C
- Coeficiente de reparto n- octanol/agua: log Pow: 2,30 (experimentalmente) No es de esperar una bioacumulación.
- Densidad aparente: aprox.360 kg/m<sup>3</sup>
- Estabilidad química: El producto es químicamente estable bajo condiciones normales (a temperatura ambiental).
- Agentes oxidantes fuertes: Soluciones fuerte de hidróxidos alcalinos

### Primeros auxilios

- **Tras inhalación:** aire fresco.
- **En caso de contacto con la piel:** Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ ducharse.
- **Tras contacto con los ojos:** aclarar con abundante agua. Retirar las lentillas.
- **Tras ingestión:** hacer beber agua (máximo 2 vasos). Consultar inmediatamente al médico. Solamente en casos excepcionales, si no es posible la asistencia médica dentro de una hora, provocar el vómito (solamente en personas

plenamente despiertas y conscientes), administrar carbón activo (20 - 40 g en suspensión al 10%) y consultar al médico lo más rápidamente posible.

### **Principales síntomas y efectos, agudos y retardados**

No nos consta una descripción de síntomas tóxicos.

### **Medidas de lucha contra incendios**

- **Medios de extinción:** Agua, Espuma, Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Polvo seco  
Medios de extinción no apropiados.

No existen limitaciones de agentes extinguidores para esta sustancia/mezcla.

Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla Inflamable.

En caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos. El fuego puede provocar emanaciones de: óxidos de nitrógeno

### **Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios Permanencia en el área de riesgo sólo con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente. Protección de la piel mediante observación de una distancia de seguridad y uso de ropa protectora adecuada.

Otros datos Reprimir los gases/vapores/neblinas con agua pulverizada. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.

### **Medidas en caso de vertido accidental**

### **Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia indicaciones para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia:**

- Evitar la inhalación de polvo. Evitar el contacto con la sustancia. Asegúrese una ventilación apropiada.
- Evacúe el área de peligro, respete los procedimientos de emergencia, consulte con expertos.
- Precauciones relativas al medio ambiente
- No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.
- Métodos y material de contención y de limpieza Cubra las alcantarillas. Recoja, una y aspire los derrames y evitar la formación de polvo.

### **Manipulación y almacenamiento**

Para una manipulación segura Observar las indicaciones de la etiqueta.

## **Medidas de higiene**

Sustituir la ropa contaminada. Es recomendable una protección preventiva de la piel.  
Lavar las manos al término del trabajo.

## **Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**

### **Condiciones de almacenamiento**

Bien cerrado. Seco. Manténgase el recipiente en un lugar bien ventilado. Mantenerlo encerrado en una zona únicamente accesible por las personas autorizadas o calificadas.

Temperatura de almacenaje recomendada indicada en la etiqueta del producto.

### **A. Controles de exposición/ protección individual**

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

### **Medidas de ingeniería**

Medidas técnicas y observación de métodos adecuados de trabajo tienen prioridad ante el uso de equipos de protección personal.

### **Medidas de protección individual**

Los tipos de auxiliares para protección del cuerpo deben elegirse específicamente según el puesto de trabajo en función de la concentración y cantidad de la sustancia peligrosa. Debería aclararse con el suministrador la estabilidad de los medios protectores frente a los productos químicos.

- Protección de los ojos/ la cara: Gafas de seguridad

#### Protección de las manos

- Sumersión: Material del guante: Caucho nitrilo

Espesor del guante: 0,11 mm

Tiempo de penetración: > 480 min

- Salpicaduras: Material del guante: Caucho nitrilo

Espesor del guante: 0,11 mm

Tiempo de penetración: > 480 min

**Otras medidas de protección:** Prendas de protección respiratoria necesaria en presencia de polvo. Tipo de Filtro recomendado: Filtro P 3 El empresario debe

garantizar que el mantenimiento, la limpieza y la prueba técnica de los protectores respiratorios se hagan según las instrucciones del productor de las mismas. Estas medidas deben ser documentadas debidamente.

## B. Controles de exposición medioambiental

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

**Otros datos Tras absorción:** No nos consta una descripción de síntomas tóxicos. Las otras propiedades peligrosas no pueden ser excluidas. Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

## ANEXO 3

*Formatos utilizados en campo para el registro de datos de los parámetros a evaluar.*

Evaluación de brotes y hojas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don						
Fecha:						
Sustratos	Clave de esqueje	N° de brotes	longitud de brotes en cm.	N° de hojas	Longitud de hojas en cm.	Observaciones

Evaluación de raíces de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don				
Fecha:				
Sustratos	Clave de esqueje	N° de raíces	Longitud de raíces en cm	Observaciones

## ANEXO 4

*Monitoreo de las variables evaluadas en el tiempo*

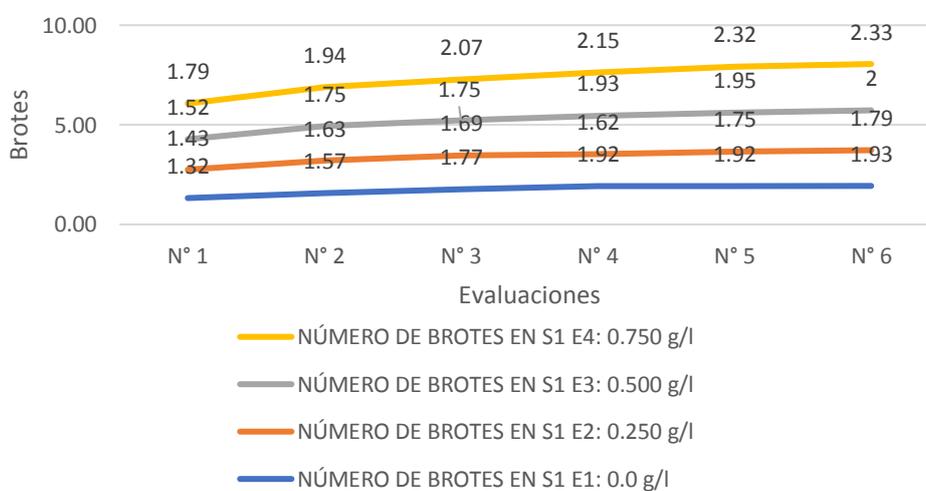
### A. Monitoreo de los brotes

NÚMERO DE BROTES EN S1				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
N° 1	1.32	1.43	1.52	1.79
N° 2	1.57	1.63	1.75	1.94
N° 3	1.77	1.69	1.75	2.07
N° 4	1.92	1.62	1.93	2.15
N° 5	1.92	1.75	1.95	2.32
N° 6	1.93	1.79	2	2.33

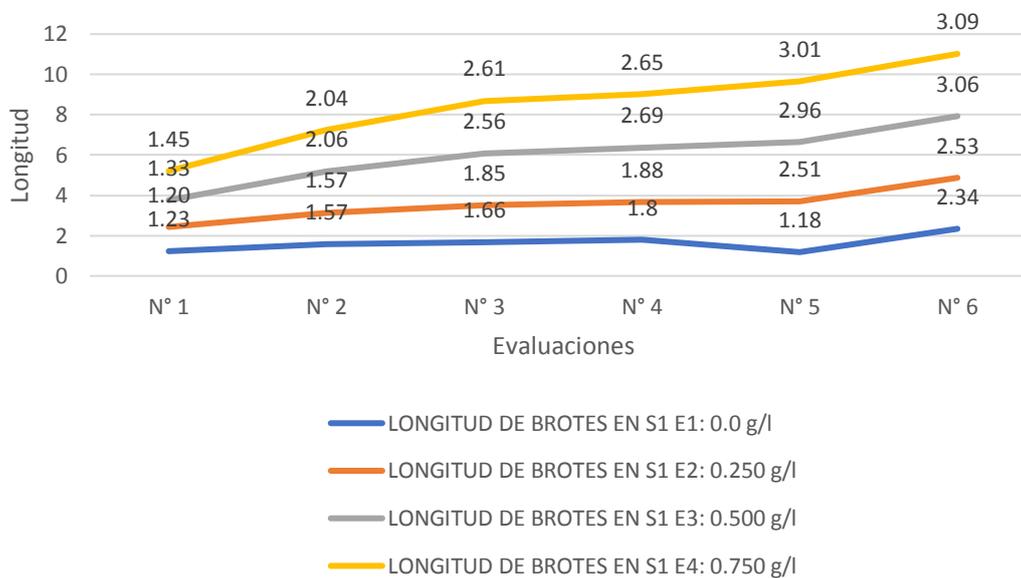
NÚMERO DE BROTES EN S2				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
N° 1	1.49	1.72	1.70	1.42
N° 2	1.61	1.85	1.81	1.59
N° 3	1.67	1.98	1.93	1.73
N° 4	1.50	2.05	2.00	1.74
N° 5	1.61	2.05	2.08	1.74
N° 6	1.67	2.05	2.10	1.74

LONGITUD DE BROTES EN S1				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
N° 1	1.23	1.20	1.33	1.45
N° 2	1.57	1.57	2.06	2.04
N° 3	1.66	1.85	2.56	2.61
N° 4	1.8	1.88	2.69	2.65
N° 5	1.18	2.51	2.96	3.01
N° 6	2.34	2.53	3.06	3.09

**Gráfico del monitoreo del número de brotes en S1**



## Gráfico del monitoreo de la longitud de los brotes en S1

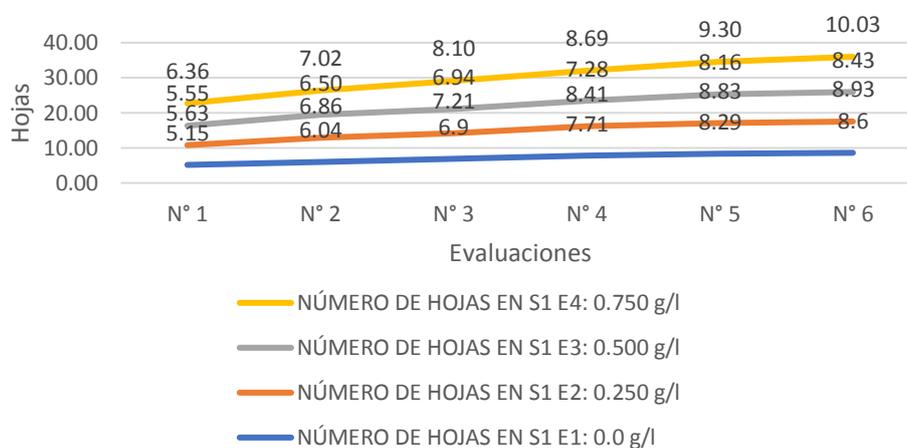


LONGITUD DE BROTES EN S2				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
N° 1	1.52	1.20	1.45	1.23
N° 2	1.73	1.57	2.04	1.57
N° 3	1.85	2.18	2.61	1.73
N° 4	1.88	2.06	2.65	1.80
N° 5	2.22	2.61	2.98	2.18
N° 6	2.34	2.64	3.10	2.48

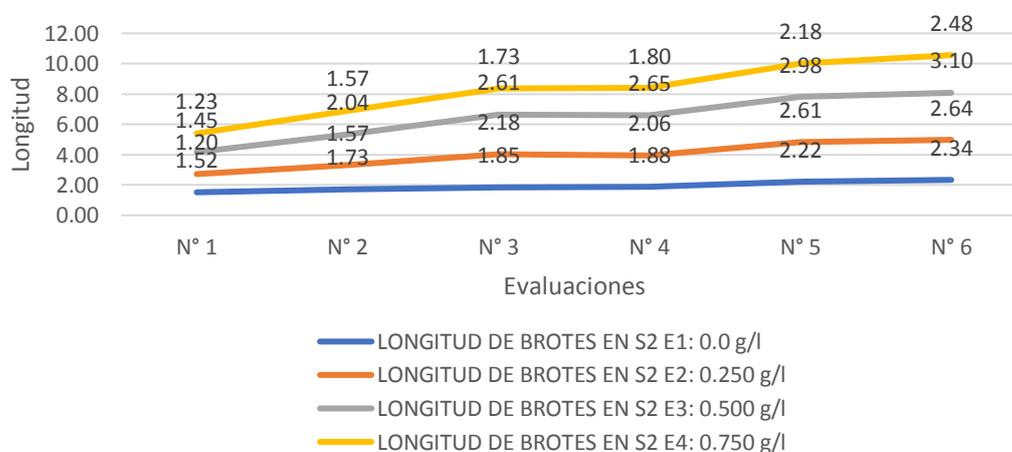
## B. Monitoreo de las hojas

NÚMERO DE HOJAS EN S1				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
N° 1	5.15	5.63	5.55	6.36
N° 2	6.04	6.86	6.50	7.02
N° 3	6.9	7.21	6.94	8.10
N° 4	7.71	8.41	7.28	8.69
N° 5	8.29	8.83	8.16	9.30
N° 6	8.6	8.93	8.43	10.03

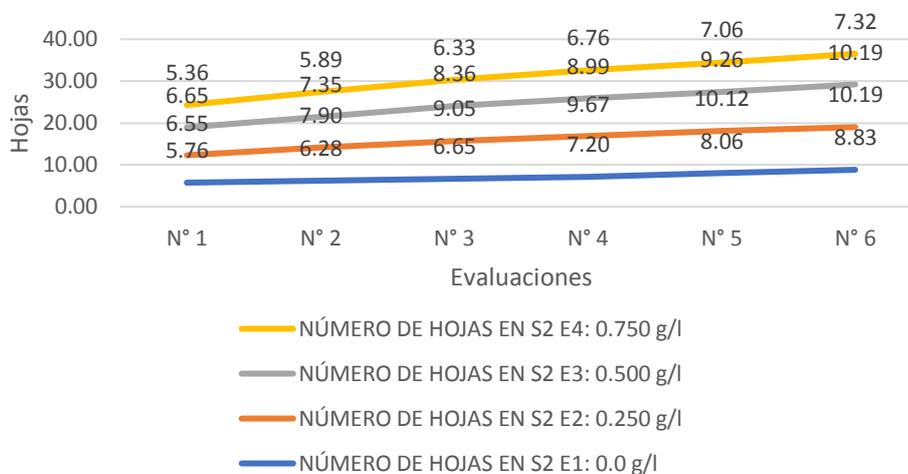
**Gráfico del monitoreo del número de hojas en S1**



**Gráfico del monitoreo de la longitud de los brotes en S2**



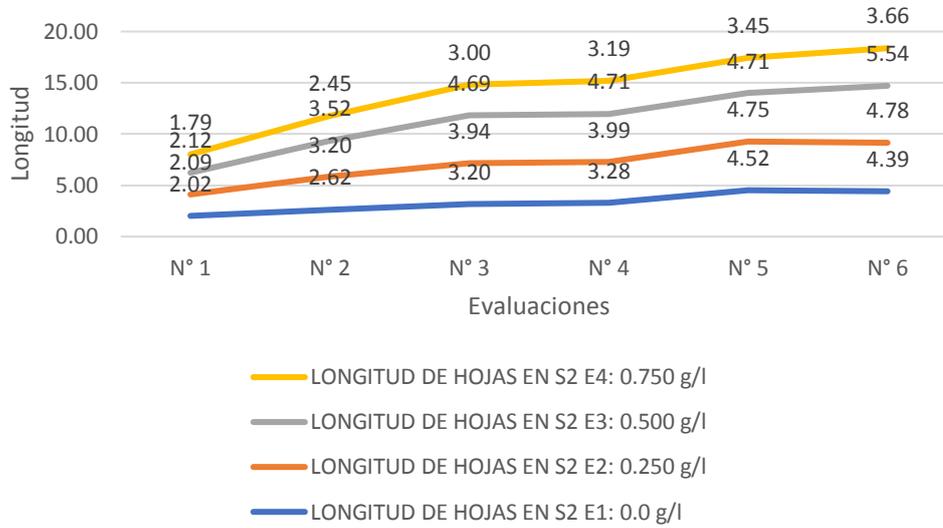
## Gráfico del monitoreo del número de hojas en S2



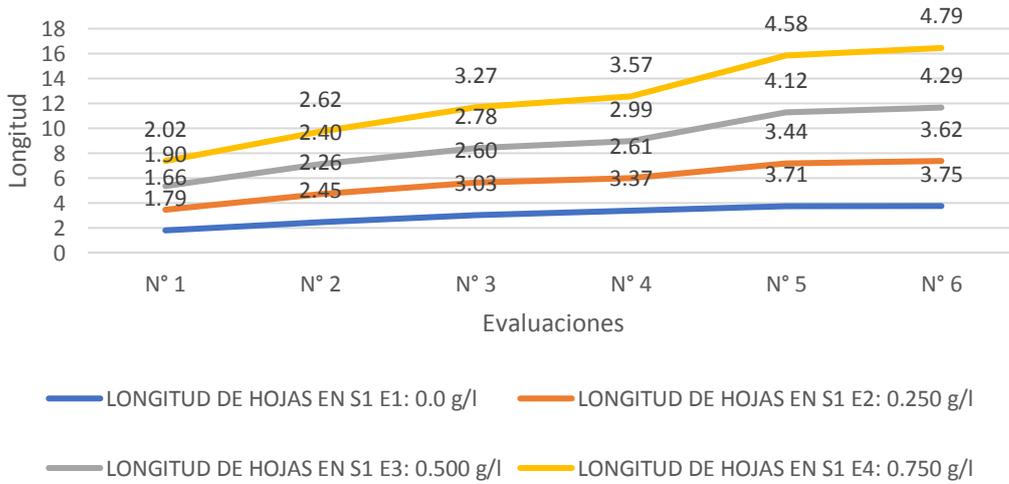
LONGITUD DE HOJAS EN S1				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
N° 1	1.79	1.66	1.90	2.02
N° 2	2.45	2.26	2.40	2.62
N° 3	3.03	2.60	2.78	3.27
N° 4	3.37	2.61	2.99	3.57
N° 5	3.71	3.44	4.12	4.58
N° 6	3.75	3.62	4.29	4.79

LONGITUD DE HOJAS EN S2				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
N° 1	2.02	2.09	2.12	1.79
N° 2	2.62	3.20	3.52	2.45
N° 3	3.20	3.94	4.69	3.00
N° 4	3.28	3.99	4.71	3.19
N° 5	4.52	4.75	4.71	3.45
N° 6	4.39	4.78	5.54	3.66

## Gráfico del monitoreo de la longitud de hojas en S2



## Gráfico del monitoreo de la longitud de las hojas en S1



### C. Monitoreo de las raíces

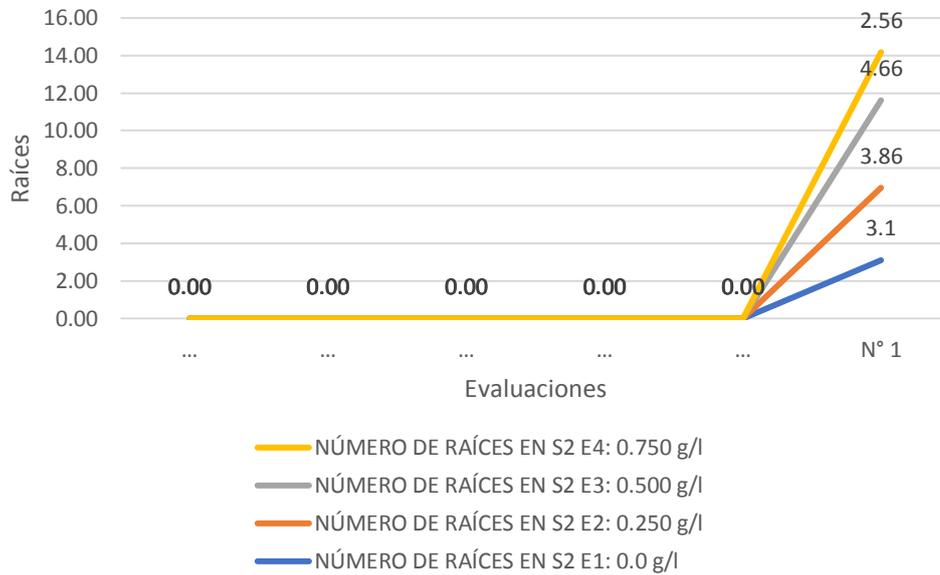
#### Gráfico de monitoreo del número de raíces en S1



NÚMERO DE RAÍCES EN S1				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 1	3.08	2.77	2.72	3.90

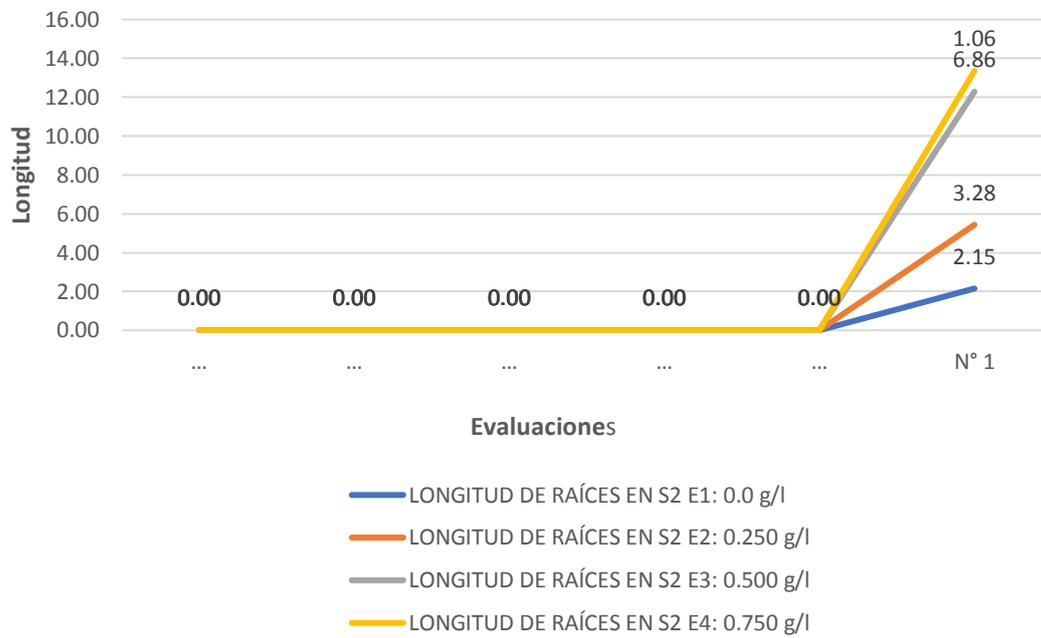
NÚMERO DE RAÍCES EN S2					
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l		E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
...	0.00	0.00		0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00	
...	0.00	0.00	0.00	0.00	
...	0.00	0.00	0.00	0.00	
...	0.00	0.00	0.00	0.00	
N° 1	3.1	3.86	4.66	2.56	

### Gráfico del monitoreo del número de raíces en S2



LONGITUD DE RAÍCES EN S1				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 1	1.3	2.78	3.84	5.20

## Gráfico del monitoreo de la longitud de las raíces en S2



LONGITUD DE RAÍCES EN S2				
Evaluaciones	E1: 0.0 g/l	E2: 0.250 g/l	E3: 0.500 g/l	E4: 0.750 g/l
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
...	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 1	2.15	3.28	6.86	1.06

## ANEXO 5

Registro original de evaluaciones de los mejores resultados obtenidos en los dos sustratos.

### A. Evaluación final de brotes y hojas

Evaluación de brotes y hojas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don							
Fecha: 22 / 09 / 2020							
Sustratos	Clave de esqueje	Nº de brotes	longitud de brotes en cm.	Nº de hojas	Longitud de hojas en cm.	Observaciones	
S1	E1 T4 R1	3	3.2; 2.5; 2.5	12	5; 5.2; 4.9; 5.2; 3.1; 3; 4.6; 4.4; 4.6; 4.4; 4.5; 5.4		
	E2 T4 R1					muerto	
	E3 T4 R1					muerto	
	E4 T4 R1	2	3.3; 3	8	6; 6.2; 5.9; 6.1; 6.2; 2.9; 2.6; 3		
	E5 T4 R1					muerto	
	E6 T4 R1	2	3.7; 2.9	10	5.5; 5.4; 5.5; 5.3; 2.9; 2.9; 4.8; 1.9; 4.7; 1.8		
	E7 T4 R1	2	3.2; 2.2	10	5.5; 5.7; 5.5; 5.7; 2.5; 2.7; 5.3; 5.2; 5.4; 5.3		
	E8 T4 R1					muerto	
	E9 T4 R1					muerto	
	E10 T4 R1					muerto	
	E11 T4 R1	3	3.3; 2.6; 1.3	12	5.7; 5.6; 5.5; 5.3; 5.4; 5.3; 3.3; 3.2; 4.8; 1.7; 4.8; 1.7		
	E12 T4 R1	2	3.1; 2.3	8	5; 5.2; 4.9; 5.2; 3.2; 3.2; 4.6; 4.4		
	E13 T4 R1					muerto	
	E14 T4 R1					muerto	
	E15 T4 R1	3	3.1; 3; 2.7	12	4.9; 5; 4.8; 5; 2.9; 3; 4.6; 4.4; 4.6; 4.4; 1.8; 1.7		
	E16 T4 R1					muerto	
	E17 T4 R1					muerto	
	E18 T4 R1	0	0	0	0	0	
S2	E1 T7 R2	0	0	0	0	0	
	E2 T7 R2						muerto
	E3 T7 R2						muerto
	E4 T7 R2	2	3.3; 1.2	8	6.5; 6.7; 6.6; 6.7; 3.2; 3.3; 1.9; 1.8		
	E5 T7 R2	2	3.3; 2.9	12	6.6; 6.8; 6.6; 6.7; 6.5; 6.7; 2.6; 2.7; 6.5; 6.7; 2.3; 2.3		
	E6 T7 R2	2	3.4; 3.1	12	6.9; 6.8; 7; 6.8; 2.5; 2.7; 6.5; 6.3; 6.5; 6.3; 1.6; 1.6		
	E7 T7 R2						muerto
	E8 T7 R2						muerto
	E9 T7 R2	0	0	0	0	0	
	E10 T7 R2	2	3.3; 3	12	6.8; 6.6; 6.8; 6.7; 3.2; 3.2; 6.5; 6.7; 6.5; 6.8; 2.4; 2.5		
	E11 T7 R2						muerto

	E12 T7 R2					muerto
	E13 T7 R2	1	3	8	6.3; 6.4; 6.2; 6.4; 2.8; 2.9; 2.4; 2.3	
	E14 T7 R2	3	3.1; 2.7; 1.8	12	6.9; 7; 6.9; 7.1; 2.8; 2.7; 6.7; 6.5; 6.3; 6.5; 2; 2.1	
	E15 T7 R2					muerto
	E16 T7 R2	2	3.3; 2.9	8	7.4; 7.2; 7.3; 7.4; 6.9; 6.7; 6.9; 6.7	
	E17 T7 R2	2	3.4; 2	8	7.4; 7.2; 2.6; 2.7; 6.6; 6.7; 2.4; 2.3	
	E18 T7 R2	2	3.2; 3	8	6.4; 6.5; 6.3; 6.5; 5.8; 6; 5.9; 6	

## B. Evaluación de raíces

Evaluación de raíces de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don				
Fecha: 22 / 09 / 2020				
Sustratos	Clave de esqueje	Nº de raíces	Longitud de raíces en cm	Observaciones
S1	E1 T4 R1	4	7.8; 7.3; 6.4; 6.3	
	E2 T4 R1			muerto
	E3 T4 R1			muerto
	E4 T4 R1	2	6.5; 5.9	
	E5 T4 R1			muerto
	E6 T4 R1	4	7.6; 4.2; 4; 2.3	
	E7 T4 R1	4	7.2; 7; 6.8; 5.5	
	E8 T4 R1			muerto
	E9 T4 R1			muerto
	E10 T4 R1			muerto
	E11 T4 R1	2	9.7; 4.8	
	E12 T4 R1	3	6.6; 2.2; 2	
	E13 T4 R1			muerto
	E14 T4 R1			muerto
	E15 T4 R1	4	5.9; 5.4; 4.8; 2	
	E16 T4 R1			muerto
	E17 T4 R1			muerto
	E18 T4 R1	0	0	
	E1 T7 R2	0	0	
	E2 T7 R2			muerto
	E3 T7 R2			muerto
	E4 T7 R2	4	7.5; 2.9; 2; 1.3	
	E5 T7 R2	6	7.2; 4; 3.5; 2.9; 2.6; 1	
	E6 T7 R2	5	8.7; 5.4; 4.9; 4.2; 3.3	
	E7 T7 R2			muerto

S2	E8 T7 R2			muerto
	E9 T7 R2	0	0	
	E10 T7 R2	6	7.8; 5.3; 5; 4.6; 4.2; 3.9	
	E11 T7 R2			muerto
	E12 T7 R2			muerto
	E13 T7 R2	3	18.3; 11.8; 11.5	
	E14 T7 R2	5	8.3; 6.2; 5.7; 5; 2.6	
	E15 T7 R2			muerto
	E16 T7 R2	4	9.7; 9.3; 7.9; 4.5	
	E17 T7 R2	3	15.3; 10; 8.7	
	E18 T7 R2	3	9; 5.4; 5.2	

## Anexo 6

Panel fotográfico de la ejecución de la investigación.



Preparación de las soluciones de (NaClO) para la desinfección del material vegetativo.



Limpieza y perfilado de la platabanda para el enfilado de bolsas con sustrato.



Zarandeo de tierra agrícola.



Establecimiento de la platabanda de experimentación



Deshierbo de la platabanda de experimentación.



Evaluación final de brotes y raíces