

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías
Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y
Agrícola



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL AIB (Ácido Indol Butírico) Y BIOL
EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla*
(L'Hérit) Britt) CHIGUATA. AREQUIPA. 2017**

Tesis presentada por el Bachiller:
Zea Linares, Ramiro Gonzalo

Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Agrónomo

Asesor:
Ing. Coloma Dongo, Froy Engelbert

AREQUIPA-PERÚ
2018

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS
(Jurado)

Señor
Ing. FROY COLOMA DONGO
Director (e) del P.P. de Ingeniería Agronómica
Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted., que se ha procedido a revisar el BORRADOR de Tesis titulado:

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL AIB (Ácido Indol Butírico) Y BIOL EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CEDRÓN (Aloysia triphilla (L'Herit) Britt) CHIGUATA – AREQUIPA 2017”

Presentado por el alumno: **RAMIRO ZEA LINARES**
Asesor: **Ing. Froy Coloma Dongo**

El jurado Dictaminador presidido por **Ing. Rigoberto López Portilla, Ing. Humberto Stretz Chavez, Ing. Ingrid Díaz Vento**

DICTAMINAN

Es Procedencia de los sustentos

OBSERVACIONES

Arequipa, 03 de Julio de 2018



Ing. Rigoberto López Portilla



Ing. Humberto Stretz Chavez



Ing. Ingrid Díaz Vento

☎ (5154) 382038

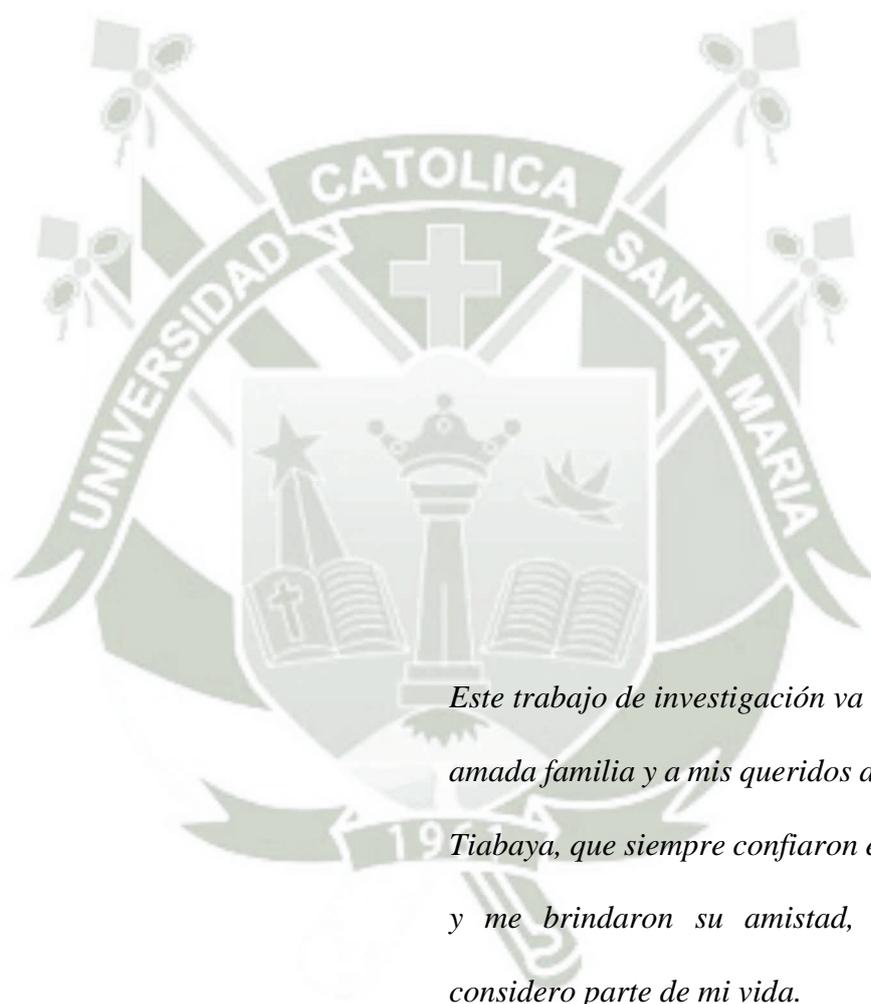
✉ (5154) 252542

✉ ucsm@ucsm.edu.pe

🌐 <http://www.ucsm.edu.pe>

0010268

DEDICATORIA



Este trabajo de investigación va dedicado a mi amada familia y a mis queridos agricultores de Tiabaya, que siempre confiaron en mi persona, y me brindaron su amistad, a los cuales considero parte de mi vida.

AGRADECIMIENTO

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

Le doy gracias a mis padres Javier y Celia por apoyarme en todo momento, por los valores que me inculcaron, por darme la oportunidad de tener una excelente educación a lo largo de mi vida, pero por, sobre todo, por ser mi ejemplo a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar, que nuestros padres nos enseñaron.

Agradezco a mis docentes del Programa Profesional de Ingeniería Agronómica, un eterno agradecimiento y reconocimiento por todos sus conocimientos impartidos, en especial al Ing. José Pinto Villanueva, un gran profesional y mejor persona.

INTRODUCCIÓN

En el Perú desde la antigüedad tenemos el beneficio de contar con plantas medicinales para todo tipo de dolencias menores e incluso con poderes curativos para enfermedades crónicas. Tanto la costa, sierra y selva cuentan con un gran surtido de plantas que no solo son tradición, sino que poco a poco la ciencia va aceptando sus bondades curativas.

Véase: <http://www.deperu.com/abc/222/plantas-medicinales>

El cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt) es una planta medicinal que ha sido empleada desde hace siglos para diferentes padecimientos. Esta planta es antiespasmódica, ayuda a reducir la fiebre, es carminativa, sedante y estomacal. Además, el cedrón tiene propiedades antimicrobianas. También, se suele utilizar para darle sabores a las bebidas, y su fragancia se emplea en perfumería y para aromatizar ambientes. La infusión de cedrón es relajante y su consumo puede ayudar a disminuir los efectos del estrés del día a día; se suele describir su aroma como el de la citronela, y con frecuencia se utiliza para repeler insectos. Suele ser del gusto de jóvenes y adultos, y puede emplearse para mejorar el sabor de otros téis menos agradables. Sus usos son internos, es decir consumiendo la planta, o bien, externos. Su uso externo nos sirve para calmar golpes o zonas adoloridas por un impacto, otras aplicaciones externas incluyen el acné, la inflamación y también para la salud del cabello.

Véase: <http://www.plantas-medicinales.es/propiedades-medicinales-del-cedron/>

La importancia de la biodiversidad para la economía peruana es enorme, considerando que 25% de las exportaciones son recursos vivos y que su uso es esencial para las poblaciones locales en el abastecimiento de leña, carne, madera, plantas medicinales y muchos otros productos. De interés particular son las especies vegetales,

con 5000 plantas aplicadas en 49 usos distintos de los cuales 1400 son medicinales. De las 5000 plantas en uso 4000 son nativas; sólo 600 son introducidas. La mayoría de especies nativas útiles no son cultivadas; solamente 222 pueden ser consideradas domesticadas o semi-domesticadas

(Brack, 1999).

La reproducción asexual, esto es, la reproducción empleando partes vegetativas de la planta original, porque cada célula de la planta contiene información genética necesaria para generar la planta entera (Hartmann y Kester, 1999).

El biol es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas. Debido a su contenido de fitoreguladores promueve actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas (quienes serán las encargadas de la fotosíntesis), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Todos estos factores resultaran en mayor productividad de los cultivos y generación de material vegetal.

Véase: <http://www.sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>

Para la iniciación de raíces adventicias, algunas concentraciones de materiales que ocurren naturalmente tienen una acción hormonal más favorable que otras. Estas relaciones han sido objeto de gran estudio. Para distinguir entre hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas puede decirse que todas las hormonas regulan el crecimiento; pero que no todas las sustancias reguladoras del crecimiento son hormonas. Varias clases de reguladores de crecimiento, como las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno influyen en la iniciación de raíces. De ellos, las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas. Además de estos grupos, otros materiales de ocurrencia natural que no han

sido definidos, como varios inhibidores y estimuladores, pueden desempeñar una parte menos directa en la iniciación de raíces adventicias

(Hartmann y Kester, 1999).

Los agricultores de los centros poblados de Tassa y Camata, perteneciente al distrito de Ubinas, Moquegua, así como agricultores del distrito de Chiguata, Arequipa cuentan con Certificación Orgánica y comercializan además de otras hierbas aromáticas, el cedrón (previo secado) a empresas exportadoras como BIOQUIPA SAC. De esta manera tienen un ingreso económico, que impulsa el desarrollo rural en dichas zonas, sin embargo, no se ha logrado establecer un manejo ideal y potencial de dicho cultivo, por lo que es necesario realizar investigaciones concernientes a la mejora de producción de la hierba aromática.

A partir de la aplicación de Enraizadores, la presente investigación buscó mejorar y brindar alternativas de producción en la propagación de estacas semileñosas del cultivo de cedrón, con el fin de optimizar el manejo adecuado de reproducción del cultivo a través de estacas, incrementando la superficie instalada y producción a futuro en las zonas mencionadas.

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo, en el Campo Experimental del Instituto de Educación Superior (IES), de la “ONG El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo” en el Distrito de Chiguata, Provincia y Región Arequipa. Geográficamente se halla en la Longitud 71° 24' 01”, Latitud 16° 24' 01” y 2 943 msnm. La investigación se centró en el estudio de los efectos de la aplicación del (AIB) ácido indol butírico y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Se consideró para Factor A (Numero de yemas) dos niveles, A1 (3 yemas) y A2 (4 yemas) y para Factor B (Enraizadores) 4 niveles, B1 (inmersión en Biol al 50% durante 24 horas), B2 (inmersión en Biol al 50% durante 48 horas), B3 (aplicación de Rapid root) y B4 (Sin Enraizadores). El Diseño experimental fue un Arreglo Factorial en Bloques Completos al Azar (BCA), (2x4) con ocho tratamientos y seis repeticiones. En los resultados obtenidos para Porcentaje de enraizamiento y Número de raíces destacó T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 80.16% y 8.08 unidades respectivamente. En Longitud de raíces sobresale estadísticamente estacas de 3 yemas con 10.99 cm. para Factor A y aplicación de Rapid root con 13.54 cm. para Factor B. En Número de brotes, destacó T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 6.0 unidades.

Palabras claves: Estacas, Biol, Rapid root.

ABSTRACT

The research work was carried out, in the Experimental Field of the Institute of Higher Education (IES), of the "NGO The Workshop Association of Promotion and Development" in the District of Chiguata, Province and Arequipa Region. Geographically it is in the Longitude $71^{\circ} 24' 01''$, Latitude $16^{\circ} 24' 01''$ and 2 943 msnm. The research focused on the study of the effects of the application of (AIB) indole butyric acid and Biol on the rooting of Kidron stakes (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Factor A (Number of buds) was considered two levels, A1 (3 buds) and A2 (4 buds) and for Factor B (Brokers) 4 levels, B1 (50% Biol immersion for 24 hours), B2 (immersion) in 50% Biol for 48 hours), B3 (Rapid root application) and B4 (Without Rooters). The experimental design was a Factorial Arrangement in Complete Blocks at Chance (BCA), (2x4) with eight treatments and six repetitions. In the results obtained for rooting percentage and number of roots, T1 stood out (stakes of 3 buds with 50% Biol immersion for 24 hours) with 80.16% and 8.08 units respectively. In Length of roots stands statistically 3 yolks with 10.99 cm. for Factor A and Rapid root application with 13.54 cm. for Factor B. In Number of outbreaks, T7 stood out (stakes of 4 buds with application of Rapid root) with 6.0 units.

Key words: Stakes, Biol, Rapid root.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INTRODUCCIÓN	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FOTOGRAFIAS	xv
INDICE DE ANEXOS	xvi

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	1
1.1. HIPOTESIS.....	4
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. CULTIVO DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt).....	5
2.1.1. Origen.....	5
2.1.2. Descripción botánica.....	5
2.1.3. Composición química	6
2.1.4. Formas de uso	7
2.1.5. Usos en medicina tradicional	7
2.1.6. Cultivo.....	7
2.1.6.1. Clima.....	7
2.1.6.2. Suelo	8
2.2. PROPAGACIÓN VEGETATIVA.....	8
2.2.1. Propagación vegetativa por estacas.....	8
2.3. HORMONAS Y REGULADORES DE CRECIMIENTO	20

2.3.1. Auxinas	21
2.3.2. Giberelinas	23
2.3.3. Citoquininas	23
2.3.4. Etileno y poliaminas.....	24
2.4. BIOL	25
2.5. ANTECEDENTES.....	30

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	34
3.1.1. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO	34
3.1.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL	35
3.1.3. CLIMATOLOGÍA	35
3.1.4. RECURSO AGUA	35
3.1.5. RECURSO SUSTRATO.....	36
3.1.6. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	36
3.1.6.1. Materiales de campo	36
3.1.6.2. Material de laboratorio.....	37
3.1.6.3. Material biológico.....	37
3.1.6.4. Material de escritorio	37
3.2.METODOLOGÍA.....	38
3.2.1. COMPONENTES EN ESTUDIO	38
3.2.2. FACTORES.....	39
3.2.3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	40
3.2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	40
3.2.5. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	41
3.2.6. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	43
3.2.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.	44
3.2.7.1.Acondicionamiento del Invernadero.....	44
3.2.7.2.Preparación de las camas de enraizamiento.....	44
3.2.7.3.Preparación e incorporación del Sustrato	45
3.2.7.4.Delimitación del Campo experimental	46
3.2.7.5.Recolección de estacas de cedrón	46
3.2.7.6.Preparación de estacas	47

3.2.7.7.Tratamiento de estacas	48
3.2.7.8.Instalación de estacas	50
3.2.7.9.Riego	51
3.2.7.10.Desmalezado.	52
3.2.7.11.Trasplante.....	53
3.3.EVALUACIONES	53
3.3.1.PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO.....	54
3.3.2.NÚMERO DE RAÍCES	55
3.3.3.LONGITUD DE RAÍCES	56
3.3.4.NÚMERO DE BROTES	57
3.4.PROCESAMIENTO DE DATOS.....	58
CAPITULO IV	
4. RESULTADOS	59
4.1. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).....	59
4.2. NÚMERO DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).....	62
4.3. LONGITUD DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).....	65
4.4. NÚMERO DE BROTES EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).....	68
4.5. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).....	69
4.6. NÚMERO DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).....	72
4.7. LONGITUD DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).....	75
4.8. NÚMERO DE BROTES EN ESTACAS DE CEDRÓN (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).....	77
CAPITULO V	
5. DISCUSIÓN.....	80
5.1.PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO	80

5.1.1. Primera Evaluación (45 DDI).....	80
5.1.2. Segunda Evaluación (85 DDI)	81
5.2. NÚMERO DE RAICES	84
5.2.1. Primera evaluación (45 DDI)	84
5.2.2. Segunda evaluación (85 DDI)	85
5.3. LONGITUD DE RAÍCES	87
5.3.1. Primera evaluación (45 DDI)	87
5.3.2. Segunda Evaluación (85 DDI)	89
5.4.NÚMERO DE BROTES	90
5.4.1. Primera Evaluación (45 DDI).....	90
5.4.2. Segunda Evaluación (85 DDI)	91
CAPITULO VI	
6. CONCLUSIONES	93
CAPITULO VII	
7. RECOMENDACIONES.....	94
CAPITULO VIII	
8. BIBLIOGRAFIA	95
ANEXOS	100

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}) para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón. Primera Evaluación (45 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.	60
Cuadro 2: Efectos Simples para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón. Primera evaluación (45 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.	61
Cuadro 3: Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}) para Número de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).	62
Cuadro 4: Efectos Simples para Número de raíces en estacas de Cedrón. Primera evaluación. (45 DDI) en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.....	64
Cuadro 5: Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}) para Longitud de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).	65
Cuadro 6: Efectos Simples para Longitud de Raíces en estacas de Cedrón. Primera evaluación (45 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.	67
Cuadro 7: Análisis de Varianza (ANVA) para Número de Brotes en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).	68
Cuadro 8: Análisis de Varianza (ANVA) para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	69

Cuadro 9. Efectos Simples para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón. Segunda evaluación (85 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.	71
Cuadro 10: Análisis de Varianza (ANVA) para Número de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	72
Cuadro 11: Efectos Simples para Número de raíces en estacas de Cedrón. Segunda evaluación (85 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.	74
Cuadro 12: Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	75
Cuadro 13: Efectos Principales para Número de raíces en estacas de Cedrón. Segunda evaluación (85 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.	76
Cuadro 14: Análisis de Varianza (ANVA) para Número de brotes en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	77
Cuadro 15: Efectos Simples para Número de Brotes en estacas de Cedrón. Segunda evaluación. (85 DDI) en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.	79

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Ubicación del campo experimental (Chiguata).....	34
Fotografía 2. Acondicionamiento del Invernadero.....	44
Fotografía 3. Preparación de las “camas de enraizamiento”... ..	45
Fotografía 4. Incorporación del sustrato en las “camas de enraizamiento”.....	45
Fotografía 5. Delimitación del campo experimental	46
Fotografía 6. Inmersión de estacas semileñosas de cedrón en Biol al 50% durante 48 horas, (A1B2 y A2B2)	49
Fotografía 7. Impregnación de Rapid Root (AIB) en estacas semileñosas de cedrón en el T1 (A1B1).....	50
Fotografía 8. Riego por nebulización en invernadero.....	51
Fotografía 9. Malezas presentes durante la investigación	52
Fotografía 10. Campo experimental desmalezado.....	52
Fotografía 11. Estacas de cedrón trasplantadas en bolsas previo enraizamiento.....	53
Fotografía 12. Estacas semileñosas de cedrón con presencia de raíces (evaluación a los 45 DDI) (A2B1).....	54
Fotografía 13. Formación de callo en estacas semileñosas de cedrón (evaluación a los 45 DDI) (A2B3).....	55
Fotografía 14. Conteo de raíces en las estacas semileñosas de cedrón evaluadas (evaluación a los 45 DDI) (A1B1).....	56
Fotografía 15. Número de brotes en estacas semileñosas de cedrón (evaluación a los 45 DDI) (A1B3).....	57

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1. Datos Climatológicos de Chiguata. Arequipa, mayo – agosto 2017.	101
ANEXO N° 2. Análisis del Agua de Riego empleado en la propagación de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt).	102
ANEXO N° 3. Análisis del Sustrato empleado en la propagación de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt).	103
ANEXO N° 4. Análisis de Biol empleado en la propagación de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt).	104
ANEXO N° 5. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).	105
ANEXO N° 6. Número de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera evaluación (45 DDI).	106
ANEXO N° 7. Longitud de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).	107
ANEXO N° 8. Número de brotes en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).	108
ANEXO N° 9. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	109
ANEXO N° 10. Número de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	110
ANEXO N° 11. Longitud de raíces en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	111
ANEXO N° 12. Número de brotes en estacas de Cedrón (<i>Aloysia triphylla</i> (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).	112

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1. JUSTIFICACIÓN

Aunque el cultivo de las plantas medicinales es un rubro promisorio en el Perú, con grandes perspectivas de crecimiento, especialmente en los mercados de exportación no se ha logrado el éxito por muchos esperado. Esta situación se debe, en gran parte, al poco conocimiento que se dispone a nivel nacional sobre técnicas de manejo pre y post cosecha, requerimiento de los mercados y de certificación de estos productos. Sin estos antecedentes, difícilmente podemos acceder en forma exitosa a los mercados internacionales, con productos de calidad. Entre los cultivos más importantes se tiene cuatro especies: menta piperita (*Mentha piperita*), manzanilla (*Chamomilla recutita*), lelisa (*Melissa officinalis*) y cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt), las que, si bien no son las especies de mayor rentabilidad a nivel mundial, tienen un gran mercado a nivel nacional e internacional, con un precio relativamente estable en el tiempo para los pequeños agricultores. El cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt), es un árbol vivaz, originario de América, puede crecer a más de 2 000 msnm y su vida útil supera los 15 años. El contenido de aceite esencial es de alrededor de 0.8 %, de color amarillo pálido. Su composición es citral, limoneno, metilheptona, carvona, linalol, geraniol, citronelo p-cimol, pineno, etingenol y otros hidrocarburos de tipo terpénico. En cuanto a la utilización y propiedades de la hoja, se usa en infusión. Tiene propiedades estomacales, digestivas, pépticas, sedantes, antiespasmódicas. Cuando se tiene tendencia a la halitosis (mal olor de boca) resulta muy útil realizar enjuagues con la infusión de sus hojas o flores secas, y colocando sobre la mejilla una compresa de hojas frescas

machacadas y remojadas alivia el dolor de muelas, lo mismo ocurre si se aplica directamente sobre el diente enfermo una hoja picada. La infusión agregada al baño resulta muy adecuada como relajante nervioso.

Véase: <http://www.agrolibertad.gob.pe>

El cedrón a nivel mundial posee un consumo de múltiples formas, siendo una especie reconocida tanto en gastronomía como medicinalmente. También ha sido utilizada ampliamente como elemento ornamental en floristería. El contenido de las hojas y tallos al ser hervido mediante la preparación de infusiones libera limoneno y citrol, entre otras sustancias, las cuales generan efectos antiespasmolíticos sobre el sistema nervioso, actuando como moduladores de dolores estomacales, intestinales y cuadros de estrés nervioso. Se ha descubierto que actúa como un fuerte antioxidante, específicamente del sistema inmune frente al estrés oxidativo generado después del ejercicio intenso, por lo que sería una bebida recomendada a deportistas que practican ejercicios de alto rendimiento. En la cocina es utilizado en recetas de marinadas, aderezos, salsas y platos finos.

Véase: <http://www.escolares.net/biologia/el-cedron-aloyisia-citrodora/>

Para la propagación de estacas de cedrón se deben construir camas de enraizamiento contenidas de arena principalmente. En este caso se deben enterrar las estacas, teniendo cuidado de que al menos 2 yemas queden debajo de la superficie. Las plantas deben dejar a la sombra, bien protegidas del sol, en condición ligeramente húmeda. Es recomendable, en este caso, usar túneles plásticos, para crear un ambiente más temperado y húmedo, que facilite la sobrevivencia de las estacas. Ensayos realizados por el INIA y en la Universidad de Concepción, han demostrado que el porcentaje de enraizamiento mejora en forma importante, cuando las plantas son sumergidas en fitohormonas. En este caso

se logra un porcentaje de enraizamiento superior al 90% de las estacas, cuando las plantas fueron sumergidas con ácido Indolbutírico (Délano et al., 2000).

El aceite esencial se usa en perfumería y licores. La hoja después de limpia y seca, debe tener su olor característico, agradable, que recuerda al limón. El % de elementos extraños no debe ser superior al 1.0 %. En cuanto a la multiplicación, es posible propagar esta especie por semilla, en condiciones locales, las plantas logran florecer, pero no son capaces de generar semillas. Esto determina que el método de propagación usual sea por división de matas, acodos, o estacas. La multiplicación por semillas no se realiza debido a su escaso o nulo poder germinativo. En los cultivos comerciales el método preferido es por estacas, trozos de ramas del año anterior o del mismo año, de unos 10 a 15 cm. de largo, con 3 o 4 nudos. Se pueden obtener de las ramas cosechadas, luego de quitarles las hojas. Este método es el más utilizado.

Véase: <http://www.herbotecnia.com.ar/aut-cedron.html>

El cedrón es una planta aromática y medicinal que presenta problemas para su enraizamiento. Para lo cual se requiere de un estudio que aporte el método correcto o ideal en el adecuado enraizamiento de estacas de cedrón. Por consiguiente, se hace necesario contar con medios rápidos, eficientes y económicos para poder mantener las características genéticas de la planta medicinal, como también lograr una rápida propagación de ésta (Valdéz, 2002).

Para lograr un adecuado enraizamiento de las estacas se recomienda aplicar una solución hormonal, que permita favorecer la emisión de raíces (ITEIPMAI, 1992).

Por estas razones expuestas se justifica la ejecución del presente trabajo de investigación.

1.1. HIPOTESIS

Dado que el cedrón es una planta aromática y medicinal que presenta problemas para su enraizamiento, es posible que con la aplicación de auxinas y fitohormonas como el biol, se logre el enraizamiento de estacas de cedrón.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento y emisión de brotes en estacas de cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt).

1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el porcentaje de enraizamiento en estacas semi leñosas con 3 y 4 yemas del cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt).
- Determinar el Número de raíces en estacas semi leñosas con 3 y 4 yemas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt).
- Determinar la Longitud de raíces en estacas semi leñosas con 3 y 4 yemas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt).
- Determinar el Número de brotes en estacas semi leñosas con 3 y 4 yemas de estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt).

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt)

2.1.1. Origen

El cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt) es una planta espontánea de América del Sur, originaria del Perú; considerada como aromática y medicinal perteneciente a la familia de las Verbenáceas, también es conocida con el nombre botánico de *Lippia citriodora* Kunth, *Lippia triphylla* Kuntze, *Aloysia citriodora* Ortega, *Verbena triphylla* L'Héritier, *Zapania citriodora* Lam, *Aloysia sleumeri* Mold, *Aloysia triphylla* (L'Hérit.) Britt; *Lippia citriodora* H.B.K., *Aloysia citriodora* Ort. ex Pers.; mientras que, popularmente, se la conoce como: cedrón, cidrón, limón verbena, verbena, yerba luisa o hierba de la princesa, según el país o la región (Gupta, 1995).

2.1.2. Descripción botánica

Arbusto de 1,5 a 3 m de altura, muy ramificado, glabro. Hojas oblongas lanceoladas, enteras, acuminadas, sub-sésiles, ternadas de 5 – 12 cm de largo, filotaxis verticilada, peciolo corto, con unas nervaduras muy salientes en el envés, con numerosas nerviaciones secundarias casi perpendiculares a la principal, caducas, flores pequeñas, blancas, dispuestas en espigas paniculadas terminales, hermafroditas. Cáliz poco desarrollado, tubuloso con el limbo 2 – 4 dentado. Tubo de la corola cilíndrico. Estambres 4. Ovario superior bilocular. Fruto pequeño,

rodeado por el cáliz, compuesto por dos mericarpos. Semillas marrones sin endospermo

(Di Fabio, 2007).



Fuente: Fonnegra et al. (2007).

FIGURA N° 1. Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt).

2.1.3. Composición química

La planta es rica en aceite esencial, éste contiene: Monoterpenos 6%: limoneno 5-15%. Sesquiterpenos 18%. B-cariofileno 3,8%; germacreno, α -farneseno. Alcoholes alifáticos 1,5%; Monoterpenoles 15%. Sesquiterpenoles 4%.

Aldehídos 40%: citral, neral, geranial. Furanocumarinas: trazas. Las partes aéreas contienen 0,2 a 1% de aceite esencial

(Di Fabio, 2007).

2.1.4. Formas de uso

Se recomienda usarla fresca en forma de infusión (Fonnegra et al., 2007).

2.1.5. Usos en medicina tradicional

El Cedrón se utiliza como tónico nervioso, tónico cardiaco, digestivo, hipnótico, expectorante, calmante de accesos asmáticos, para aliviar digestiones pesadas, dolor de estómago, vómitos, desvanecimientos y *Herpes zoster* (Fonnegra et al., 2007).

La infusión o decocción de las hojas se usa como sedante suave, calmante nervioso, tranquilizante, tónico estomacal, digestivo, diaforético, antifatulento, antiespasmódico, antiasmático, anticonvulsivante, carminativo, febrífugo, estimulante del apetito, expectorante, como calmante de las congestiones bronquiales y nasales. La infusión de cedrón se emplea para calmar las excitaciones nerviosas. Las cataplasmas, puestas sobre las muelas afectadas, se usan para calmar el dolor

(Fonnegra et al., 2007).

2.1.6. Cultivo

2.1.6.1. Clima

Necesita clima templado cálido, se desarrolla bien en zona de inviernos con temperaturas de hasta -10°C (Fonnegra et al., 2007).

2.1.6.2. Suelo

Requiere suelos con buena permeabilidad. Los neutros y calcáreos son adecuados para su desarrollo (Fonnegra et al., 2007).

2.2. PROPAGACIÓN VEGETATIVA

La propagación vegetativa es practicada desde el inicio de la agricultura, en los procesos de domesticación de las especies que hoy se cultivan; se tienen reportes históricos que éste método se ha usado en árboles frutales en el Mediterráneo desde los tiempos bíblicos; hoy en día, continúa siendo de gran valor en los esfuerzos de domesticación de esta clase de especies. La propagación vegetativa comprende según la complejidad del caso, desde procedimientos sencillos, conocidos de tiempos inmemoriales por todo el mundo, hasta procedimientos tecnológicamente muy avanzados, basados en la tecnología de tejidos vegetales. La propagación vegetativa, se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.). Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales, ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemas primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas (Cahuana, 2014).

2.2.1. Propagación vegetativa por estacas

La estaca es un método de propagación asexual que tiene como característica la reproducción de individuos iguales genotípicamente al progenitor. Se define

como cualquier porción vegetativa que, separada de la planta madre, es capaz de formar una nueva planta. Es un método rápido, simple (ej.: estacas leñosas) y poco costoso (material abundante, sobre todo en plantas de follaje permanente). Por estas características las estacas son muy usadas en jardinería, por la gran cantidad de especies ornamentales (herbáceas y leñosas) que se pueden propagar por este método. La propagación por estacas es posible por 2 características de la célula vegetal: totipotencia y dediferenciación. Las plantas obtenidas por este método de propagación presentan menos variabilidad que con la propagación por injertos Véase:

<http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Ense%C3%B1anza/Clases%20PROPA/SP.P.ESTACAS.pdf>

Con la propagación vegetativa se presentan varias ventajas:

- Valorar genéticamente material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo - ambiente, manifestaciones juveniles y maduras de una misma característica, etc.
- Preservar genotipos y complejos genéticos en bancos clonales y arbóreos.
- Acortar ciclos reproductivos para acelerar procesos de cruzamiento y prueba.
- Conservar genotipos superiores que determinan características genéticas favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a condiciones extremas de humedad o sequía, etc.). Estas características se pueden “perder” por el cruzamiento genético en la propagación sexual.
- Ser más eficiente cuando la reproducción sexual no es el método más viable o eficaz.

- Propagar especies que sus semillas presentan semillas de germinación o de almacenamiento o que son de ciclo reproductivo largo.
 - Aprovechar las características genéticas favorables de dos plantas en una sola planta.
 - Manejar las diferentes fases del desarrollo de las plantas.
 - Obtener plantaciones uniformes o la producción de un determinado número de individuos con identidad genética
- (Cahuana, 2014).

2.2.1.1. Factores que afectan la propagación de plantas

El tipo de madera, el periodo de crecimiento usado para hacer las estacas, la época de año en que se obtengan y otros factores que pueden ser de mucha importancia para asegurar el enraizamiento satisfactorio de algunas plantas. La información concerniente a estos factores se da, aunque parte de este conocimiento puede conseguirse en la práctica misma de propagar plantas (Cahuana, 2014).

1. Selección de material para estacas

a. Condición fisiológica de la madre:

- **Escases de agua**

Se recomienda tomar estacas en la mañana o temprano, cuando el material vegetal esta turgente, para tener un alto porcentaje de enraizamiento (Cahuana, 2014).

- **Carbohidratos**

La selección de material adecuado para estacas, en cuanto al contenido de carbohidratos puede determinarse por la macidez del tallo. Las

estacas que son pobres en carbohidratos son suaves y flexibles, en comparación con las estacas que son ricas en carbohidratos son de consistencia maciza y rígida y se rompen tronándose antes de doblarse. No se debe confundir con la macicez que se origina con la maduración de los tejidos por el engrosamiento y lignificación de las paredes celulares. Se tiene reportes de investigación en estacas de tomate, manzano, frambuesa, palto, etc (Cahuana, 2014).

➤ **Nutrición mineral**

El contenido de nitrógeno en la planta es un factor determinante para el enraizamiento óptimo. El contenido de N muy bajo conduce a una reducción de vigor, y los valores altos de N producen un vigor excesivo. El N es importante para que se pueda iniciar la fase de enraizamiento, porque es necesario para la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas. Por debajo del nivel óptimo se detiene el enraizamiento y se puede corregir adicionándole nitrógeno. El Zinc es un mineral necesario para la producción de triptófano (precursor de la auxina), las estacas que se obtienen de plantas fertilizadas con Zinc tienen un mayor porcentaje de enraizamiento, este efecto se debe a un incremento en la producción de auxinas endógenas como resultado de un mayor contenido de triptófano que se encuentra en las plantas tratadas. Se tiene reportes de trabajos realizados en vid y en ciruelo (aplicación de zinc a la planta madre). El manganeso en cantidades altas en las plantas madre interfiere en el enraizamiento. El manganeso es un activador de la enzima oxidas del ácido indol acético, que destruye auxinas y puede, por

ello conducir a una reducción de la cantidad de auxina natural o endógena en la base de la estaca, ocasionando un mal enraizamiento. Se tiene reportes de trabajos realizados en estacas de palto (Cahuana, 2014).

b. Factor de juvenilidad

- Las estacas de tallo o raíz tomadas en la fase de desarrollo juvenil del crecimiento, como se encuentran en las plántulas jóvenes, con frecuencia forman nuevas raíces con mucha facilidad que aquellas tomadas que están en la fase adulta de su desarrollo (plantas provenientes de semillas o vegetativas).
- La relación juvenilidad con el crecimiento de las raíces tal vez se puede explicar por el incremento en la formación de inhibidores del enraizamiento a medida que la planta envejece.
- La reducción del potencial de enraizamiento con la edad de la planta es el resultado de la disminución del contenido de compuestos fenólicos. Se ha demostrado que los fenoles actúan como cofactores de la auxina en la iniciación de raíces (Cahuana, 2014).

c. Tipo de madera seleccionada

- Se puede escoger el tipo de material a emplear, desde ramas terminales hasta estacas maduras de varios años. En la mayoría de factores que afectan el enraizamiento de las estacas, es difícil establecer algún material que se pueda aplicar a todas las plantas.

- Existe diferencia de enraizamiento de acuerdo a la parte vegetativa que se tome de la planta madre:
- Entre plantas individuales procedentes de semilla.
 - Entre ramas laterales y terminales.
 - Entre diversas partes de la rama: La composición química en las ramas varía desde la base hasta la punta.
 - Entre madera floral o vegetativa: Existe cierto antagonismo entre la floración y la formación vegetativa. Probablemente se encuentre relacionado con la auxina, ya que los contenidos elevados de ésta en las estacas de tallo son favorables para la iniciación de raíces adventicias e inhiben la iniciación floral (Cahuana, 2014).

d. Sanidad de la planta (virus)

El estado de salud de las plantas donantes y de las yemas es importante. Hay que evitar coleccionar yemas de plantas enfermas, especialmente de bacterias, virus u hongos. La presencia de virus reduce el porcentaje de enraizamiento, el número de raíces que se forman en las estacas y baja la calidad del material. Esto no solamente afecta el proceso de enraizamiento, sino que se puede expandir el problema cuando la yema se trasplante al campo. En algunos casos, las yemas pueden ser tratadas con pesticidas o mojadas en una mezcla con esterilizante como hipoclorito (blanqueador) (Cahuana, 2014).

e. Época del año en que se obtiene la estaca

A veces la estación del año puede tener una enorme influencia en los resultados de enraizamiento de las estacas. Se debe diferenciar la propagación de especies deciduas y especies siempreverdes (Cahuana, 2014).

2. Tratamiento de las estacas

a. Reguladores de crecimiento

Son compuestos orgánicos sintetizados por las plantas de crecimiento y desarrollo, actúan generalmente en lugar diferente de donde son producidas y se encuentran presentes y activas en muy pequeñas cantidades. A parte de estos productos naturales, se han desarrollado también otros de tipo sintético, que pueden tener una actividad semejante al de los primeros. En sentido estricto, las sustancias de crecimiento extraídas de los tejidos vegetales y las sustancias sintéticas con efectos reguladores no pueden ser llamadas hormonas. Por lo anterior fue creado el término “regulador de crecimiento vegetal”, que define los compuestos orgánicos distintos de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de algún modo cualquier proceso fisiológico en las plantas (Cahuana, 2014).

b. Nutrientes minerales

Las adiciones de compuestos nitrogenados a las estacas estimulan el enraizamiento. El boro estimula la producción de raíces en combinación con el AIB (ácido indol butírico), probablemente se debe a que el boro actúa en procesos de oxidación, incrementando la movilización de los ácidos cítricos, ricos en oxígeno, a los tejidos de enraizamiento (Cahuana, 2014).

c. Fungicidas

Las estacas están expuestas a ataques de diversos organismos, por eso se debe tratar con fungicidas que les dan protección a las raíces. Se puede utilizar Captan que es ideal para tratar las estacas, no se descompone fácilmente y tiene una prolongada acción residual. Benomil es un fungicida sistémico que controla una amplia gama de plantas huéspedes

(Cahuana, 2014).

d. Lesionado

Es adecuado en algunas especies. El lesionado estimula a los tejidos para que entren en división celular y formen primordios radicales. Esto se debe a la acumulación natural de auxina y de carbohidratos en el área lesionada y a un incremento en la tasa de respiración. Además, los tejidos lesionados son estimulados para que se produzcan etileno, (promueve la formación de raíces adventicias)

(Cahuana, 2014).

3. Condiciones ambientales en la fase de enraizamiento**a. Agua**

Es un elemento importante para un buen enraizamiento de las estacas con hojas, porque es esencial que éstas mantengan turgencia y un potencial de agua elevado (Cahuana, 2014).

b. Temperatura

Las temperaturas elevadas estimulan el desarrollo anticipado de las yemas en relación al desarrollo de las raíces lo que causa un aumento en la pérdida de agua a través de las hojas. Las temperaturas adecuadas diurnas son de 21 °C a 27 °C y temperaturas nocturnas de 15 °C (Cahuana, 2014).

c. Luz

Es importante como fuente de energía para la fotosíntesis, los productos obtenidos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces. Esto se debe a la:

➤ Intensidad

Influye en el enraizamiento, se tienen reportes de que las plantas madres que han recibido baja intensidad se obtienen estacas que enraízan mejor que aquellas tomadas de plantas madres que se han desarrollado bajo luz de alta intensidad. Para el incremento de enraizamiento de estacas con la reducción de la intensidad se tiene tres razones:

1. Los contenidos de ciertos inhibidores endógenos de crecimiento son mayores en los tejidos cultivados bajo luz que en tejidos ahilados.
2. Las plantas que crecen bajo luz intensa contienen más auxinas endógenas, esta permanece en los puntos de crecimiento, dejando un contenido mínimo en los tejidos basales que producen raíces.
3. La relación que existe entre el contenido de carbohidratos del tejido vegetal y la iniciación de raíces

(Cahuana, 2014).

➤ **Longitud del día**

Está relacionada con la acumulación de carbohidratos, en algunas plantas es adecuado el fotoperiodo largo por la acumulación de carbohidratos, en otras es recomendable fotoperiodos cortos (Cahuana, 2014).

➤ **Calidad de la luz**

La radiación de espectro en el extremo rojo anaranjado favorece el enraizamiento de las estacas más que de la región azul (Cahuana, 2014).

d. Sustrato de enraizamiento

El sustrato de enraizamiento ideal debe proporcionar porosidad para permitir una buena aireación, tener alta capacidad de retención de agua, permanecer drenado y estar libre de organismos patógenos y pH 7. El medio de enraizamiento influye en el tipo de sistema radical que se forma en las estacas. Si se hacen enraizar en arena, producen raíces largas, no ramificadas, gruesas y quebradizas; pero cuando enraízan en una mezcla de arena y musgo o perlita y musgo, se desarrollan bien ramificadas, delgadas y flexibles. La presencia de oxígeno disponible en el medio de enraíce es indispensable para la producción de raíces, esto varía de acuerdo a las especies (Cahuana, 2014).

Funciones:

- Mantener las estacas en su lugar durante el periodo de enraizamiento.
- Proporcionar humedad a las estacas.
- Permitir el ingreso de aire a la base de las estacas (Cahuana, 2014).

2.2.1.2. Formación de raíces adventicias

En la propagación por estacas, sólo es necesario que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe un sistema caulinar en potencia, una yema. Esta capacidad para regenerar la estructura entera de la planta, una propiedad que poseen esencialmente todas las células vivientes, se demuestra en las diversas células y sistemas de células. Dicha capacidad depende de dos características fundamentales de las células vegetales. Una es la totipotencia, que significa que cada célula vegetal viviente contiene la información genética necesaria para reconstruir todas las partes de la planta y sus funciones. La segunda es la dediferenciación, o sea la capacidad de células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo. Como estas dos características son más pronunciadas en algunas células y partes de la planta que en otras, el propagador debe efectuar algunas manipulaciones para propiciar las condiciones apropiadas para el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1999).

Las raíces adventicias son de dos tipos: raíces preformadas y raíces de lesiones. Las primeras se desarrollan naturalmente en los tallos o ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre, pero que no emergen sino hasta que después de que se corta la porción de tallo. Las raíces de lesiones se desarrollan

sólo después de que se ha hecho la estaca, una respuesta al efecto de lesión al preparar la misma. Cuando se hace una estaca, las células vivientes que están en las superficies cortadas son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema
(Hartmann y Kester, 1999).

El proceso subsecuente de cicatrización y regeneración ocurre en tres pasos:

- Primero, al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) y tapa el xilema con goma. Esta placa protege las superficies cortadas de la desecación.
- Segundo, después de unos cuantos días, las células que están detrás de esta placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima (callo).
- Tercero, en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias

(Hartmann y Kester, 1999).

Los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de las raíces pueden dividirse en cuatro etapas:

1. **Desdiferenciación** de células específicas.
2. **Formación de iniciales de raíz** en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por desdiferenciación.
3. Desarrollo subsecuente de estas iniciales de raíces en **primordios de raíces** organizados.

4. Desarrollo y emergencia de estos primordios radicales hacia afuera a través del tejido de tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca (Hartmann y Kester, 1999).

2.3. HORMONAS Y REGULADORES DE CRECIMIENTO

Para la iniciación de raíces adventicias, algunas concentraciones de materiales que ocurren naturalmente tienen una acción hormonal más favorable que otras. Estas relaciones han sido objeto de gran estudio. Para distinguir entre hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas puede decirse que todas las hormonas regulan el crecimiento; pero que no todas las sustancias reguladoras del crecimiento son hormonas. Varias clases de reguladores de crecimiento, como las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno influyen en la iniciación de raíces. De ellos, las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas. Además de estos grupos, otros materiales de ocurrencia natural que no han sido definidos, como varios inhibidores y estimuladores, pueden desempeñar una parte menos directa en la iniciación de raíces adventicias

(Hartmann y Kester, 1999).

a. Hormonas vegetales

Son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de alguna manera cualquier proceso fisiológico en las plantas; de ordinario en la planta se mueven de un sitio de producción a un sitio de acción

(Navarro, 1994).

b. Sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas

Son compuestos sintéticos u hormonas vegetales que modifican procesos fisiológicos de las plantas, regulan el crecimiento imitando a las hormonas, influyendo en la síntesis, destrucción, traslocación o modificando los sitios de acción de las hormonas. El término regulador debe usarse en vez de hormona, al referirse a productos químicos sintéticos que se utiliza en el campo agrícola

(Navarro, 1994).

En la actualidad, se reconocen cuatro tipos generales de hormonas vegetales de las plantas: auxinas, giberelinas, citoquininas e inhibidores (Barceló, 2005).

2.3.1. Auxinas

Las auxinas se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo. Se le encuentra tanto como molécula libre o en formas conjugadas inactivas. Cuando se encuentran conjugadas, la auxina se encuentra metabólicamente unida a otros compuestos de bajo peso molecular. Este proceso parece ser reversible. La concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 mg/Kg. peso fresco. En contraste, la concentración de auxina conjugada ha sido demostrada en ocasiones que es sustancialmente más elevada

(Barceló, 2005).

Una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipétala desde el punto

apical de la planta hacia su base. Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del pecíolo parece también prevenir la abscisión. La auxina ha sido implicada en la regulación de un número de procesos fisiológicos (Barceló, 2005).

Se consideran auxinas también a compuestos como:

- Ácido α -naftalenacético (ANA).
- Ácido 2,4-diclorofenoxiacético.
- Ácido fenilacético.
- Ácido indol butírico (AIB).
- 2-metil-4-clorodenoxiacético (Barceló, 2005).

El ácido α -Naftalenacético (ANA), actúa estimulando la actividad fisiológica de la planta, que actúa sobre los puntos de crecimiento activo en diferentes procesos. Es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión radical en las plantas por trasplantar o en plantas ya sembradas (Barceló, 2005).

Es un poderoso estimulante hormonal, diseñado para inducir la formación de un sistema radicular más fuerte en una amplia gama de especies vegetales. Es empleado para la propagación asexual por medio de estacas, para el enraizamiento de acodos y esquejes y para estimular la formación de macollas. Es un fitoregulador hormonal, con actividad auxínica horizontal, que ejerce su acción en forma análoga a otros compuestos homólogos, como el ácido indol butírico (AIB) y/o el ácido

indol acético (AIA), pero con mayor versatilidad y eficiencia que estos, ya que estimula el metabolismo de la planta en diversos eventos fisiológicos además del enraizamiento, brindando mayor energía y vigor, y presentando menores tasas de degradación (Barceló, 2005).

2.3.2. Giberelinas

Son diterpenoides del hidrocarburo tetracíclico ent-kaureno. Casi la mitad de las giberelinas conocidas poseen los 20 átomos de carbono de su precursor; el resto han perdido el átomo de carbono número 20 durante su biosíntesis, por lo que tienen sólo 19 átomos de carbono. En principio, podemos clasificar las giberelinas en dos grandes grupos: giberelinas con 20 átomos de carbono y giberelinas con 19 átomos de carbono (Barceló, 2005).

Se ha detectado actividad giberelina en tallos y raíces, hojas, flores, brotes, frutos y semillas, e incluso en polen y cloroplastos aislados. En general, los tejidos reproductores contienen mayores cantidades de giberelinas pudiendo alcanzar valores de 10 microgramos/gr de peso fresco (Barceló, 2005).

2.3.3. Citoquininas

Las citoquininas estimulan el alargamiento de células en discos de hojas etioladas, cuyo efecto no podía ser causado con auxina, incluso logran alargar células de hojas desarrolladas. Se ha demostrado esta acción de las citoquininas sobre raíces de tabaco, donde las células pueden aumentar hasta cuatro veces su

volumen inicial, aunque inhiben la elongación de las secciones de tallos de guisante, favorecen el ensanchamiento de las células, ocasionando aumento del diámetro de las secciones y como consecuencia un aumento del peso fresco y del peso seco sin que exista alargamiento (Barceló, 2005).

2.3.4. Etileno y poliaminas

El etileno es la olefina más sencilla. Es un gas en condiciones fisiológicas de temperatura y presión, producto natural del metabolismo vegetal que influye sobre el crecimiento de las plantas en cantidades pequeñísimas, siendo su efecto no sólo interesante bajo el punto de vista de la fisiología vegetal, sino que tiene importancia comercial (Salisbury y Cleon, 1994).

La mayor cantidad de etileno se produce en órganos senescentes, frutos en maduración y en tejidos en división o expansión. En función de los valores que se miden pueden dividirse en dos grandes grupos: frutos climatéricos que son aquellos que se presentan un considerable aumento en la producción de etileno al iniciarse la maduración y frutos no climatéricos en que el máximo en la producción de etileno se alcanza en las primeras etapas de expansión del fruto y al llegar a la maduración solo hay un pequeño aumento (Barceló, 2005).

Las poliaminas se consideran esenciales para completar el proceso de división celular, diferenciación vascular, maduración y senescencia de frutos y diferenciación de embrioides en cultivo de tejido. Todas estas funciones de las

poliaminas no la diferencian en nada de las hormonas vegetales conocidas y señalan interacciones entre ambos tipos de moléculas. A pesar de ello, muchos autores ponen en duda la naturaleza hormonal de las poliaminas basándose fundamentalmente en elevadas concentraciones necesarias para que se observen sus efectos y en la dificultad de demostrar el transporte de estas moléculas a larga distancia

(Barceló, 2005).

2.4. BIOL

Es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha). El biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas

(Gloria S.A., 1982, Boletín N° 59).

El biol o abono líquido (Fito estimulante de origen orgánico), es un abono foliar natural o un Fito estimulante, debido a su composición orgánica, rica en fitohormonas promotoras activas que estimulan el desarrollo, el aumento y fortalecimiento de la base radicular, el follaje, mejora la tasa fotosintética, la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Su acción sinérgica se traduce en aumentos significativos de las cosechas a bajo costos

(Gloria S.A., 1982, Boletín N° 59).

El biol promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, tiene acción sobre el follaje (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 59).

El biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica (sin la presencia de oxígeno) de estiércoles y los desechos orgánicos que se obtienen por medio de la filtración o decantación del bioabono (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 59).

La obtención del gas metano y bioabono, (biol y biosol) una fuente de fitorreguladores, que se obtienen como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, a partir de la fermentación anaeróbica de desechos orgánicos, se ha llevado a cabo en términos generales en plantas de biogás, especialmente, del tipo "chino" (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 59, 1982).

El biogás es el producto resultante de la fermentación anaeróbica de la materia orgánica y si lo comparamos con la fermentación tradicional de la materia orgánica como el compost, los residuos de la fermentación del biogás, como el bioabono, muestran propiedades más eficientes (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 60).

El digester producirá gas, biol y biosol de los materiales que se han mencionado, pero también puede utilizarse excrementos humanos y animales, paja, pasto seco, etc (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 60).

En las condiciones de buena anaerobiosis y buena fermentación, la relación C/N de los materiales no descompuestos tiene un efecto directo en la producción de gas y en la calidad nutritiva del efluente. La fermentación debe llevarse a cabo con un pH natural (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 60).

Todos los desechos contienen dentro de su composición Carbono y Nitrógeno. Estos elementos son el alimento que las bacterias utilizan para crecer y reproducirse (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 60).

2.4.1. Funciones del biol

Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, sirve para las siguientes actividades agronómicas:

- Acción sobre la floración
- Acción sobre el follaje
- Enraizamiento
- Activador de semillas
- El 92% de la cosecha depende de la actividad fotosintética y el 8% de los nutrientes que la planta extrae del suelo

(Gloria S.A., 1982, Boletín N° 61).

2.4.2. Ventajas y desventajas del biol

a) Ventajas

- Es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas.
- Aumenta la fertilidad natural del suelo
- Es un complemento nutricional para las plantas
- Es de bajo costo, se produce en la misma parcela, en su elaboración se emplea los recursos locales de la zona.
- Mejora y logra incrementar la producción de los cultivos.
- Actúa como revitalizador de las plantas que han sufrido o vienen sufriendo estrés, ya sea por plagas. Enfermedades sequias, heladas, granizadas o interrupción de los procesos naturales de las plantas, mediante una oportuna, sostenida y adecuada aplicación.

- Mejora la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado

(Gloria S.A., 1982, Boletín N° 61).

b) Desventajas

- En algunos digestores el periodo de elaboración es de 3 a 4 meses, hay que planificar su producción en el año, según el cultivo y el momento de uso.
- En algunos tipos de digestores, la demanda de altos costos en la construcción de un biodigestor de material noble para la obtención de biol.
- Cuando no se protege de la radiación solar, las mangas (biodigestores rústicos y/o campesinos), tienden a malograrse disminuyendo su período de utilidad

(Gloria S.A., 1982, Boletín N° 61).

2.4.3. Tipos de biol

Existen varios tipos de biol, en la gran mayoría depende de los insumos con que se cuenta en la zona donde se pretende elaborar y utilizar este abono líquido, los diferentes tipos de biol son:

- a) El biol biocida
- b) El biol para suelo y hoja
- c) El biol abono foliar

(ITINTEC, 1983).

La producción del biol es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de entre dos y tres meses (ITINTEC, 1983).

El biol tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida. La primera es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del biodigestor donde se elabora el biol. La parte líquida es conocida como abono foliar. El resto sólido está constituido por materia orgánica no degradada, excelente para la producción de cualquier cultivo. En el biol podemos usar cualquier tipo de estiércol y de planta, dependiendo de la actividad ganadera (vacunos, ovinos, camélidos o animales menores) y la diversidad vegetal de nuestra comunidad. El biol es una sustancia líquida orgánica que se obtiene mediante la fermentación en agua de estiércoles, plantas y otros materiales orgánicos. El biol mejora la nutrición de la planta haciéndola más resistente al ataque de plagas y enfermedades. Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de la planta. Aumenta la producción y mejora la calidad de los productos

(ITINTEC, 1983).

2.4.4. Uso de biol

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo a la semilla y/o a la raíz

(Suquilanda, 1995).

Principales funciones del biol

- Complementar la nutrición de las plantas para asegurar mayor rendimiento, incrementando también la calidad de los cultivos

- Revitalizar las plantas que sufren estrés, por plagas, enfermedades o interrupción de sus procesos normales de desarrollo mediante una oportuna, sostenida y buena nutrición
- Asegurar una mejor calidad de los productos en su presentación, durabilidad, manipulación y conservación.
- Ofrecer alimentos libres de residuos químicos

(Suquilanda, 1995).

2.5. ANTECEDENTES

En Cochabamba, Bolivia. Se realizó un trabajo donde se indica, que el Biol aplicado vía foliar en pulverizaciones o riego por aspersion, trae un incremento notable en el sistema radicular por efectos de la tiamina como también por el Ácido Indolacético. El biol cuenta con una apreciable cantidad de reguladores de crecimiento como es el ácido indolacético y giberelinas los mismos que pueden incrementar el desarrollo vegetativo, en una explotación intensiva como lo es la Hidropónica

(Medina, 1995).

En otro estudio realizado en Cochabamba, Bolivia. Los resultados indican que durante los tres meses que transcurren al primer corte, es recomendable efectuarse aplicaciones foliares de biol al 50%, empleándose volúmenes crecientes entre 400 y 800 l. de solución por ha, conforme vaya creciendo la alfalfa. (Medina, 1992). Después del primer corte y en todos los siguientes, conviene hacer una aplicación semanal en la siguiente forma:

1^a. Semana biol 50%

2ª. Semana biol 50% + Urea 1%

3ª. Semana Biol 75% + Urea 1%

4ª. Semana biol 75%.

Los cortes según la estación del año y la variedad, pueden llevarse a cabo cada 30 a 45 días.

(Medina, 1992).

En un estudio realizado en Tumbes, respecto al efecto del biol sobre el rendimiento y rentabilidad económica de tres variedades de *Lactuca sativa* (L.) “Lechuga”, cultivadas en condiciones hidropónicas, con el objeto de evaluar el efecto de un biol sobre el rendimiento y rentabilidad de Asterix, Crufia y Manuela, con sustratos arena de río en cajas de madera de 0.60 x 0.40 x 0.15 m. y luego a un sistema NFT en un Diseño de Bloques Completos al Azar. La unidad experimental fue un tubo de PVC de 10 m. de largo y 4” diámetro, con plántulas cada 0.25 m., nueve tubos por bloque, empleándose la solución nutritiva “La Molina”. El mayor rendimiento fue con la variedad Manuela con 87.83 g/planta, así como el mayor beneficio económico

(Infante, 2009).

En Ecuador, se evaluaron diferentes niveles de abono foliar (biol) en la producción de forraje del *Medicago sativa*. Los niveles probados fueron 200, 400, 600 l/ha y sin aplicación biol. El mejor fue el nivel 200 l/ha con altura de plantas de 79.63 cm., relación tallo/planta de 22.83, cobertura aérea 86.58%, producción M.S. 8.42 t/ha/corte y 73.96 t/ha/año. Con 600 l/ha se tuvo mayor cobertura basal con 26.71% y producción M.S. de 19.53 t/ha/año. La mejor relación B/C fue la concentración de 200 l/ha con 1.63

(Chacón, 2005).

En una investigación realizada en Tingo María sobre el enraizado de estacas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en seis tipos de sustrato con aplicación de Ácido Indolbutírico. Los sustratos fueron arena, tierra agrícola, tierra agrícola + núcleo de arena, tierra agrícola + cascarilla de arroz, tierra agrícola + estiércol de vacuno, tierra agrícola + gallinaza, con y sin aplicación de Rapid Root. El Tratamiento tierra agrícola + núcleo de arena, logró el mayor % de supervivencia con 55.0%; con tierra agrícola + gallinaza sin aplicación de Rapid Root, logró el mayor número de brotes con 2.08 unidades. Los Tratamientos tierra agrícola + cascarilla de arroz con enraizador y tierra agrícola + cascarilla de arroz sin enraizador, mostraron mayor número de raíces con 14.66 unidades y mayor longitud con 44.40 cm (Paredes, 2011).

En un trabajo sobre propagación vegetal por estacas de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* mart) empleando minitúneles en ambiente controlado en San Alejandro, Irazola-Ucayali, se utilizó Rapid root 3000 ppm y como sustrato arena fina; evaluando % de sobrevivencia, mortandad, enraizamiento y brotación. Además, longitud de raíces y número de raíces (Basauri, 2007).

Se realizó un trabajo sobre el efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa en Calca-Cuzco, indicando que en el Factor A (enraizadores), destacó Rapid Root, sobre Root More y Rooter y en el Factor B, sobresalió el sustrato arena 40% + humus 30% + tierra negra 30%; en la interacción AxB, en longitud de raíz sobresalió Rooter x sustrato arena 40% + humus 30% + tierra negra 30% (Márquez, 2017).

En Arequipa, se diseñó, construyó y puso en funcionamiento un Módulo de enraizamiento de sauco (*Sambucus peruviana* HBK), utilizando como sustratos, arena de río, piedra pómez, compost y tierra de chacra y ANA con 0 ppm, 500 ppm, 1500 ppm y 2000 ppm. No hubo significación en ANA, ni interacciones Concentraciones de ANA x sustratos (Cárdenas, y Paredes, 2013).

En un trabajo realizado en Arequipa, sobre el enraizamiento de estacas de Mora var. Castilla (*Ravus glaucus*, Benth), sometidas a diferentes concentraciones de Auxinas en Invernadero, probó los efectos de la auxina AIB como fitohormona y ANA como regulador de crecimiento. El Factor A (0 ppm, 250 ppm y 500 ppm) y el Factor B 00 ppm, 500 ppm y 1000 ppm. En % de raíces con callo no hubo diferencias significativas; en número de raíces el tratamiento (1000 ppm AIB + 250 ppm ANA obtuvo 22.38 unidades; en longitud de raíces el Tratamiento 00 ppm de ANA + 1000 ppm de AIB se obtuvo 6.03 cm; en número de hojas no hubo significación. Indica que concentraciones de ANA a 500 ppm y en menor grado 250 ppm, presentan efectos inhibitorios y lignificantes en las raíces, así como efectos tóxicos, siendo atrofiados y amorfos con abundantes raicillas, no siendo para AIB, que presentan raíces fuertes y fibrosas sin ramificaciones, generando un tipo de raíz en los tratamientos que interactúan (ANA + AIB) que son fuertes, fibrosas, largas y con abundante pelo radicular (Montufar, 2013).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El campo experimental situado en el Instituto de Educación Superior (IES), instalaciones de la “ONG El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo” ubicado en el Distrito de Chiguata, Provincia y Región Arequipa. Geográficamente se halla en la Longitud $71^{\circ} 24' 01''$, Latitud $16^{\circ} 24' 01''$ y a una altitud de 2 943 msnm, (Fotografía 1).



Fotografía 1. Ubicación del campo experimental (Chiguata).

3.1.1. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO

Inicio: 14 de mayo del 2017.

Término: 7 de agosto del 2017.

3.1.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo estuvo sembrado con alfalfa de la variedad “Moapa”, durante 3 años, luego se instaló el Invernadero.

3.1.3. CLIMATOLOGÍA

Los datos climatológicos se obtuvieron de la estación Meteorológica de Chiguata, perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), estos datos se encuentran en el Anexo N° 1.

La temperatura máxima se registra en el mes de agosto con 20.74°C y la más baja en el mes de junio con 4.52°C; la humedad relativa máxima se registra en el mes de junio con 95.35% y la mínima en el mes de julio con 31.11% respectivamente.

La evaporación más alta registrada en tanque clase “A” fue de 5.80 mm./día en el mes de agosto y la mínima en el mes de mayo con 4.40 mm./día.

3.1.4. RECURSO AGUA

El análisis químico del agua de riego se muestra en el Anexo N° 2, donde indica que tiene un pH de 6.72, el valor RAS es 2.91, la Conductividad Eléctrica (CE) es de 0.79 mS/cm y un contenido de Sodio de 3.94 meq/L. Presenta 515 mg/L de Sólidos Totales Disueltos (STD) clasificando la muestra como Clase I (Aceptable bajo casi toda condición) rango permitido hasta 700 mg/L de STD. A su vez se clasifica como Agua de Dureza Media con 182 ppm de CaCO₃. Tiene 4.10 meq/L de cloruros, lo que indica que los cultivos no presentarán problemas de absorción radicular, pero pueden tener problemas de absorción foliar (>3 meq/L)

Según el diagrama para clasificación de Agua para Riego (Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos Dpto. de Agricultura de EE.UU.) se clasifica como C3S1 (C3: Agua altamente salina, donde solo puede utilizarse especies tolerantes a sales en suelos con buen drenaje y S1: Agua baja en Sodio, pudiendo usarse en el riego para la mayoría de suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable).

3.1.5. RECURSO SUSTRATO

En el Anexo N° 3, se muestra el Análisis del Sustrato empleado, donde se observa que tiene 82.8% de arena, 9.0% de arcilla y 8.2% de Limo que corresponde a un sustrato Areno Francoso. El pH de 7.62 UU., una C.E. de 4.33 mS/cm, 0.68 % de Nitrógeno, 0.15 mg/l de Fósforo y 0.31 mg/l de Potasio.

3.1.6. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.1.6.1. Materiales de campo

Los materiales empleados fueron los siguientes:

- Libreta de campo
- Cinta métrica.
- Tijeras de podar
- Baldes
- Lavadores
- Carretillas
- Lampas
- Rastrillo

- Carteles
- Rafia
- Estacas de madera
- Alambre
- Sistema de riego por nebulización
- Sombra al 50% de malla raschell blanca
- Sustrato en base a arena de río, compost y humus
- Cámara fotográfica.

3.1.6.2. Material de laboratorio

- Producto Rapid Root (AIB).
- Abono líquido biol.

3.1.6.3. Material biológico

2016 estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt) de 15 cm. de longitud (promedio).

3.1.6.4. Material de escritorio

- Hojas de papel Bond
- Reglas
- Calculadora
- Lapiceros
- Lápices
- Computadora
- Programa computacional de la Universidad Autónoma de México

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. COMPONENTES EN ESTUDIO

a) Estacas de Cedrón

El material empleado fue recolectado de plantas madre ubicadas en el Centro Poblado de Tassa, Provincia de Sánchez Cerro, Región Moquegua.

b) Enraizador Rapid root (AIB)

El producto comercial Rapid root es un regulador de crecimiento hormonal a base de Ácido Indol Butírico, que actúa induciendo el rápido crecimiento radicular en estacas, acodos, esquejes, en diversas variedades y especies de plantas, facilita la formación de raíces y pelos absorbentes en la propagación asexual, incrementa rápidamente el prendimiento y vigor de las plantas, la cual le confiere ventaja frente a las que no han sido tratadas, pues el rápido enraizamiento permitirá que la planta sea más resistente al ataque de algún fitopatógeno del suelo. Se emplea directamente en la parte basal de la estaca por impregnación o adherencia del producto, cuya presentación es en polvo:

- Ácido Indol 3 Butírico: 0.3% (3.0 gr/Kg).
- Ingredientes inertes: 97.0% (997 gr/Kg).
- Total: (1 000 gr/Kg).

Véase: http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/productos/6219_47.htm

c) Enraizador Biol

En el proceso de producción de biogás se producen efluentes de consistencia sólida y líquida, los cuales tienen nutrientes solubles en agua. Las características más saltantes del bioabono son: no poseen mal olor, no

contamina el suelo, posee mayor cantidad de nitrógeno que la materia prima utilizada originalmente, debido a que durante el proceso de fermentación anaeróbica se producen ácidos orgánicos los cuales ayudan absorber y fijar amonio y minimizar las pérdidas de nitrógeno; posee hormonas y vitaminas muy importantes para el desarrollo de las plantas

(Gloria S.A., 1982, Boletín N° 61).

El análisis del Biol utilizado en este estudio, se presenta en el Anexo 4, donde se destaca que tiene una C.E. de 16.24 mS/cm, Materia orgánica 0.60%, Nitrógeno Total 0.179%, Fósforo 82.52 mg/l y Potasio 2.150 mg/l.

3.2.2. FACTORES

a) Factor A: Número de yemas

- Estacas de 3 yemas (A1)
- Estacas de 4 yemas (A2)

b) Factor B: Enraizadores

- Enraizador, Biol al 50% durante 24 horas de inmersión (B1)
- Enraizador, Biol al 50% durante 48 horas de inmersión (B2)
- Enraizador, Rapid root (B3)
- Testigo (B4)

3.2.3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

Factor A	Factor B	Clave	Descripción	Tratamientos
A1	B1	A1B1	Estacas de 3 yemas con inmersión de Biol al 50% durante 24 horas.	T1
	B2	A1B2	Estacas de 3 yemas con inmersión de Biol al 50% durante 48 horas.	T2
	B3	A1B3	Estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root (AIB)	T3
	B4	A1B4	Estacas de 3 yemas sin aplicación de Enraizador (Testigo)	T4
A2	B1	A2B1	Estacas de 4 yemas con inmersión de Biol al 50% durante 24 horas.	T5
	B2	A2B2	Estacas de 4 yemas con inmersión de Biol al 50% durante 48 horas.	T6
	B3	A2B3	Estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root (AIB)	T7
	B4	A2B4	Estacas de 4 yemas sin aplicación de Enraizador (Testigo)	T8

3.2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico que se empleó fue un Arreglo Factorial en Bloques Completos al Azar (BCA), (2x4) con 8 tratamientos y 6 repeticiones, con dos testigos, dando como resultado 48 unidades experimentales, cada unidad experimental con un área de 0.42 m² donde se instalaron 42 estacas, con un total de

2016 estacas. (Factor A: número de yemas en las estacas, Factor B: Enraizadores, Interacción AxB número de yemas x enraizadores).

3.2.5. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Unidad experimental (U.E)

- Número de unidades experimentales: 48
- Largo: 0.42 m.
- Ancho: 1.00 m.
- Área: 0.42 m².
- N° de estacas por U.E.: 42
- N° total de estacas: 2016

Bloque experimental (B.E)

- Área total: 3.33 m².
- Largo: 3.33 m.
- Ancho: 1.00 m.
- N° de estacas por B.E.: 336

Campo experimental

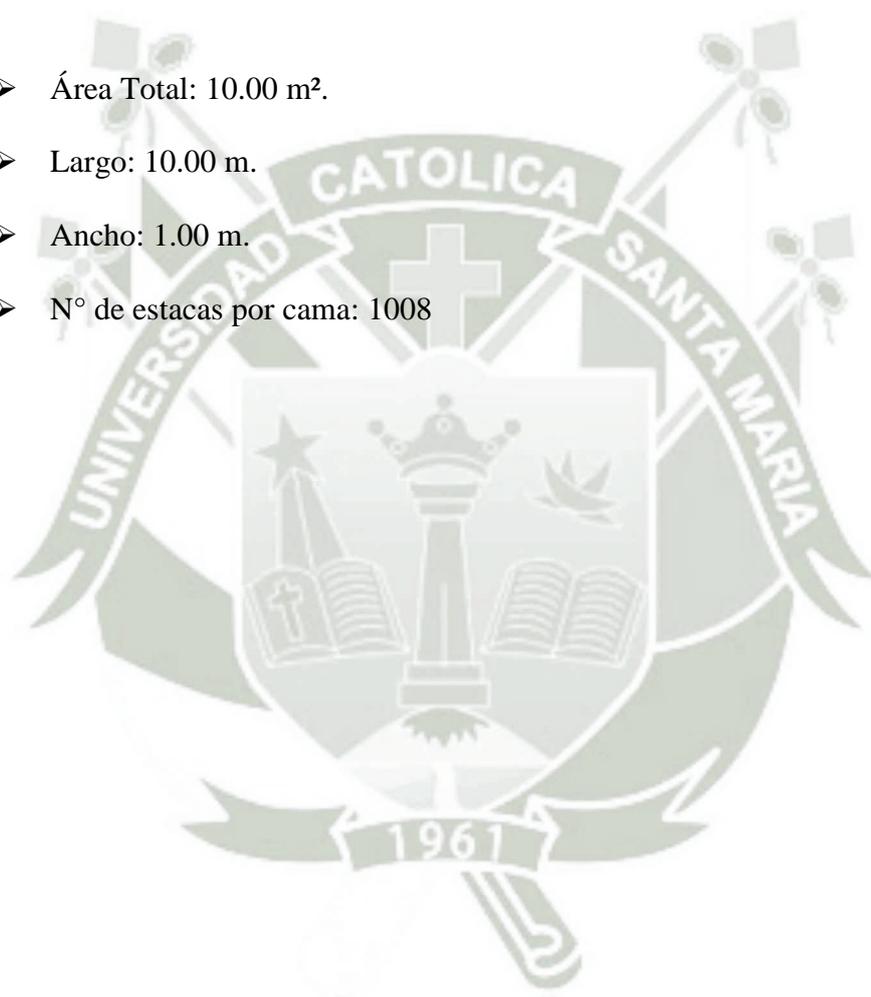
- Área Total: 20.00 m².
- Largo: 20.00 m.
- Ancho: 1.00 m.
- N° total de estacas: 2016

Cama 1

- Área Total: 10.00 m².
- Largo: 10.00 m.
- Ancho: 1.00 m.
- N° de estacas por cama: 1008

Cama 2

- Área Total: 10.00 m².
- Largo: 10.00 m.
- Ancho: 1.00 m.
- N° de estacas por cama: 1008



3.2.6. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El croquis del experimento se muestra en la figura N° 2.

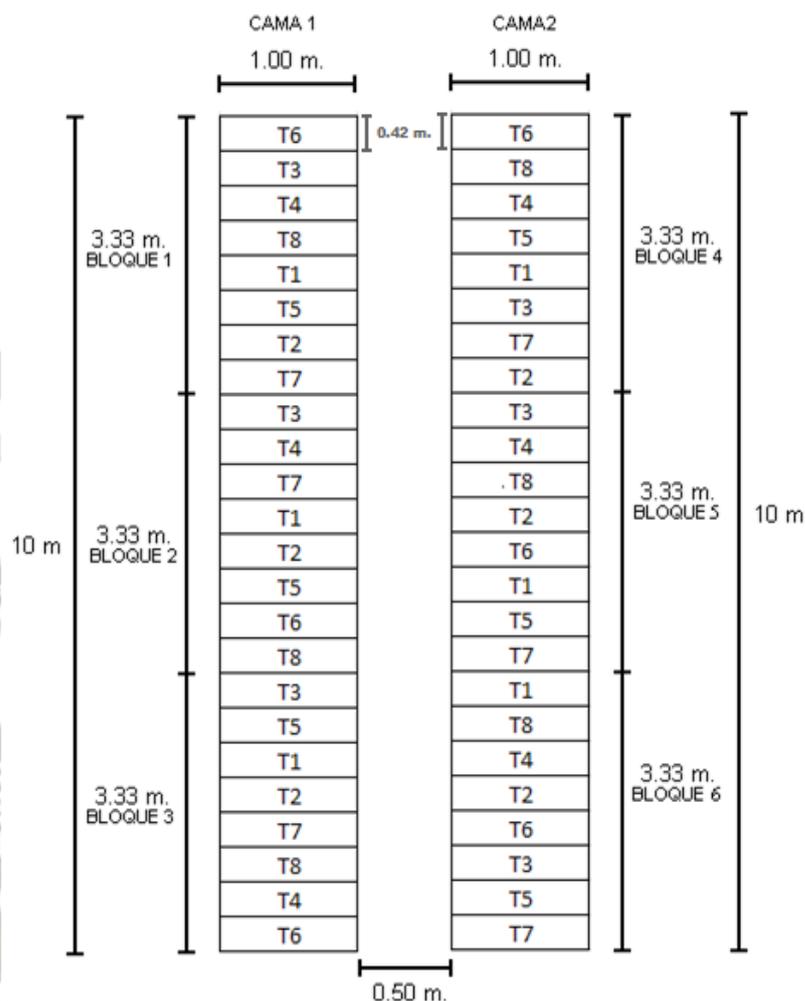


Figura 2. Croquis del experimento

Leyenda:

Tratamientos	Clave	Descripción
T1	A1B1	Estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas de inmersión.
T2	A1B2	Estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 48 horas de inmersión.
T3	A1B3	Estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root (AIB).
T4	A1B1	Estacas de 3 yemas sin aplicación de Enraizador (Testigo).
T5	A2B2	Estacas de 4 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas de inmersión.
T6	A2B3	Estacas de 4 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 48 horas de inmersión.
T7	A2B4	Estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root (AIB).
T8	A2B4	Estacas de 4 yemas sin aplicación de Enraizador (Testigo).

3.2.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

El experimento se inició el 14 de mayo del 2017, para lo cual se desarrollaron las siguientes acciones:

3.2.7.1. Acondicionamiento del Invernadero

El día 8 de mayo del 2017 se acondicionó el invernadero con la reparación del plástico y malla de recubrimiento del mismo, a su vez se instaló el sistema de riego por nebulización (nebulizadores, tuberías, mangueras, entre otros), (Fotografía 2).



Fotografía 2: Acondicionamiento del Invernadero.

3.2.7.2. Preparación de las camas de enraizamiento

El 9 de mayo del 2017 se realizó la preparación de las camas de enraizamiento (Fotografía 3), con las siguientes dimensiones: 1 m. de ancho por 10 m. de largo a una profundidad de 0.5 m.



Fotografía 3: Preparación de las “camas de enraizamiento”.

3.2.7.3. Preparación e incorporación del Sustrato

El 10 de mayo del 2017, se procedió a preparar e incorporar el sustrato a base de arena, compost y humus en la proporción de 1:1:1 (Fotografía 4). Posteriormente se niveló el medio de enraizamiento a una pendiente cero ya que el sistema de riego utilizado fue por nebulización.



Fotografía 4: Incorporación del sustrato en las “camas de enraizamiento”.

3.2.7.4. Delimitación del Campo experimental

El 11 de mayo del 2017 se delimitaron las camas con rafia de colores para una mejor identificación de los tratamientos (Fotografía 5) de acuerdo al diseño experimental.



Fotografía 5: Delimitación del campo experimental.

3.2.7.5. Recolección de estacas de cedrón

El material recolectado fue obtenido de diferentes plantas madre del Centro Poblado de Tassa, distrito de Ubinas, Provincia de Sánchez Cerro, Región Moquegua, para lo cual se emplearon tijeras de podar previamente desinfectadas y bolsas de polietileno, estas actividades se realizaron el 11 de mayo del 2017 de la siguiente manera:

a) **Desinfección del material de corte.**

Se sumergieron las tijeras de podar en un recipiente, con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración del 1%, por un periodo de 5 minutos.

b) **Selección del material.**

Se realizó la selección de plantas madre que presentaron buen estado sanitario, de donde se recolectaron ramas largas y rectas. La recolección se realizó durante la mañana, con la finalidad de disminuir las pérdidas de humedad por deshidratación.

c) **Transporte del material.**

Para evitar el estrés del material, las ramas recolectadas se hidrataron previamente al traslado, luego se envolvieron en sacos de papel de azúcar para que pueda mantener la humedad necesaria y evitar una posible deshidratación. Una vez llegado el material vegetativo al lugar de experimentación (Chiguata), se procedió a almacenarlo en un sitio fresco y bajo sombra.

3.2.7.6. Preparación de estacas

El 12 de mayo del 2017 por la mañana, se prepararon las estacas en un ambiente sombreado y fresco para evitar que se deshidraten, siendo el objetivo seleccionar y homogenizar el material realizando cortes tipo bisel en la parte superior y rectos en la parte inferior o basal de la estaca, además de eliminar el área foliar de las estacas que presentaban esta condición vegetativa con el propósito de reducir las pérdidas por evaporación durante el periodo de enraizamiento, preparando así un total de 2016 estacas con las siguientes características:

- a) **1008 estacas semileñosas de 3 yemas**
- Tamaño promedio uniforme: 15 cm de largo
 - Diámetro de las estacas: 0.5 -1.0 cm
- b) **1008 estacas semileñosas de 4 yemas**
- Tamaño promedio uniforme: 20 cm de largo
 - Diámetro de las estacas: 0.5 -1.0 cm.

3.2.7.7. Tratamiento de estacas

El 12 de mayo del 2017, luego de preparar las estacas de acuerdo al número de yemas, fueron sometidas a distintos tratamientos que se describen a continuación:

a) **Inmersión en Biol al 50%**

Se realizó en dos fechas, 12 y 13 de mayo del 2017, donde se trataron 1008 estacas semileñosas de 3 y 4 yemas con Biol al 50%, de la siguiente manera:

i. **Inmersión de estacas semileñosas en Biol al 50% durante 48 horas**

El día 12 de mayo se sumergieron en una solución de 6 litros (50% de biol + 50% de agua) 504 estacas semileñosas (252 estacas semileñosas de 3 yemas y 252 estacas semileñosas de 4 yemas).

ii. **Inmersión de estacas semileñosas en Biol al 50% durante 24 horas**

El día 13 de mayo se sumergieron en una solución de 6 litros (50% de biol + 50% de agua) 504 estacas semileñosas (252 estacas semileñosas de 3 yemas y 252 estacas semileñosas de 4 yemas).

Para las inmersiones en el Enraizador Biol al 50% (Fotografía 6), se utilizaron baldes como material de campo.



Fotografía 6: Inmersión de estacas semileñosas de cedrón en Biol al 50% durante 48 horas, (A1B2 y A2B2)

La inmersión de estacas semileñosas en biol al 50% se efectuó de la manera descrita, con la finalidad de instalarlas el mismo día, es decir el 14 de mayo del 2017, por lo que, inmediatamente luego de terminado el tratamiento de inmersión en biol se instalaron en el campo experimental de acuerdo al diseño estadístico elaborado.

b) Aplicación de Rapid root (AIB)

Se realizó el 14 de mayo del 2017, siendo el mismo día de la instalación del material vegetativo en las camas de enraizamiento. La aplicación del producto Rapid root compuesto de ácido indol butírico (AIB) en polvo seco demandó un procedimiento distinto al de la inmersión de estacas en biol, ya que la auxina

contenida en el recipiente viene en polvo y puede perderse o contaminarse por factores adversos.

Se tomaron 23.00 gr del producto Rapid root y se colocaron en un lavador, donde las estacas humedecidas se introdujeron 2 cm en el contenedor con el polvo a fin de impregnar el producto en la base de las mismas (Fotografía 7), de esta manera se aplicó la auxina AIB a 504 estacas de 3 y 4 yemas según los tratamientos establecidos (252 estacas semileñosas de 3 yemas y 252 estacas semileñosas de 4 yemas).



Fotografía 7: Impregnación de Rapid root (AIB) en estacas semileñosas de cedrón en el tratamiento 1 (A1B1).

3.2.7.8. Instalación de estacas

2016 estacas semileñosas de 3 y 4 yemas se instalaron el 14 de mayo del 2017 en las camas de enraizamiento. De las cuales 504 estacas semileñosas que fueron tratadas con Rapid root se plantaron previa apertura de hoyos de 1 cm de diámetro

y 7 cm de profundidad a fin de evitar la pérdida del producto en polvo impregnado en la base de las estacas.

3.2.7.9. Riego

Luego de haber sido instaladas las estacas en el campo experimental, las dos primeras semanas se inició el riego inter diario como intervalo de riego y posteriormente se continuó con el intervalo de riego de cada dos días (Fotografía 8). El sistema de riego empleado fue por nebulización.



Fotografía 8: Riego por nebulización en invernadero.

3.2.7.10. Desmalezado.

El deshierbo fue manual (Fotografías 9 y Fotografía 10), realizándolo en 3 oportunidades, cuando se presentaron diferentes especies de hoja ancha y delgada.



Fotografía 9: Malezas presentes durante la investigación.



Fotografía 10: Campo experimental desmalezado.

3.2.7.11. Trasplante

Se realizó el 7 de agosto del 2017, luego de la última evaluación a los 85 días después del inicio (DDI), cuando las estacas presentaron las condiciones adecuadas, (por lo menos 3 raíces) siendo retiradas de las “camas de enraizamiento” a raíz desnuda y colocándolas en bolsas de polietileno (Fotografía 11). Se llenaron las bolsas hasta la mitad con un sustrato preparado, para luego colocar cuidadosamente las estacas enraizadas en las bolsas sin dañar el sistema radicular, seguidamente se completó de sustrato las bolsas evitando que queden espacios de aire.



Fotografía 11: Estacas de cedrón trasplantadas en bolsas previo enraizamiento.

3.3. EVALUACIONES

Se realizaron dos evaluaciones:

- A los 45 días después del inicio (DDI).
- A los 85 días después del inicio (DDI).

3.3.1. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

La evaluación del porcentaje de enraizamiento se realizó en dos oportunidades a los 45 y 85 DDI, con la ayuda de una lupa.

En la evaluación a los 45 DDI, se tomaron 5 estacas de cada unidad experimental, retornándolas al sustrato de enraizamiento luego de terminar las evaluaciones (Fotografía 12), para lo cual se determinó el porcentaje de enraizamiento de acuerdo al total de 42 estacas por unidad experimental, las unidades se expresan en porcentaje

Se realizó la evaluación mediante la siguiente fórmula:

$$\%E = \frac{\text{TOTAL DE ESTACAS ENRAIZADAS}}{\text{TOTAL DE ESTACAS EVALUADAS}} \times 100$$



Fotografía 12: Estacas semileñosas de cedrón con presencia de raíces (evaluación a los 45 DDI) (A2B1).

En la evaluación a los 85 DDI, se evaluó el total de cada unidad experimental, 42 estacas por unidad experimental, donde se consideraron aquellas que presentaron raíces, expresando de igual manera las unidades en porcentaje.

Se realizó la evaluación mediante la siguiente fórmula:

$$\%E = \frac{\text{TOTAL DE ESTACAS ENRAIZADAS}}{\text{TOTAL DE ESTACAS POR UNIDAD EXPERIMENTAL}} \times 100$$

3.3.2. NÚMERO DE RAÍCES

Se realizó a los 45 y 85 DDI, mediante observaciones y conteo de número de raíces ya desarrolladas con la ayuda de una lupa.

En la evaluación a los 45 DDI, se tomaron 5 estacas al azar por unidad experimental, retornándolas al sustrato de enraizamiento luego de terminar las evaluaciones (Fotografía 13). En esta evaluación se encontró en mayor cantidad formación de callo.



Fotografía 13: Formación de callo en estacas semileñosas de cedrón (evaluación a los 45 DDI) (A2B3).

En la evaluación a los 85 DDI, se evaluó el total de cada unidad experimental, 42 estacas por unidad experimental. Considerando así a las raíces fuertes y fibrosas que nacieron de la base del tallo.

3.3.3. LONGITUD DE RAÍCES

Este parámetro se evaluó a los 45 y 85 DDI, siendo la unidad de medida en centímetros (cm.), en dichas evaluaciones se utilizó un vernier para medir las raíces pequeñas y una regla milimétrica para raíces largas.

En la evaluación a los 45 DDI, se tomaron 5 estacas al azar por unidad experimental, retornándolas al sustrato de enraizamiento luego de terminar las evaluaciones (Fotografía 14). Para esta evaluación se utilizó el vernier, ya que las raíces evaluadas fueron pequeñas.



Fotografía 14: Conteo de raíces en las estacas semileñosas de cedrón evaluadas (evaluación a los 45 DDI) (A1B1).

En la evaluación a los 85 DDI, se evaluó el total de cada unidad experimental, 42 estacas por unidad experimental. Este parámetro se evaluó luego del conteo de número de raíces. Para esta evaluación se utilizó la regla milimétrica.

3.3.4. NÚMERO DE BROTES

Se realizó a los 45 y 85 DDI, mediante observaciones y conteo de brotes desarrollados en las estacas evaluadas.

En la evaluación a los 45 DDI, se tomaron 5 estacas al azar por unidad experimental, retornándolas al sustrato de enraizamiento luego de terminar las evaluaciones (Fotografía 15). Se consideraron los brotes que se formaron luego del hinchamiento de yemas.

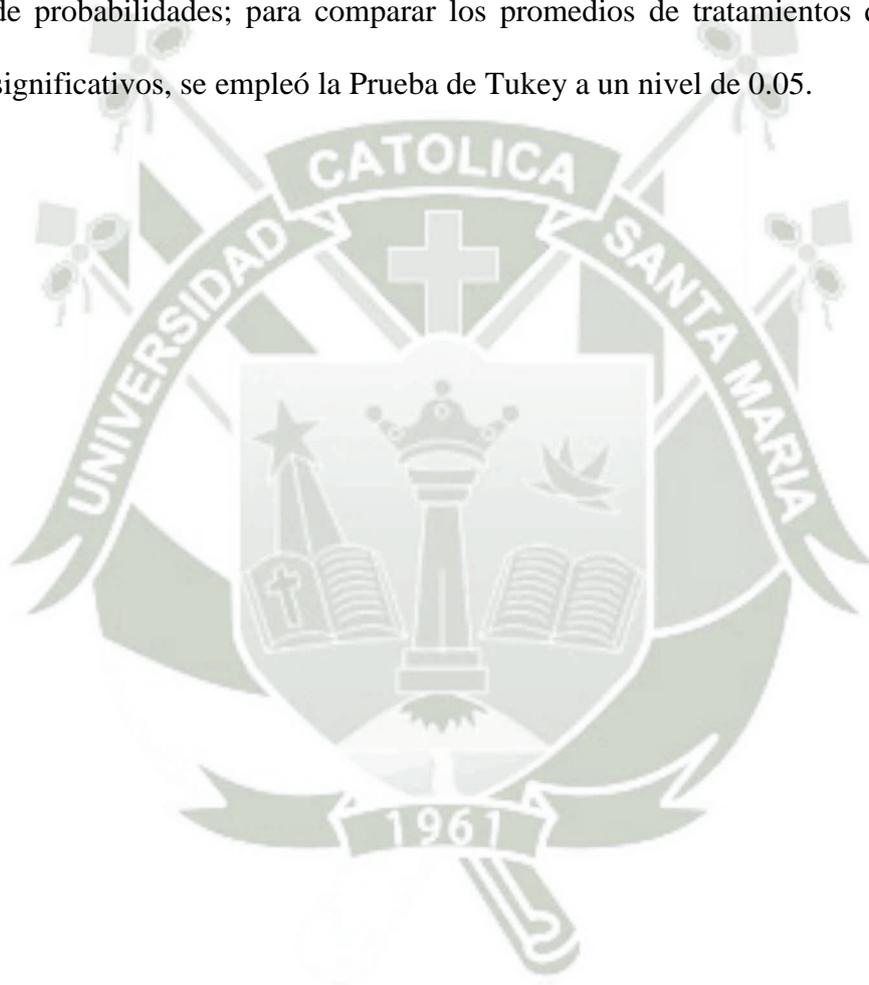


Fotografía 15: Número de brotes en estacas semileñosas de cedrón (evaluación a los 45 DDI) (A1B3).

En la evaluación a los 85 DDI, se evaluó el total de cada unidad experimental, 42 estacas por unidad experimental. Se consideraron las hojas bien desarrolladas de cada brote.

3.4. PROCESAMIENTO DE DATOS.

El Análisis de Varianza (ANVA) se efectuó empleando el Programa estadístico de la Universidad Autónoma de México, tomando como base los resultados obtenidos en Porcentaje de enraizamiento, Número de raíces, Longitud de raíces y Número de brotes. La prueba estadística empleada fue la de "F" y los valores calculados se compararon con el de las Tablas respectivas al nivel de 5% de probabilidades; para comparar los promedios de tratamientos que resultaran significativos, se empleó la Prueba de Tukey a un nivel de 0.05.



CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN ESTACAS DE CEDRÓN

(Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).

En el Anexo N° 5, se muestran los resultados de campo del Porcentaje de enraizamiento de cedrón, a los 45 días después del inicio (DDI).

En el Cuadro 1, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}), donde se observa que existe significación estadística para Factor A (Número de yemas en estacas), Factor B (Enraizadores) e Interacción A x B, para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 20.79 %, que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 1:

Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}) para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón. Primera Evaluación (45 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft a= 0.05	Significancia
Repeticiones	5	4.96	0.99	0.84	2.49	ns
Factor A	1	24.8	24.8	20.97	4.13	x
Factor B	3	34.99	11.66	9.87	2.88	x
Interacción AB	3	20.83	6.94	5.87	2.88	x
Error	35	41.38	1.18			
Total	47	126.96				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 20.79 %

En el Cuadro 2, se muestran los Simples para el Porcentaje de enraizamiento (45 DDI), donde se observa que:

Para Número de yemas en Enraizadores en A1, sobresalen estadísticamente, T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 41.67% y T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 33.33 % respectivamente. Para Enraizadores en Número de yemas, en B3 destaca T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 45.87 % como el valor más alto obtenido sin diferencias significativas en este nivel. Para Enraizadores en Número de yemas en B2, destaca T6 (estacas de 4 yemas con inmersión en biol durante 48 horas) con 37.50% tiene significancia sobre T2 (estacas de 3 yemas con inmersión en biol durante 48 horas) con 15.00%. Para

Enraizadores en Número de yemas en B4, destaca T8 (estacas de 4 yemas sin aplicación de Enraizadores) con 29.17 % sobre T7 (estacas de 3 yemas sin aplicación de Enraizadores).

Cuadro 2:

Efectos Simples para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón. Primera evaluación (45 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.

Efectos Simples							
Número de yemas en Enraizadores				Enraizadores en Número de yemas			
		Porc. enraiz. (%)	Significación ($\alpha = 0.05$)			Porc. enraiz. (%)	Significación ($\alpha = 0.05$)
A1	B1	41.67	a	B1	A1	41.67	a
	B3	33.33	a b		A2	33.33	a
	B2	15.00	b c	B2	A2	37.50	a
	B4	8.33	c		A1	15.00	b
A2	B3	45.83	a	B3	A2	45.83	a
	B2	37.50	a		A1	33.33	a
	B1	33.33	a	B4	A2	29.17	a
	B4	29.17	a		A1	8.33	b

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

A1 = 3 yemas

A2 = 4 yemas

B1 = Biol al 50% inmersión durante 24 horas

B2 = Biol al 50% inmersión durante 48 horas

B3 = Aplicación de Rapid root

B4 = Testigo

4.2. NÚMERO DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).

En el Anexo N° 6, se muestran los resultados de campo del número de raíces de cedrón, a los 45 días después del inicio (DDI).

En el Cuadro 3, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}), donde se observa que existe significación estadística para Factor A (Número de yemas en estacas), Factor B (Enraizadores) e Interacción A x B, para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 24.56%, que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 3:

*Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}) para Número de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft $\alpha= 0.05$	Significancia
Repeticiones	5	0.21	0.04	0.76	2.49	ns
Factor A	1	0.77	0.77	13.61	4.13	x
Factor B	3	2.47	0.82	14.54	2.88	x
Interacción AB	3	0.49	0.16	2.89	2.88	x
Error	35	1.98	0.06			
Total	47	5.92				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 24.56 %

En el Cuadro 4, se muestran los Simples para el Número de raíces a los 45 DDI, donde se observa que:

Para Número de yemas en Enraizadores en A1, estadísticamente sobresalen T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 2.00 unidades y T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 1.75 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B1 sobresale T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 2.00 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B3 sobresale T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 1.75 unidades.



Cuadro 4:

Efectos Simples para Número de raíces en estacas de Cedrón. Primera evaluación. (45 DDI) en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.

Efectos Simples							
Número de yemas en Enraizadores				Enraizadores en Número de yemas			
		Número raíces	Significación ($\alpha = 0.05$)			Número raíces	Significación ($\alpha = 0.05$)
A1	B1	2.00	a	B1	A1	2.00	a
	B3	1.75	a		A2	1.33	b
	B2	0.75	b	B2	A1	0.75	a
	B4	0.58	b		A2	0.50	a
A2	B1	1.33	a	B3	A1	1.75	a
	B3	0.58	a b		A2	0.58	b
	B4	0.58	a b	B4	A1	0.58	a
	B2	0.50	b		A2	0.58	a

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

A1 = 3 yemas

A2 = 4 yemas

B1 = Biol al 50% inmersión durante 24 horas

B2 = Biol al 50% inmersión durante 48 horas

B3 = Aplicación de Rapid root

B4 = Testigo

4.3. LONGITUD DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).

En el Anexo N° 7, se muestran los resultados de campo de la Longitud de raíces de cedrón, a los 45 días después del inicio (DDI).

En el Cuadro 5, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}), donde se observa que existe significación estadística para Factor A (Número de yemas en estacas), Factor B (Enraizadores) e Interacción A x B, para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 23.49 %, que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 5:

*Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}) para Longitud de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft $\alpha= 0.05$	Significancia
Repeticiones	5	0.26	0.05	0.51	2.49	ns
Factor A	1	7.02	7.02	68.44	4.13	x
Factor B	3	6.08	2.03	19.76	2.88	x
Interacción AB	3	3.41	1.14	11.11	2.88	x
Error	35	3.59	0.1			
Total	47	20.36				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 23.49 %

En el Cuadro 6, se muestran Simples, para Longitud de Raíces (45 DDI), donde se observa que:

Para Número de yemas en Enraizadores en A1 sobresale T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 5.92 cm. y T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 5.50 cm, no existiendo significancia entre estos tratamientos, pero sí con respecto a los demás. Para Efectos Simples, Enraizadores en Número de yemas en B1, sobresale T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 5.92 cm. Para Efectos Simples, Enraizadores en Número de yemas en B3, sobresale T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 5.50 cm.



Cuadro 6:

Efectos Simples para Longitud de Raíces en estacas de Cedrón. Primera evaluación (45 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata, Arequipa.

Efectos Simples							
Número de yemas en Enraizadores				Enraizadores en Número de yemas			
		Longitud raíces (cm)	Significación ($\alpha = 0.05$)			Longitud raíces (cm)	Significación ($\alpha = 0.05$)
A1	B1	5.92	a	B1	A1	5.92	a
	B3	5.50	a		A2	1.33	b
	B2	1.42	b	B2	A1	1.42	a
	B4	1.33	b		A2	0.92	a
A2	B1	1.33	a	B3	A1	5.50	a
	B3	1.08	a		A2	1.08	b
	B2	0.92	a	B4	A1	1.33	a
	B4	0.75	a		A2	0.75	a

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

A1 = 3 yemas

A2 = 4 yemas

B1 = Biol al 50% inmersión durante 24 horas

B2 = Biol al 50% inmersión durante 48 horas

B3 = Aplicación de Rapid root

B4 = Testigo

4.4. NÚMERO DE BROTES EN ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).

En el Anexo N° 8, se muestran los resultados de campo del Número de brotes de estacas de cedrón, a los 45 después del inicio (DDI).

En el Cuadro 7, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) (Transformación \sqrt{x}), donde se observa que no existe significación estadística para Factor A (Número de yemas en estacas), Factor B (Enraizadores) e Interacción A x B, para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 20.31 %, que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 7:

*Análisis de Varianza (ANVA) para Número de Brotes en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft a= 0.05	Significancia
Repeticiones	5	0.28	0.06	0.84	2.49	ns
Factor A	1	0.03	0.03	0.51	4.13	ns
Factor B	3	0.09	0.03	0.47	2.88	ns
Interacción AB	3	0.37	0.12	1.87	2.88	ns
Error	35	2.29	0.07			
Total	47	3.06				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 20.31 %

4.5. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).

En el Anexo N° 9, se muestran los resultados de campo del Porcentaje de enraizamiento de cedrón, a los 85 días después del inicio (DDI).

En el Cuadro 8, se indica el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que existe significación estadística para Factor A (Número de yemas en estacas), Factor B (Enraizadores) e Interacción A x B, para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 9.83 %, que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 8:

*Análisis de Varianza (ANVA) para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft $\alpha=0.05$	Significancia
Repeticiones	5	40.33	0.07	0.25	2.49	ns
Factor A	1	359.89	359.89	11.28	4.13	x
Factor B	3	5683.73	1894.58	59.36	2.88	x
Interacción AB	3	1651.64	550.55	17.25	2.88	x
Error	35	1117.14	319182			
Total	47	8852.73				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 9.83 %

En el Cuadro 9, se muestran Efectos Simples, para Porcentaje de Enraizamiento (45 DDI), donde:

Para Número de yemas en Enraizadores en A1, sobresale estadísticamente T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 80.16%, en segundo lugar, se encuentra T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 65.48%. Estos dos tratamientos presentan significancia. Para Enraizadores en Número de yemas en B1, destaca T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 80.16%. Para Enraizadores en Número de yemas en B3, destaca T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 72.22%.



Cuadro 9:

Efectos Simples para Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón. Segunda evaluación (85 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.

Efectos Simples							
Número de yemas en Enraizadores				Enraizadores en Número de yemas			
		Porc. enraiz. (%)	Significación ($\alpha = 0.05$)			Porc. enraiz. (%)	Significación ($\alpha = 0.05$)
A1	B1	80.16	a	B1	A1	80.16	a
	B3	65.48	b		A2	55.48	b
	B2	47.62	c	B2	A1	47.62	a
	B4	47.62	c		A2	47.62	a
A2	B3	72.22	a	B3	A2	72.22	a
	B1	55.48	b		A1	65.48	b
	B2	47.62	b c	B4	A1	47.62	a
	B4	43.66	c		A2	43.65	a

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

A1 = 3 yemas

A2 = 4 yemas

B1 = Biol al 50% inmersión durante 24 horas

B2 = Biol al 50% inmersión durante 48 horas

B3 = Aplicación de Rapid root

B4 = Testigo

4.6. NÚMERO DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).

En el Anexo N° 10, se muestran los resultados de campo del Número de raíces de cedrón, a los 85 días después del inicio (DDI).

En el Cuadro 10, se indica el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que existe significación estadística para Factor B (Enraizadores) e Interacción A x B, para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 23.14 %, que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 10:

*Análisis de Varianza (ANVA) para Número de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft $\alpha= 0.05$	Significancia
Repeticiones	5	5.34	1.07	0.95	2.49	ns
Factor A	1	2.76	2.76	2.46	4.13	ns
Factor B	3	183.68	61.23	54.66	2.88	x
Interacción AB	3	36.02	12.01	10.72	2.88	x
Error	35	39.2	1.12			
Total	47	266.99				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 23.14 %

En el Cuadro 11, se muestran los Efectos Simples para el Número de raíces (85 DDI), donde se observa que:

Para Número de yemas en Enraizadores en A1, sobresale estadísticamente T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 8.08 unidades, en segundo lugar, se encuentra T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 6.42 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B1, destaca T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 8.08 unidades



Cuadro 11:

Efectos Simples para Número de raíces en estacas de Cedrón. Segunda evaluación (85 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.

Efectos Simples							
Número de yemas en Enraizadores				Enraizadores en Número de yemas			
		Número raíces	Significación ($\alpha = 0.05$)		Número raíces	Significación ($\alpha = 0.05$)	
A1	B1	8.08	a	B1	A1	8.08	a
	B3	6.42	b		A2	4.67	b
	B2	2.83	c	B2	A1	2.83	a
	B4	1.92	c		A2	2.83	a
A2	B3	6.92	a	B3	A2	6.92	a
	B1	4.67	b		A1	6.42	a
	B2	2.92	c	B4	A2	2.92	a
	B4	2.83	c		A1	1.92	a

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

A1 = 3 yemas

A2 = 4 yemas

B1 = Biol al 50% inmersión durante 24 horas

B2 = Biol al 50% inmersión durante 48 horas

B3 = Aplicación de Rapid root

B4 = Testigo

4.7. LONGITUD DE RAÍCES EN ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).

En el Anexo N° 11, se muestran los resultados de campo de la Longitud de raíces de cedrón, a los 85 días después del inicio (DDI).

En el Cuadro 12, se indica el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que existe significación estadística para Factor A (Número de yemas en estacas) y Factor B (Biorreguladores), para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 10.70 %, que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 12:

*Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft a= 0.05	Significancia
Repeticiones	5	1.95	0.39	0.34	2.49	ns
Factor A	1	43.89	43.89	38.02	4.13	x
Factor B	3	304.25	101.42	87.85	2.88	x
Interacción AB	3	8.03	2.28	2.32	2.88	ns
Error	35	40.41	1.15			
Total	47	398.53				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 10.70 %

En el Cuadro 13, se muestran los Efectos Principales para Longitud de raíces (85 DDI), donde se observa que:

En el Factor A (Número de yemas), sobresalen estadísticamente estacas de 3 yemas con 10.99 cm. y en el Factor B (Enraizadores) destacan estacas con aplicación de Rapid root con 13.54 cm.

Cuadro 13:

Efectos Principales para Número de raíces en estacas de Cedrón. Segunda evaluación (85 DDI), en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.

Efectos Principales					
Número de yemas			Enraizadores		
	Longitud raíces (cm)	Significación ($\alpha = 0.05$)		Longitud raíces (cm)	Significación ($\alpha = 0.05$)
			B1	13.54	a
A1	10.99	a	B2	11.28	b
A2	9.08	b	B3	8.04	c
			B4	7.29	c

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

A1 = 3 yemas

A2 = 4 yemas

B1 = Biol al 50% inmersión durante 24 horas

B2 = Biol al 50% inmersión durante 48 horas

B3 = Aplicación de Rapid root

B4 = Testigo

4.8. NÚMERO DE BROTES EN ESTACAS DE CEDRÓN (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).

En el Anexo N° 12, se muestran los resultados de campo del Número de brotes de estacas de cedrón, a los 85 días después del inicio (DDI).

En el Cuadro 14, se indica el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que no existe significación estadística para Factor A (Número de yemas en estacas), pero si hay significación para Factor B (Enraizadores) e Interacción A x B, para un nivel de significación de 95%. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) es de 9.13 % que indica que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad para el diseño estadístico utilizado.

Cuadro 14:

*Análisis de Varianza (ANVA) para Número de brotes en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).*

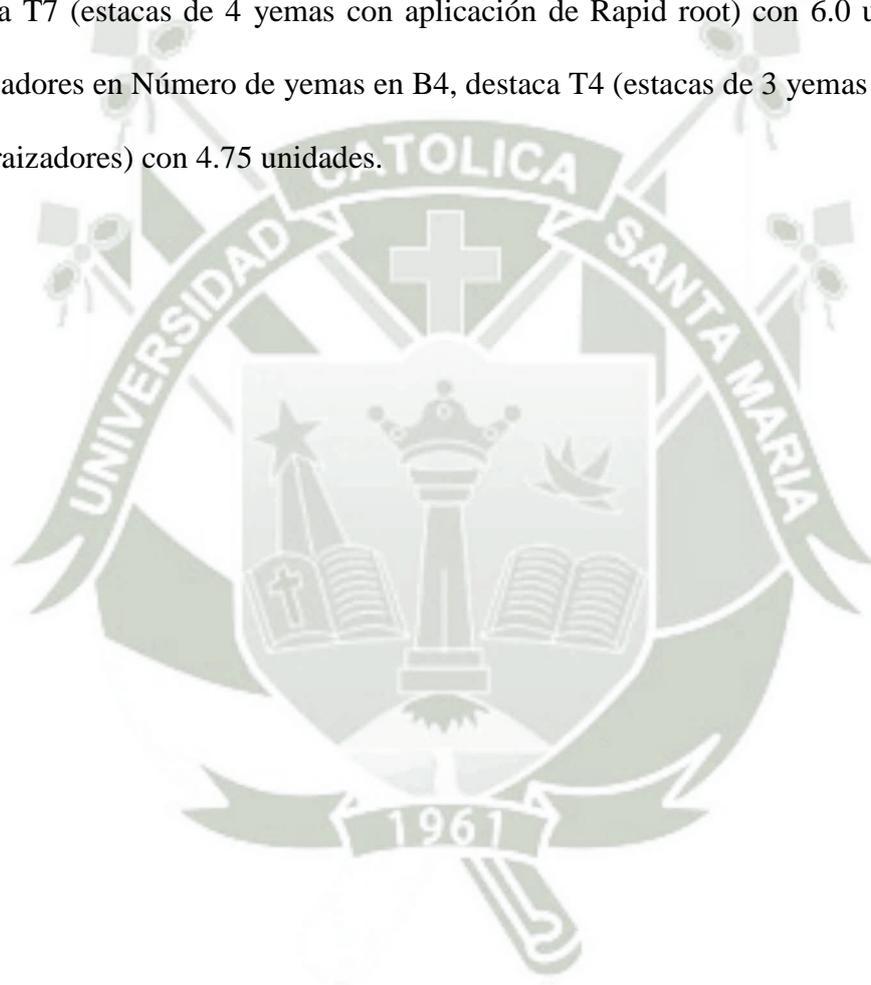
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft $\alpha= 0.05$	Significancia
Repeticiones	5	3.61	0.72	3.6	2.49	x
Factor A	1	0.42	0.42	2.1	4.13	ns
Factor B	3	10.64	3.55	17.69	2.88	x
Interacción AB	3	6.14	2.05	10.21	2.88	x
Error	35	7.02	0.2			
Total	47	27.83				

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 9.13 %

En el Cuadro 15, se presentan los Efectos Simples para el Número de Brotes (85 DDI), donde se observa que:

Para Número de yemas en Enraizadores en A2, sobresale estadísticamente T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 6.0 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B1, destaca T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 5.50 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B3, destaca T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 6.0 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B4, destaca T4 (estacas de 3 yemas sin aplicación de Enraizadores) con 4.75 unidades.



Cuadro 15:

Efectos Simples para Número de Brotes en estacas de Cedrón. Segunda evaluación. (85 DDI) en Efecto de la Aplicación del AIB (Ácido Indol Butírico) y Biol en el enraizamiento de estacas de Cedrón (Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt). Chiguata. Arequipa.

Efectos Simples							
Número de yemas en Enraizadores				Enraizadores en número de yemas			
		Número brotes	Significación ($\alpha = 0.05$)			Número brotes	Significación ($\alpha = 0.05$)
A1	B1	5.50	a	B1	A1	5.50	a
	B3	5.25	a		A2	4.50	b
	B4	4.75	b	B2	A2	4.75	a
	B2	4.50	b		A1	4.50	a
A2	B3	6.00	a	B3	A2	6.00	a
	B2	4.75	b		A1	5.25	b
	B1	4.50	b c	B4	A1	4.75	a
	B4	4.00	c		A2	4.00	b

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

A1 = 3 yemas

A2 = 4 yemas

B1 = Biol al 50% inmersión durante 24 horas

B2 = Biol al 50% inmersión durante 48 horas

B3 = Aplicación de Rapid root

B4 = Testigo

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

5.1. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

5.1.1. Primera Evaluación (45 DDI)

En el Cuadro 1, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa significación estadística para el Factor A, Factor B e Interacción AxB.

En el cuadro 2, se muestran los resultados de Efectos Simples en el parámetro Porcentaje de enraizamiento a los 45 DDI, donde: Para Número de yemas en Enraizadores en A1, sobresalen estadísticamente, T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 41.67% y T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 33.33 % respectivamente. Para Enraizadores en Número de yemas, en B3 destaca T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 45.87 % como el valor más alto obtenido sin diferencias significativas en este nivel.

En las evaluaciones posteriores y en diferentes parámetros, han destacado las estacas de 3 yemas, circunstancia que no ha ocurrido en esta evaluación. A pesar de la capacidad de enraizamiento de especies semileñosas, el potencial de una estaca para formar raíces varía con la especie y el tipo de cultivo debido a la interacción de factores como la manipulación de la planta, el buen estado nutricional, el periodo de recolección y la edad de la planta, el largo y el diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, el tratamiento hormonal, la iluminación, la temperatura y la humedad relativa (Fachinello et al., 2005).

Para Enraizadores en Número de yemas en B2 destaca T6 (estacas de 4 yemas con inmersión en biol al 50% durante 48 horas) con 37.50% tiene significancia sobre T2 (estacas de 3 yemas con inmersión en biol al 50% durante 48 horas) con 15.00%. Para Enraizadores en Número de yemas en B4 destaca T8 (estacas de 4 yemas sin aplicación de Enraizadores) con 29.17 % sobre T7 (estacas de 3 yemas sin aplicación de Enraizadores).

El porcentaje bajo de formación de raíces en esta primera evaluación, se explica porque las estacas respondieron de forma diferente a la acción de los Enraizadores Rapid root (AIB) y Biol al 50% (24 horas); ya que, unas necesitan permanecer por más tiempo en contacto con la solución reguladora de crecimiento y otras enraízan esporádicamente o no enraízan. Esta diferencia se debe a las variaciones fisiológicas entre las estacas de la misma planta, aunque estas sean juveniles; además, el proceso se puede inhibir según la concentración del regulador de crecimiento. Estos resultados sugieren que un material vegetal juvenil no siempre es propicio para el proceso de enraizamiento de especies leñosas o semileñosas. De otra manera, este hecho podría estar asociado, entre otros factores a inhibidores endógenos de enraizamiento tales como compuestos fenólicos (lignina, flavonoles, antocianidinas) (Hartmann y Kester, 1997).

5.1.2. Segunda Evaluación (85 DDI)

En el Cuadro 8, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa significación estadística para el Factor A, Factor B e Interacción AxB.

En el Cuadro 9, se muestran los Efectos Simples, para Porcentaje de Enraizamiento (45 DDI), donde: Para Número de yemas en Enraizadores en A1, sobresale estadísticamente T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 80.16%, en segundo lugar, se encuentra T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 65.48%. Estos dos tratamientos presentan significancia. Para Enraizadores en Número de yemas en B1, destaca T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 80.16%. Para Enraizadores en Número de yemas en B3, destaca T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 72.22%.

Estos resultados se pueden explicar debido a que el parámetro evaluado porcentaje de enraizamiento, es consecuencia del número de estacas enraizadas. Así, entre mayor fue el número de estacas enraizadas por tratamiento, aumentó el porcentaje de enraizamiento en la investigación. Se puede observar que el Porcentaje de enraizamiento es mayor en estacas con 3 yemas. Se ha comprobado que el enraizamiento también resulta exitoso utilizando estacas de menor tamaño y número de yemas (Muñoz, 1988).

La longitud y diámetro de las estacas a usar es variable y depende de la especie que se desea producir. Lo más relevante del tamaño de la estaca, es que según lo determine el patrón de las longitudes del entrenudo, está estrechamente correlacionada con el porcentaje de estacas enraizadas, las estacas de la parte apical son las más largas y tienen mejor enraizamiento; sin embargo, si todas las estacas se cortan a la misma longitud, las basales enraízan mejor (Leakey, 1985).

Esto nos indica la posibilidad de haber obtenido mejores resultados en el porcentaje de enraizamiento con estacas de 3 yemas al haber sido cortadas a un mismo tamaño y número de yemas (homogenizadas).

Se observa en este parámetro, que el porcentaje de enraizamiento es mayor en estacas que han sido sumergidas en biol al 50% durante 24 horas, ya que el biol o abono líquido, es un fitoestimulante de origen orgánico, debido a su composición orgánica, rica en fitohormonas promotoras activas que estimulan el desarrollo, el aumento y fortalecimiento de la base radicular (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 59).

El objeto de tratar esquejes y/o estacas con reguladores del crecimiento del tipo auxina, es aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces, acelerar la formación de las mismas, aumentar el número y la calidad de las raíces formadas en cada estaca y uniformar el proceso de enraizamiento (Hartmann y Kester, 1997).

En un trabajo sobre propagación vegetal por estacas de Bolaina blanca (*Guazuma crinita mart*) empleando minitúneles en ambiente controlado en San Alejandro, Irazola-Ucayali, se obtuvo un mayor porcentaje de enraizamiento en las estacas tratadas con Rapid root (Basauri, 2017).

El Ácido Indol Butírico (AIB), es una auxina que tiene el propósito de aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y calidad de las raíces y mejorar la uniformidad del enraizamiento (Hartmann y Kester, 1995). Se coincide con lo citado, ya que la aplicación de Rapid root sobre estacas de cedrón tuvo diferencias significativas respecto al testigo (estacas de cedrón de 3 y 4 yemas sin aplicación de Enraizadores)

mejorando la capacidad de las estacas para formar raíces, incrementando así el porcentaje de enraizamiento.

5.2. NÚMERO DE RAICES

5.2.1. Primera evaluación (45 DDI)

En el Cuadro 3, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa significación estadística para el Factor A, Factor B e Interacción AxB.

En el Cuadro 4, se indican los Efectos Simples donde: Para Número de yemas en Enraizadores en A1 estadísticamente sobresalen T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol durante 24 horas) con 2.00 unidades y T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 1.75 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B1 sobresale T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 2.00 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B3 sobresale T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 1.75 unidades.

El enraizamiento de estacas depende de las características del material vegetal, de las condiciones ambientales y del sustrato empleado. La importancia relativa de estos factores está determinada finalmente por la capacidad de enraizamiento de la especie que se desea propagar (Hartmann y Kester, 1995). Por tal razón se asume que los factores indicados indujeron a las estacas de 3 yemas a generar mejores resultados en el parámetro evaluado de número de raíces en estacas de cedrón.

El biol es un fitoestimulante de origen orgánico, rico en fitohormonas promotoras activas que estimulan el desarrollo, el aumento y fortalecimiento de la base radicular (Gloria S.A., 1982, Boletín N° 59). Hubo significancia en el número de raíces de estacas que estuvieron en inmersión de biol al 50% durante 24 horas, puesto que lo citado, indica que el biol al 50% al ser un bioestimulante orgánico estimula el aumento de la base radicular.

Las auxinas también promueven el desarrollo de raíces adventicias en estacas de tallo, ya que muchas especies leñosas poseen primordios de raíces adventicias en sus tallos, los cuales permanecen latentes por algún tiempo a menos que se les estimule con auxinas exógenas. Estos primordios, con frecuencia se encuentran en los nudos o en los extremos inferiores de las ramas que se localizan entre los nudos. En tallos que carecen de primordios radicales preformados, se formarán raíces adventicias a partir de divisiones celulares de la capa externa del floema (Salisbury y Cleon, 1994).

La aplicación de Rapid root (regulador hormonal compuesto de AIB) en estacas de cedrón, generó una mejor respuesta en el parámetro número de raíces, probablemente por inducir a la formación de raíces a través de primordios radiculares que estuvieron latentes o por divisiones celulares de la capa externa del floema.

5.2.2. Segunda evaluación (85 DDI)

En el Cuadro 10, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa significación estadística para el Factor B e Interacción AxB.

En el Cuadro 11, se indican los Efectos Simples donde: Para Número de yemas en Enraizadores en A1, sobresale estadísticamente T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 8.08 unidades, en segundo lugar, se encuentra T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 6.42 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B1, destaca T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 8.08 unidades.

En la propagación por estacas con yema foliar, solo es necesario para que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe un sistema caular en potencia (una yema). Muchas especies pueden ser propagadas por una o más tipos de estacas, seleccionándose el tipo de acuerdo con la disponibilidad de material vegetativo y facilidad de su obtención (Hartmann y Kester, 1987).

De este modo para fines de la investigación se seleccionaron dos tipos de estacas de cedrón (3 y 4 yemas), resultando mejor en el parámetro número de raíces, las estacas de 3 yemas indistintamente de la aplicación de Enraizadores.

El biol es considerado como un estimulante complejo que, al ser aplicado a las estacas, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando así sustancialmente la producción y calidad de las cosechas (Medina, 1992).

El bajo contenido de auxinas que tiene el biol reduce el efecto de estrés vegetal lo cual ayuda a llevar con normalidad los procesos fisiológicos de la estaca entre ellos la acumulación de fitorreguladores en el área basal (Viteri, 2009). Lo que nos sugiere la inmersión de estacas en biol al 50% durante 24 horas para

incrementar el número de raíces en estacas de cedrón, ya que este tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro evaluado.

El efecto de la auxina AIB al igual que el Biol, promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, entre ellas el enraizamiento. Cabe mencionar, que el propósito de tratar con auxinas a las estacas es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y calidad de las raíces y mejorar la uniformidad del enraizamiento (Hartmann y Kester, 1995).

La aplicación hormonal de ácido indol butírico (AIB) sobre estacas en propagación es favorable por la estimulación en la iniciación de las raíces, por incrementar la formación de las raíces y acelerar el tiempo de enraizamiento (Weaver, 1980).

5.3. LONGITUD DE RAÍCES

5.3.1. Primera evaluación (45 DDI)

En el Cuadro 5, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa significación estadística para el Factor A, Factor B e Interacción AxB.

En el Cuadro 6, se indican los Efectos Simples donde: Para Número de yemas en Enraizadores en A1 sobresale T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 5.92 cm. y T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 5.50 cm, no existiendo significancia entre estos tratamientos, pero sí con respecto a los demás. Para Efectos Simples, Enraizadores en Número de yemas en B1, sobresale T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50%

durante 24 horas) con 5.92 cm. Para Efectos Simples, Enraizadores en Número de yemas en B3, sobresale T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) con 5.50 cm.

Las estacas semileñosas generalmente, son obtenidas de especies leñosas y enraízan más fácilmente, pero demoran más que las herbáceas; es conveniente cosecharlos justo después de que ha habido un período de crecimiento y la madera es prácticamente madura. Muchos arbustos ornamentales y algunas especies de frutales como los cítricos y el olivo pueden propagarse de esta forma (Hartmann y Kester, 1995).

El efecto en el sistema radicular que provocó el biol en estacas de cedrón al ser inmersas durante 48 horas, concuerda con que el biol o abono líquido es un Fito estimulante de origen orgánico que, debido a su composición orgánica, rica en fitohormonas promotoras activas, estimulan el desarrollo, el aumento y fortalecimiento de la base radicular (Gloria, S.A., 1982, Boletín N° 61).

En un estudio sobre el efecto de la aplicación foliar de tres concentraciones de biol (30%, 60% y 100%) en dos variedades de Lechuga (White Boston y Waldmans Green), concluye que en longitud de raíces destaca Waldmans Green con 9.37 cm y 100% de concentración de biol (Medina, 2013).

Se realizó un trabajo sobre el efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa en Calca-Cuzco, indicando que en el Factor A (enraizadores), destacó Rapid Root, sobre Root More y Rooter y en el Factor B, sobresalió el sustrato arena 40% + humus 30% + tierra negra 30%; en la interacción

AxB, en longitud de raíz sobresalió Rooter x sustrato arena 40% + humus 30% + tierra negra 30%
(Márquez, 2017).

5.3.2. Segunda Evaluación (85 DDI)

En el Cuadro 12, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa significación estadística para el Factor A y Factor B.

En el Cuadro 13, se muestran los Efectos Principales para Longitud de raíces (85 DDI), donde: En el Factor A (Número de yemas), sobresalen estadísticamente estacas de 3 yemas con 10.99 cm. y en el Factor B (Enraizadores) destacan estacas con aplicación de Rapid root con 13.54 cm.

Existen algunos factores que pueden influenciar la propagación por estacas, entre ellas la posición de la estaca en la rama, el grado de lignificación, cantidad de reservas y diferenciación de los tejidos, el tipo de sustrato, por sus características químicas y físicas, el genotipo, las condiciones fisiológicas de la planta madre y las condiciones ambientales, además que los resultados pueden ser mejorados con un tratamiento previo de las estacas con productos químicos, como los reguladores de crecimiento
(Hartmann y Kester, 1995).

Razones probables de haber obtenido mejores resultados en el parámetro evaluado Longitud de raíces con estacas de 3 yemas frente a estacas de 4 yemas. A su vez esta variable se vio potenciada probablemente por la aplicación de

Enraizadores, como Rapid root (AIB) mejorando así la capacidad de enraizar y aumentar la longitud de raíces en estacas de cedrón.

En cuanto al tratamiento de las estacas con reguladores de crecimiento del tipo auxina (“hormonas”), el objeto es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y la calidad de las raíces producidas por estaca.

Véase: <http://www.bmv.fcien.edu.uy/clases/hormonas>

En lo referente al AIB, impregnada en la parte basal de la estaca, es un poderoso estimulante hormonal, diseñado para inducir la formación de un sistema radicular más fuerte en una amplia gama de especies vegetales. Es empleado para la propagación asexual por medio de estacas. Estimula el metabolismo de la planta en diversos eventos fisiológicos, además del enraizamiento, brindando mayor energía y vigor y presentando menores tasas de degradación (Barceló, 2005).

La diferencia observada anteriormente en el parámetro longitud de raíces podría deberse a que existen diferencias en la composición química de una estaca desde la punta hasta la base, encontrándose un mayor contenido de carbohidratos en la base de las plantas (Hartmann y Kester, 1997).

5.4. NÚMERO DE BROTES

5.4.1. Primera Evaluación (45 DDI)

En el Cuadro 7, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que no existe significación estadística para el Factor A, Factor B e Interacción AxB, por lo tanto, no se justifica los Efectos Principales y Simples.

5.4.2. Segunda Evaluación (85 DDI)

En el Cuadro 14 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa significación estadística para el Factor B e Interacción AxB.

En el Cuadro 15, se indican los Efectos Simples para Número de Brotes donde: Para Número de yemas en Enraizadores en A2, sobresale estadísticamente T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 6.0 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B1, destaca T1 (estacas de 3 yemas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas) con 5.50 unidades. Para Enraizadores en Número de yemas en B3, destaca T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) con 6.0 unidades.

Las auxinas también promueven el desarrollo de raíces adventicias en estacas de tallo, ya que muchas especies leñosas poseen primordios de raíces adventicias en sus tallos, los cuales permanecen latentes por algún tiempo a menos que se les estimule con auxinas exógenas. Estos primordios, con frecuencia se encuentran en los nudos o en los extremos inferiores de las ramas que se localizan entre los nudos. En tallos que carecen de primordios radicales preformados, se formarán raíces adventicias a partir de divisiones celulares de la capa externa del floema (Salisbury y Cleon, 1994).

La aplicación de Rapid root (regulador hormonal compuesto de AIB) en estacas de cedrón, generó una mejor respuesta en el parámetro número de raíces, probablemente por inducir a la formación de raíces a través de primordios radiculares que estuvieron latentes o por divisiones celulares de la capa externa del floema. Este fundamento se correlaciona con el siguiente, un mayor volumen radical influye en un mayor crecimiento y desarrollo de la parte aérea de las plantas,

ya que el sistema radical es el encargado de asimilar nutrientes de forma positiva para nutrir la parte vegetal aérea. Por tal motivo, un mayor volumen de raíces absorberá mayor cantidad de agua y nutrientes provocando la emisión y elongación del brote

(Salisbury y Cleon, 1994).

Razones por las cuales las estacas que presentaron mayor desarrollo radicular por el efecto de aplicación de Rapid root y aquellas inmersas en Biol al 50% durante 24 horas también tuvieron mejores resultados en el parámetro evaluado de número de brotes.

El biol promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, tiene acción sobre el follaje (Gloria, S.A., 1982, Boletín N° 59).

El menor número de brotes se presentará a causa de un desarrollo radical relativamente pobre, no pudiendo sostener el crecimiento de los primeros, Esto nos indica la relación directa entre el número de brotes y el desarrollo radicular, para el presente ensayo se asume que la falta de brotamiento en algunas estacas es debido al pobre sistema radicular que fue inducido en las estacas que no fueron tratadas con Enraizadores (tratamientos testigo).

CAPITULO VI

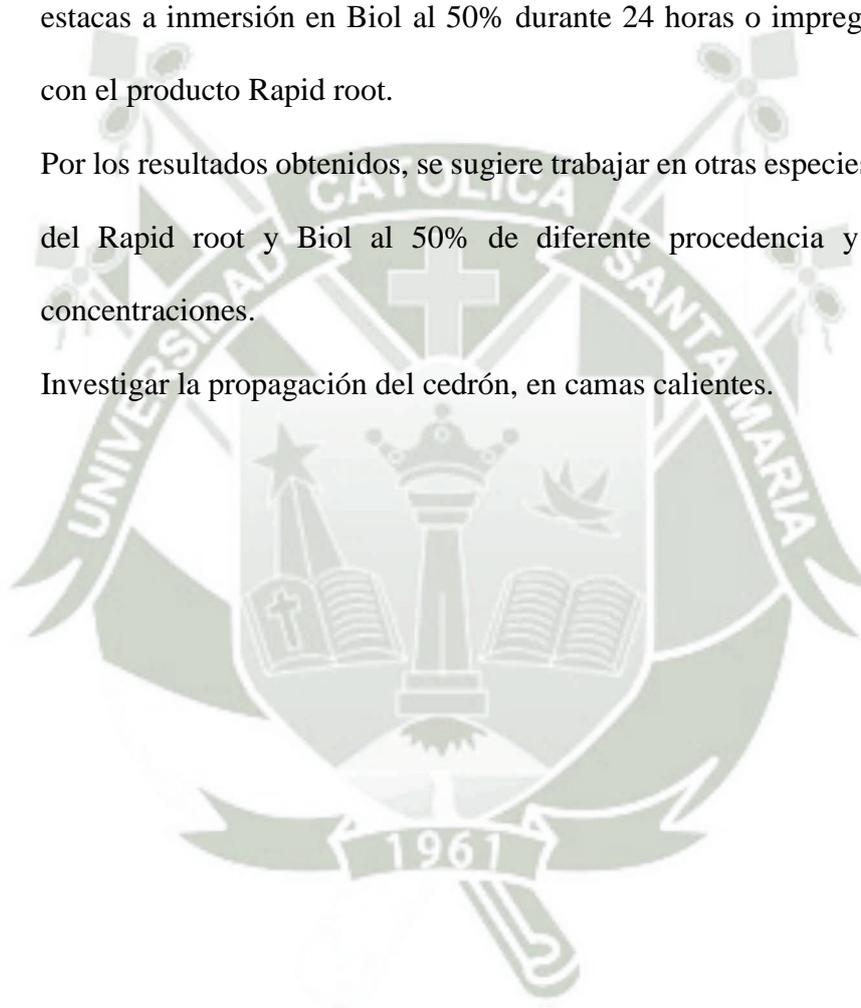
6. CONCLUSIONES

- a) Los mejores resultados en enraizamiento se logran con estacas semileñosas de 3 yemas sometidas a Enraizadores.
- b) Las estacas de 3 yemas tratadas con inmersión en Biol al 50% durante 24 horas lograron mejores resultados, siendo el mejor tratamiento T1 (estacas de 3 yemas en inmersión de Biol al 50% durante 24 horas) seguido de T3 (estacas de 3 yemas con aplicación de Rapid root) para lograr un buen porcentaje de enraizamiento, Número de raíces y Longitud de raíces.
- c) El T7 (estacas de 4 yemas con aplicación de Rapid root) tuvo mejores resultados en el parámetro evaluado de Número de Brotes, seguido del T1 (estacas de 3 yemas con inmersión de Biol al 50% durante 24 horas).
- d) Los tratamientos testigo T4 y T8 (estacas de 3 y 4 yemas sin aplicación de Enraizadores) lograron los resultados más bajos en los parámetros evaluados de porcentaje de enraizamiento, número de raíces y número de brotes.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

- a) Para propagar Cedrón de forma asexual, deberán utilizarse estacas semileñosas de 3 yemas.
- b) De acuerdo a los resultados obtenidos; para propagar Cedrón, someter las estacas a inmersión en Biol al 50% durante 24 horas o impregnar las estacas con el producto Rapid root.
- c) Por los resultados obtenidos, se sugiere trabajar en otras especies, las bondades del Rapid root y Biol al 50% de diferente procedencia y en diferentes concentraciones.
- d) Investigar la propagación del cedrón, en camas calientes.



CAPITULO VIII

8. BIBLIOGRAFIA

1. BARCELÓ, J. 2005. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide. Madrid. 568 p.
2. BASAURI, Y. 2017. Propagación vegetativa por estacas de Bolaina blanca (*Guazuma crinita mart*) mediante minitúneles en ambiente controlado en San Alejandro, Irazola-Ucayali. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima.
3. BRACK, A. 1999. Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. PNUD – CBC, Cuzco. 1480 p.
4. CAHUANA, A. 2014. Principios de propagación de plantas. Propagación Vegetativa. 2da Edición. Arequipa. Perú. 2 – 18 p.
5. CÁRDENAS, M. y PAREDES, A. 2013. Diseño, construcción y funcionamiento de un Módulo de enraizamiento de Sauco (*Sambucus peruviana* HBK) utilizando tres tipos de sustratos y tres dosis de Ácido Naftalenacético), en el Fundo “La Banda”. Huasacache. Tesis de Grado. Universidad Católica de “Santa María”. Arequipa.
6. CHACÓN, D. 2005. Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (biol) en la producción de forraje del *Medicago sativa* en la E.E. Tunshi. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Ecuador.
7. DÉLANO, G. ORMEÑO J. y ZAMORANO, M. 2000. Cultivo de plantas medicinales como alternativa para el secano de la sexta región. Santiago de Chile. 94 p.

8. DI FABIO, A. 2007. Curso “Aromáticas y Medicinales”. Mendoza. Argentina. 184 - 185 p.
9. FACHINELLO, J. C., A. HOFFMANN, Y J. C. NACHTIGAL. 2005. Propagación de Plantas Frutales. Embrapa Información Tecnológica. Brasilia. 221 p.
10. FONNEGRA, R. y JIMENEZ, S. 2007. Plantas medicinales. 2da edición. Universidad de Antioquia. Colombia. 371 p.
11. GUTIÉRREZ, T. 1988. Enraizamiento de estacas de cuatro especies nativas chilenas mediante el uso de auxinas sintéticas. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 74p.
12. GLORIA S.A. 1982. Fuentes Tradicionales y No Tradicionales de Energía. Sexta Parte. Boletín Técnico de Gloria S.A. N° 59. Arequipa.
13. GLORIA S.A. 1982. Fuentes Tradicionales y No Tradicionales de Energía. Séptima Parte. Boletín Técnico de Gloria S.A. N° 60. Arequipa.
14. GLORIA S.A. 1982. Fuentes Tradicionales y No Tradicionales de Energía. Octava Parte. Boletín Técnico de Gloria S.A. N° 61. Arequipa.
15. GUPTA, M. 1995. Plantas medicinales Iberoamericanas. 1° Ed. Santa Fe. Colombia. 553 p.
16. HARTMANN, H y KESTER, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Cuarta ed. Distrito Federal de México, Compañía Editorial Continental. 760 p.
17. HARTMANN, T y KESTER, D. 1997. Propagación de plantas: Principios y prácticas. Prentice Hall, Nueva Jersey. 820 p.
18. HARTMANN, H. y KESTER, D., 1999. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Séptima Reimpresión. México. 220 – 266 p.

19. INFANTE, R. 2009. Efecto de un biol sobre el rendimiento y rentabilidad económica de tres variedades de *Lactuca sativa L.* "Lechuga" cultivada en condiciones hidropónicas. Universidad de Tumbes. Facultad de Ciencias Agrarias. Tumbes.
20. ITEIPMAI, 1992. Instituto Técnico Intraprofesional de Plantas fragantes, medicinales y aromáticas. Francia.
21. ITINTEC, 1983. Cómo construir un Biodigestor. Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas. Lima.
22. LEAKEY, R. 1985. La capacidad de propagación vegetativa en árboles. Instituto de ecología terrestre. España. 110-113 p.
23. MÁRQUEZ, S. 2017. Efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustrato en estacas de rosa (*Rosa sp*) del Patrón Nal Brier en condiciones de vivero en el Instituto de Educación Rural, San Salvador, Calca – Cuzco. Tesis de Grado. Universidad J.C. Mariátegui. Moquegua.
24. MEDINA, A. 1992. El Biol y Biosol en la Agricultura. Programa Especial de Energías. UMSS. GTZ. Cochabamba. Bolivia.
25. MEDINA, A. 1995. El Biol y Biosol como fuente de biomoleculares dentro de una Agricultura productiva y sustentable. Seminario Aprovechamiento Agrobioenergético de residuos orgánicos. Cochabamba. Bolivia.
26. MEDINA, E. 2013. Efecto de la aplicación foliar de tres concentraciones de Biol sobre el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa, L*) White Boston y Waldmans Green bajo un sistema hidropónico NFT, en Arequipa. Tesis de Grado. Universidad Católica de "Santa María". Arequipa.

27. MONTUFAR, J. 2013. Enraizamiento de estacas de Mora var. Castilla (*Ravus glamus, Benth*) sometidas a diferentes concentraciones de auxinas en Invernadero. Tesis de Grado. Universidad Católica de “Santa María”. Arequipa.
28. MUÑOZ, I. 1988. Tamaño de la estaca y enraizamiento de Sultanina, IPA La platina N° 45, Arica, Chile. 14 - 15 p.
29. NAVARRO, S. 1994. Cultivo de meristemas. Ed. Trillas. México. 113 p.
30. PAREDES, E. 2011. Enraizamiento de estacas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis, L.*) en seis tipos de sustratos con aplicación de Ácido Indolbutírico. Tesis de grado. Universidad Agraria de Selva. Tingo María.
31. SALISBURY, F. y CLEON, R. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericano. México. 759 p.
32. SUQUILANDA, M. 1995. Agricultura orgánica alternativa tecnológica del futuro. FUNDAGRO. Ecuador. 236-238 p.
33. VALDÉZ, C. 2002. Efecto de la aplicación de distintos tratamientos hormonales sobre el enraizamiento de estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt*) y dos épocas de propagación. Tesis de Grado. Chile.
34. VITERI, S. 2009. Publicación de fertilización orgánica, “Fundación MCCH”. Ecuador.
35. WEAVER, R. 1980. Reguladores de crecimiento de las plantas en la Agricultura. Ed. Trillas. México. 622 p.

WEBGRAFIA

1. <http://www.agrolibertad.gob.pe>
2. <http://www.bmv.fcien.edu.uy/clases/hormonas>
3. <http://www.deperu.com/abc/222/plantas-medicinales>
4. <http://www.escolares.net/biologia/el-cedron-aloyisia-citrodora/>
5. <http://www.herbotecnia.com.ar/aut-cedron.html>
6. <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Ense%C3%B1anza/Clases%20PROPA/SPP.ESTACAS.pdf>
7. <http://www.plantas-medicinales.es/propiedades-medicinales-del-cedron/>
8. http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/productos/6219_47.htm
9. <http://www.sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>



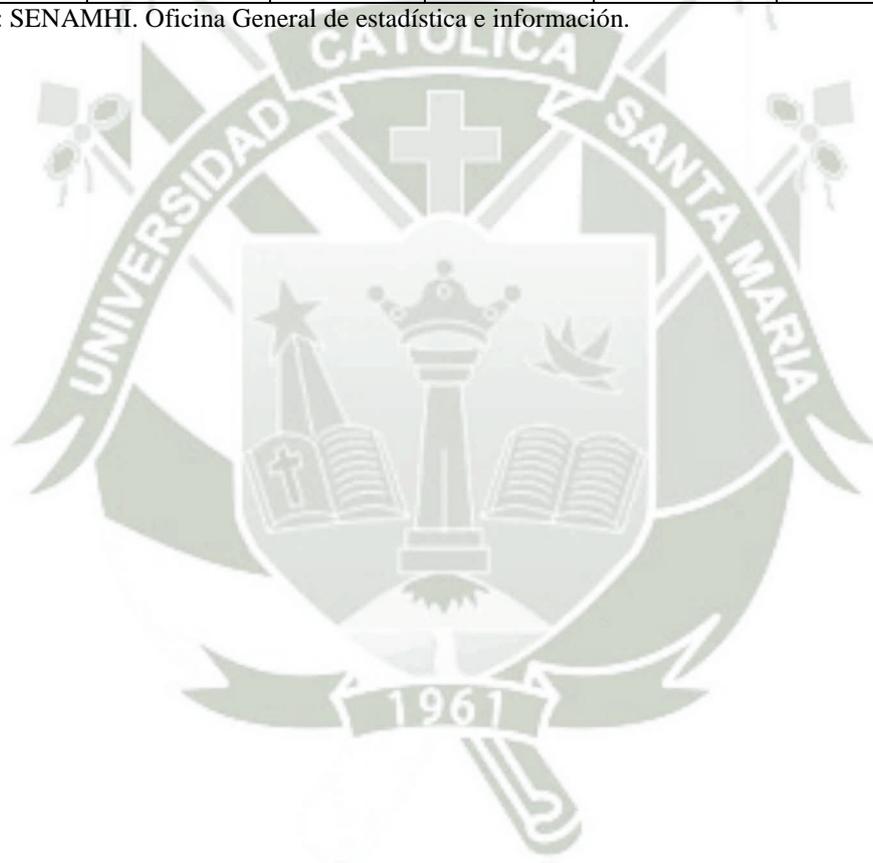


ANEXOS

ANEXO N° 1. Datos Climatológicos de Chiguata. Arequipa, mayo – agosto 2017.

Mes	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)		Evaporación (mm)
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	
Mayo	20.54	5.99	73.19	48.20	4.40
Junio	20.07	4.52	95.35	45.34	4.60
Julio	20.66	5.12	50.88	31.11	5.50
Agosto	20.74	4.99	63.27	43.32	5.80

Fuente: SENAMHI. Oficina General de estadística e información.



ANEXO N° 2. Análisis del Agua de Riego empleado en la propagación de Cedrón

(Aloysia triphylla (L'Hérit) Britt).



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 025 – 05 – VAR. 2017

I.- INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : RAMIRO GONZALO ZEA LINARES
NOMBRE DEL PROYECTO : "Efecto de la Aplicación de AIB (Ácido Indol Butírico) y BIOL en el enraizamiento de estacas de Cedrón (*Aloysia Triphylla (L'Hérit Britt) Chiguata – Arequipa – 2017*".
DIRECCION : Calle la Isla 214 – Cercado - Arequipa
TIPO DE MUESTRA : AGUA DE RIEGO
SERVICIO SOLICITADO : pH, Conductividad Eléctrica, Materia Orgánica, Nitrógeno Total, Fósforo, Potasio, Sodio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Manganeseo y Zinc.
FECHA Y LUGAR DE MUESTREO : 16 de Mayo del 2017 – Chiguata.
N° DE MUESTRA Y COD. LABORATORIO : M-1= 089
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 botella de plástico con 1,000 ml. de muestra aproximado.
PERIODO DE CUSTODIA DE LA MUESTRA : 30 Días
FECHA DE RECEPCION : 16 de Mayo del 2017
FECHA ENTREGA DE RESULTADOS : 23 de Mayo del 2017

II. RESULTADO ANALISIS FISICO QUIMICO EN AGUA PARA RIEGO

Cod. Lab.	pH	C.E. mS/cm	STD mg/L	Dureza Total ppm CaCO ₃	CATIONES meq/L				ANIONES meq/L			RAS	Clasif.	
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻			CO ₃ ⁻
M-1=089	6.72	0.79	515	182.00	2.034	1.627	3.94	0.30	1.45	4.10	1.8/6	0.0	2.91	C ₃ Si

Abreviaturas

C.E = Conductividad Eléctrica mS/cm = milisiemens por cm meq/L = miliequivalentes por litro ppm CaCO₃ = partes por millón de Carbonato de Calcio RAS = Relación de Adsorción de Sodio STD = Sólidos Totales Disueltos mg/L = miligramos por litro
 Clasif.=Clasificación

CLASIFICACION DEL AGUA DE RIEGO

Según el Diagrama para Clasificación de Agua para Riego (Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos Dpto. de Agricultura de EE.UU. tenemos que:

LA MUESTRA SE CLASIFICA EN C₃ Si, donde:

Agua Altamente Salina C₃: No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se puede necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por tanto seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerante a las sales.

Agua Baja en Sodio Si: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Criterios de Calidad para Aguas de Riego

1. **Por los Sólidos Disueltos:** La muestra se clasifica como **ALTO (480-1,440 mg/L) Clase I** Aceptable bajo casi toda condición. (hasta 700 mg/L de STD)
2. **Rangos de Dureza:** La muestra se clasifica como **AGUA DE DUREZA MEDIA (150 - 250 mg/L como Ca CO₃)**.
3. **Rango de Evaluación de Cloruros:** Los cultivos que se rieguen con esta agua si problemas de absorción radicular (5 – 10 meq/L de Cl⁻) pero puede tener problemas de absorción foliar (> a 3 meq/L)

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que el Agua puede ser utilizada para el riego con precauciones.

Victoria Frisancho Motta
 Lic. Quím. Victoria Frisancho Motta
 C.Q.P. 270



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
 EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

ANEXO N° 3. Análisis del Sustrato empleado en la propagación de Cedrón

(*Aloystia triphylla* (L'Hérit) Britt).



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 012 – 05 – VAR – 2017

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : RAMIRO GONZALO ZEA LINARES
NOMBRE DEL PROYECTO : “Efecto de la Aplicación de AIB (Ácido Indol Butírico) y BIOL en el enraizamiento de estacas de Cedrón (*Aloystia Triphylla* (L'Hérit Britt) Chiguata – Arequipa – 2017”.
DIRECCION : Calle la Isla 214 – Cercado – Arequipa.
TIPO DE MUESTRA : SÚTRATO (ARENA, COMPOST, HUMUS) 1:1:1
SERVICIO SOLICITADO : Análisis Físicoquímico: Textura, pH, C.E., Nitrógeno Total, Fósforo Total, Potasio Total.
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M-1 = 185
LUGAR DE MUESTREO : Chiguata
FECHA DE MUESTREO : 16 de Mayo del 2017
PRESENTACION : 01 bolsa de plástico con 01 Kg. de muestra aproximado
FECHA DE RECEPCION : 16 de Mayo del 2017
FECHA ENTREGA RESULTADO : 22 de Mayo del 2017

II.- RESULTADO DEL ANALISIS DE LA TEXTURA DEL SUSTRATO

ANÁLISIS MECÁNICO				
Mtra				
Cod. Lab.	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural
M-1=185	82.8	9.0	8.2	Areno Francoso

% = Porcentaje

METODOLOGIA

Análisis Mecánico: Textura por el Método del Hidrómetro de Bouyoucos

III.- RESULTADO DEL ANALISIS FÍSICOQUÍMICO DEL SUSTRATO

DESCRIPCION	EXPRESION DE LOS RESULTADOS	RESULTADO
		M-1 185
pH	U.U.	7.62
Conductividad Eléctrica (C.E)	mS/cm	4.33
Nitrógeno Total N	%	0.68
Fósforo Total P	mg/L	0.15
Potasio Total K	mg/L	0.31

U.U = Unidades Universales

mS/cm = milisiemens por centímetro

% = Porcentaje

METODOLOGIA

pH : Método Potenciométrico

Conductividad Eléctrica : Método Conductimétrico

Nitrógeno: Método Kjeldahl

Fósforo: Método Espectrofotométrico con Ácido Ascórbico y Molibdato de Amonio

Potasio: Fotometría de Emisión de Llama

Lic. Quím. Victoria Frisancho Motta
C.Q.P. 270



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 1

ANEXO N° 4. Análisis de Biol empleado en la propagación de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt).



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

LAQ&S

INFORME DE ENSAYO N° 010 – 05 - VAR. 2017

I.- INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : RAMIRO GONZALO ZEA LINARES
NOMBRE DEL PROYECTO : “Efecto de la Aplicación de AIB (Ácido Indol Butírico) y BIOL en el enraizamiento de estacas de Cedrón (*Aloysia Triphylla* (L'Hérit Britt) Chiguata – Arequipa – 2017”.
DIRECCION : Calle la Isla 214 – Cercado - Arequipa
TIPO DE MUESTRA : BIOL
SERVICIO SOLICITADO : pH, Conductividad Eléctrica, Materia Orgánica, Nitrógeno Total, Fósforo, Potasio, Sodio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Manganeseo y Zinc.
FECHA Y LUGAR DE MUESTREO : 16 de Mayo del 2017 – Chiguata.
N° DE MUESTRA Y COD. LABORATORIO : M-1 = 195
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 botella de plástico con 2,000 ml. de muestra aproximado
PERIODO DE CUSTODIA DE LA MUESTRA : 30 Días
FECHA DE RECEPCION : 16 de Mayo del 2017
FECHA ENTREGA DE RESULTADOS : 23 de Mayo del 2017

II.- RESULTADO DEL ANALISIS FÍSICOQUÍMICO DEL BIOL

DESCRIPCION	EXPRESION DE LOS RESULTADOS	RESULTADO
		M-1 195
pH	U.U.	7.68
Conductividad Eléctrica (C.E)	mS/cm	16.24
Materia Orgánica	%	0.60
Nitrógeno Total N	%	0.179
Fósforo P	mg/L	85.32
Potasio K	mg/L	2,150
Calcio Ca	mg/L	453.5
Magnesio Mg	mg/L	197.6
Hierro Fe	mg/L	2.86
Cobre Cu	mg/L	13.4
Manganeseo Mn	mg/L	1.94
Zinc Zn	mg/L	12.3
Carbono Orgánico C	%	0.35
Relación C/N	%	1.96

U.U = Unidades Universales mS/cm = milisiemens por centímetro % = Porcentaje

mg/L= miligramos por litro = partes por millón

METODOLOGIA

pH : Método Potenciométrico
Conductividad Eléctrica : Método Conductimétrico
Materia Orgánica: Método Walkley y Black
Nitrógeno: Método Kjeldahl
Fósforo: Método Espectrofotométrico con Ácido Ascórbico y Molibdato de Amonio
Potasio: Fotometría de Emisión de Llama
Calcio: Método Volumétrico precipitación con oxalato de amonio y Titulación con KMnO₄
Magnesio: Método Volumétrico titulación con E.D.T.A
Hierro: Hach 8008 Ferrover Method
Cobre: Hach 8506 Bicinchoninate Method
Manganeseo: Hach 8149 PAN Method
Zinc: Hach 8009 Zincon Method
Relación Carbono/ Nitrógeno: Cálculo

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 1

**ANEXO N° 5. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla*
(L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).**

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	50.00	25.00	25.00	5.00	50.00	25.00	25.00	25.00	230.00
II	50.00	25.00	25.00	5.00	25.00	50.00	50.00	25.00	255.00
III	25.00	5.00	50.00	25.00	50.00	25.00	50.00	50.00	280.00
IV	50.00	5.00	25.00	5.00	25.00	25.00	50.00	25.00	210.00
V	50.00	25.00	25.00	5.00	25.00	50.00	50.00	25.00	255.00
VI	25.00	5.00	50.00	5.00	25.00	50.00	50.00	25.00	235.00
Total	225.00	90.00	250.00	50.00	200.00	225.00	275.00	175.00	1490.00
Promedio	37.50	15.00	41.70	8.30	33.30	37.50	45.80	29.20	
	A1 = 615.00				A2 = 875.00				
	B1 = 425.00		B2= 315.00		B3 = 525.00		B4 =225.00		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo

ANEXO N° 6. Número de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera evaluación (45 DDI).

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	2.50	1.50	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	8.00
II	2.00	0.50	1.00	0.50	1.50	0.50	0.50	0.50	7.00
III	1.50	0.50	2.50	0.50	1.50	0.50	0.50	0.50	8.00
IV	1.00	0.50	2.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.50	7.50
V	3.00	1.00	1.00	0.50	2.00	0.50	0.50	1.00	9.50
VI	2.00	0.50	3.00	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	8.50
Total	12.00	4.50	10.50	3.50	8.00	3.00	3.50	3.50	48.50
Promedio	2.00	0.80	1.80	0.60	1.30	0.50	0.60	0.60	
	A1 = 30.50				A2 = 18.00				
	B1 = 20.00		B2 = 7.50		B3 = 14.00		B4 = 7.00		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo

ANEXO N° 7. Longitud de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit)

Britt). Primera Evaluación (45 DDI).

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	3.50	2.50	6.00	1.50	1.00	1.00	1.50	0.50	17.50
II	8.00	3.00	4.00	1.50	1.50	1.00	1.50	0.50	20.50
III	9.00	0.50	5.00	1.00	1.50	0.50	0.50	1.00	19.00
IV	6.00	0.50	5.50	2.00	1.00	1.50	2.00	0.50	19.00
V	3.00	1.50	7.00	1.00	2.00	1.00	0.50	0.50	16.50
VI	6.00	0.50	5.50	1.00	1.00	0.50	0.50	1.50	16.50
Total	35.50	8.50	33.00	8.00	8.00	5.50	6.50	4.50	109.00
Promedio	5.90	1.40	5.50	1.30	1.30	0.90	1.10	0.80	
	A1 = 85.00				A2 = 24.50				
	B1 = 43.50		B2 = 14.00		B3 = 39.50		B4 = 12.50		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo

ANEXO N° 8. Número de brotes en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Primera Evaluación (45 DDI).

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.50	2.50	2.00	15.50
II	2.50	0.50	1.50	2.00	2.50	2.00	2.00	2.50	15.50
III	2.50	1.00	1.50	1.00	1.00	2.00	1.50	1.00	11.50
IV	2.00	1.00	2.00	1.50	0.50	1.50	1.00	1.50	11.00
V	1.50	2.00	1.00	2.00	1.50	0.50	2.50	2.50	13.50
VI	2.00	2.50	0.50	1.50	2.00	1.00	2.00	2.00	13.50
Total	12.00	9.00	7.50	10.50	9.00	9.50	11.50	11.50	80.50
Promedio	2.00	1.50	1.30	1.80	1.50	1.60	1.90	1.90	
	A1 = 39.00				A2 = 41.50				
	B1 = 21.00		B2 = 18.50		B3 = 19.00		B4 = 22.00		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo

**ANEXO N° 9. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla*
(L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).**

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	78.57	52.38	69.05	42.86	50.00	42.86	69.05	45.24	450.01
II	80.95	45.24	57.14	52.38	50.00	52.38	73.81	42.86	454.76
III	71.43	42.86	71.43	47.62	66.67	47.62	76.19	50.00	473.82
IV	88.10	47.62	66.67	40.48	59.52	40.48	80.95	35.71	459.53
V	80.95	50.00	64.29	50.00	59.52	50.00	66.67	40.48	461.91
VI	80.95	47.62	64.29	52.38	57.14	52.38	66.67	47.62	469.05
Total	480.95	285.72	392.87	285.72	342.85	285.72	433.34	261.91	2769.08
Promedio	80.16	47.62	65.48	47.62	57.14	47.62	72.22	43.65	
	A1 = 1445.26				A2 = 1323.82				
	B1 = 823.80		B2=571.44		B3 = 826.21		B4 = 547.63		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo

**ANEXO N° 10. Número de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit
Britt.). Segunda Evaluación (85 DDI).**

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	9.00	4.00	5.00	1.50	4.50	3.00	7.50	3.00	37.50
II	7.50	3.00	6.50	3.00	5.50	3.50	7.50	3.50	40.00
III	8.00	1.50	8.00	3.50	3.50	2.50	6.00	3.00	36.00
IV	7.50	1.50	5.50	1.00	5.00	3.00	5.50	2.50	31.50
V	10.00	3.00	5.00	1.00	4.50	2.50	8.50	4.00	38.50
VI	6.50	4.00	8.50	1.50	5.00	2.50	6.50	1.50	36.00
Total	48.50	17.00	38.50	11.50	28.00	17.00	41.50	17.50	219.50
Promedio	8.08	2.83	6.42	1.92	4.67	2.83	6.92	2.92	
	A1 = 115.50				A2 = 104.00				
	B1 = 76.50		B2 = 34.00		B3 = 80.00		B4 = 29.00		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo

ANEXO N° 11. Longitud de raíces en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit)

Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	12.50	9.50	13.00	8.50	13.50	7.50	8.50	7.50	73.00
II	16.00	8.50	11.90	8.00	13.50	7.50	10.50	5.50	81.40
III	16.00	7.50	12.00	8.50	11.50	7.50	10.50	8.50	73.50
IV	16.50	8.50	13.00	7.50	12.00	7.00	10.00	5.50	80.00
V	11.50	9.00	13.50	7.50	12.50	8.00	9.00	6.00	77.00
VI	14.50	8.50	14.00	8.00	12.50	7.50	9.50	6.50	81.00
Total	87.00	51.50	77.40	48.00	75.50	45.00	58.00	39.50	465.90
Promedio	14.50	8.60	12.90	8.00	12.60	7.50	9.70	6.60	
	A1 = 263.90				A2 = 218.00				
	B1 = 162.50		B2 = 96.50		B3 = 135.40		B4 = 87.50		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo

ANEXO N° 12. Número de brotes en estacas de Cedrón (*Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britt). Segunda Evaluación (85 DDI).

Block	A1				A2				Total
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	5.50	5.00	5.50	4.50	5.00	4.50	6.00	4.00	40.00
II	6.00	4.00	5.00	5.50	4.50	5.50	6.50	4.00	41.00
III	5.50	4.50	5.50	5.50	5.00	5.50	6.00	3.50	41.00
IV	4.50	4.50	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.50	35.50
V	6.00	5.00	5.00	5.00	4.50	5.00	6.50	4.00	41.00
VI	5.50	4.00	5.50	4.00	4.00	4.00	6.00	4.00	37.00
Total	33.00	27.00	31.50	28.50	27.00	28.50	36.00	24.00	235.50
Promedio	5.50	4.50	5.25	4.75	4.50	4.75	6.00	4.00	
	A1 = 120.00				A2 = 115.50				
	B1 = 60.00		B2 = 55.50		B3 = 67.50		B4 = 52.50		

Leyenda:

A1 = Estacas de 3 yemas

B1 = Biol (50%) 24 horas

B3 = Rapid root

A2 = Estacas de 4 yemas

B2 = Biol (50%) 48 horas

B4 = Testigo