



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agronomía**

**Tema:**

**EFECTO DE DOS FITOHORMONAS AUXÍNICAS (ÁCIDO INDOLACÉTICO Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO) PARA LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE CHAMBURO (*Vasconcellea pubescens*) A TRAVÉS DE ESTACAS.**

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero/a Agrónomo/a otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.**

**AUTORES:**

**CARLITA LISBETH NAVARRETE RENDÓN**

**FREDDY FABIÁN CALUÑA CHELA**

**TUTORA:**

**Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.**

**Guaranda – Ecuador**

**2025**

EFFECTO DE DOS FITOHORMONAS AUXÍNICAS (ÁCIDO INDOLACÉTICO  
Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO) PARA LA PROPAGACIÓN ASEJUAL DE  
CHAMBURO (*Vasconcellea pubescens*) A TRAVÉS DE ESTACAS.

**REVISADO Y APROBADO POR**



.....  
Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.

**TUTORA**



.....  
Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

**DOCENTE LECTOR**



.....  
Ing. Alejandro Bosquez Mg.

**DOCENTE LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Carlita Lisbeth Navarrete Rendón con cédula de ciudadanía 0202308029; Freddy Fabián Caluña Chela con cédula de ciudadanía 020231418-3, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Carlita Lisbeth Navarrete Rendón

Autora


CI: 020230802-9



Freddy Fabián Caluña Chela

Autor

CI: 020231418-3



Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.  
Tutora  
CI: 020093306-7



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQEZ BARCENES  
Título del ejercicio: 93  
Título de la entrega: Tesis Carlita Navarrete y Freddy Caluña  
Nombre del archivo: tesis\_Carlita\_Navarrete\_Freddy\_Caluña.pdf  
Tamaño del archivo: 5.48M  
Total páginas: 91  
Total de palabras: 14,329  
Total de caracteres: 89,654  
Fecha de entrega: 22-abr.-2025 09:37a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 24736579526



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EFFECTO DE DOS FITOHORMONAS AUXINICAS (ACIDO INDOLACÉTICO Y ACIDO INDOLBUTÍRICO) PARA LA PROPAGACION ASEJUAL DE CHAMBURO (*Fasconellus pubescens*) A TRAVÉS DE ESTACAS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero/a Agrónomo/a otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autores:

Carlita Lisbeth Navarrete Peñalón  
Freddy Fabián Caluña Cleán

Tutora:

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.

Guaranda - Ecuador

2025

# Tesis Carlita Navarrete y Freddy Caluña

## INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[dspace.ueb.edu.ec](https://dspace.ueb.edu.ec)

Fuente de Internet

4%

2

[repositorio.utc.edu.ec](https://repositorio.utc.edu.ec)

Fuente de Internet

3%

Excluir citas  Activo

Excluir bibliografía  Activo

Excluir coincidencias  < 2%



## **DEDICATORIA**

Primeramente, dedico con mucho amor a Dios por haberme dado la vida y el haber llegado a este momento tan importante de mi vida y de mi formación profesional.

Dedico este trabajo de manera especial a mis padres Manuel Navarrete Ortiz y Martha Rendón Suarez por ser mi apoyo y motivación en todo este largo proceso, pues fueron quienes con mucho esfuerzo y sacrificio me brindaron todo lo que necesitaba, es por ello que he logrado poder culminar mis estudios, también incluyo a mi hermana Carolina Navarrete Rendón y mis sobrinos Renata Thiago y Said porque siempre me daban ánimos para seguir fueron fortaleza para no rendirme

**Carlita**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios por haberme bendecido durante todo este trayecto de mis estudios dándome la inteligencia y la valentía de enfrentar los obstáculos que se me presentaron durante el trascurso de mi formación profesional. A mi familia y amigos, principalmente a mi madre María Francisca Chela, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo.

**Freddy**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios y de manera especial a nuestros padres Manuel Navarrete Ortiz, Martha Rendón Suarez y María Francisca Chela por ser apoyo y motivación en todo este largo proceso, fueron quienes con mucho esfuerzo y sacrificio nos brindaron todo lo que necesitábamos para culminar esta etapa profesional.

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía, a sus autoridades y docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que podamos crecer día a día como profesionales, a los miembros del tribunal por su apoyo incondicional de este proyecto de investigación.

Un agradecimiento a la Ing. Sonia Salazar Ramos Mg. en calidad de tutora del proyecto de investigación y también a los pares lectores: Ing. Sonia Fierro e Ing. Alejandro Bosquez, quienes con sus observaciones, permitieron completar este trabajo de investigación.

**Carlita y Freddy**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pag.</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.3.1 Objetivo General .....	4
1.3.2 Objetivo Específicos .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	5
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>6</b>
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Origen.....	6
2.2. Taxonomía.....	6
2.3. Características morfológicas .....	6
2.3.1 Planta.....	6
2.3.2 Tallo.....	6
2.3.3 Hojas .....	7
2.3.4 Flores.....	7
2.3.5 Plantas femeninas.....	7
2.3.6 Plantas masculinas .....	7
2.3.7 Plantas hermafroditas .....	7
2.3.8 Fruto .....	8
2.3.9 Composición nutricional .....	8
2.4. Requerimientos edafoclimáticos .....	8
2.4.1 Exigencias en clima.....	8
2.4.2 Humedad relativa .....	8
2.4.3 Temperatura.....	8
2.4.4 Exigencias en suelo y pH .....	9
2.4.5 Riego .....	9
2.5. Plagas y enfermedades del chamburo .....	9
2.5.1 Principales plagas.....	9

2.6. Enfermedades.....	9
2.7. Métodos de propagación.....	10
• Propagación.....	10
• Propagación sexual.....	10
• Propagación por estacas.....	10
2.8. Sistema de propagación.....	11
• Ventajas de la propagación por estacas.....	11
• Desventajas.....	12
2.9. Tipos de estacas.....	12
2.9.1 Estaca basal.....	12
2.9.2 Estaca media.....	12
2.9.3 Estaca apical.....	12
• Propagación por esquejes e hijuelos.....	13
2.10. Fitohormonas.....	13
• Auxinas.....	13
2.11. Hormonas vegetales.....	14
2.11.1 Ácido indolacético.....	14
• Beneficios.....	14
• Características del ácido indolacético.....	15
2.11.2 Ácido indolbutírico.....	15
• Características del ácido indolbutírico.....	15
• Beneficios.....	15
• Antibióticos y fungicidas.....	16
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>17</b>
3. MARCO METODOLÓGICO.....	17
3.1. Ubicación de la investigación.....	17
• Localización de la investigación.....	17
• Situación geográfica y edafoclimática.....	17
• Zona de vida.....	17
3.2. Metodología.....	17
3.2.1 Material en estudio.....	17
3.2.2 Factores en estudio.....	18

3.2.3 Tratamientos.....	18
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico .....	18
3.2.5 Manejo del experimento.....	18
• Preparación del suelo .....	18
• Desinfección.....	19
• Trazado de unidades experimentales .....	19
• Llenado de fundas .....	19
• Selección de estacas .....	19
• Plantación.....	19
• Control de malezas.....	19
• Control de plagas.....	20
• Riego .....	20
3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuestas).....	20
• Días a la brotación (DB) .....	20
• Número de brotes por estaca (NBE) .....	20
• Número de hojas por estaca (NHE) .....	20
• Diámetro de estacas (DE).....	20
• Longitud de estacas (LE) .....	21
• Número de raíces (NR) .....	21
• Longitud de raíz (LR).....	21
• Porcentaje de sobrevivencia (PS).....	21
3.2.7 Tipos de análisis .....	21
CAPÍTULO IV.....	22
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1.1 Días a la brotación (DB) .....	22
4.1.2 Número de brotes por estaca (NBE) .....	24
4.1.3 Longitud de brotes (LB).....	28
4.1.4 Número de hojas por estaca (NHE) .....	33
4.1.5 Diámetro de estacas (DE).....	37
4.1.6 Longitud de estacas (LE) .....	42
4.1.7 Número de raíces (NR) .....	46
4.1.8 Longitud de raíz (LR).....	50
	XI

4.1.9 Porcentaje de supervivencia (PS).....	54
4.1.10 Análisis de correlación .....	57
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS .....	58
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>59</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	59
5.2. RECOMENDACIONES .....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Resultados del análisis de regresión lineal en los días a la brotación (DB)	22
2	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en los DB.	22
3	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en días a la brotación (DB),	22
4	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en días a la brotación (DB).	23
5	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en días a la brotación (DB).	23
6	Resultados del análisis de regresión en el número de brotes por estaca (NBE).	24
7	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el NB.	24
8	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de brotes por estaca (NBE).	24
9	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el número de brotes por estaca (NBE)	26
10	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el número de brotes por estaca (NBE).	27
11	Resultados del análisis de regresión en longitud de brotes (LB).	28
12	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el LB.	28

13	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en longitud de brotes (LB).	29
14	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en longitud de brotes (LB).	30
15	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en la longitud de brotes (LB).	31
16	Resultados del análisis de regresión en el número de hojas por estaca (NHE)	33
17	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el NHE.	33
18	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de hojas por estaca (NHE).	34
19	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el número de hojas por estaca (NHE).	35
20	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el número de hojas por estaca (NHE).	36
21	Resultados del análisis de regresión en el diámetro de estacas (DE).	37
22	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el DE.	38
23	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de hojas por estaca (NHE).	38
24	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el diámetro de estacas (DE).	39
25	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el diámetro de estacas (DE).	41
26	Resultados del análisis de regresión en la longitud de estacas (LE)	42

27	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el LE.	42
28	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en la longitud de estacas (LE).	43
29	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de estacas (LE)	44
30	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en la longitud de estacas (LE)	45
31	Resultados del análisis de regresión en el número de raíces (NR).	46
32	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el NR.	46
33	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de raíces (NR).	47
34	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) el número de raíces (NR).	48
35	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el número de raíces (NR).	49
36	Resultados del análisis de regresión en la longitud de raíz (LR).	50
37	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el LR.	50
38	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en la longitud de raíz (LR).	51
39	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de raíz (LR).	52
40	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en la longitud de raíz (LR).	53

41	Resultados del análisis de regresión lineal en el porcentaje de sobrevivencia (PS).	54
42	Resultados del análisis de varianza ADEVA, en los PS.	54
43	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el porcentaje de sobrevivencia (PS).	55
44	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el porcentaje de sobrevivencia (PS).	55
45	Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el porcentaje de sobrevivencia (PS).	56
46	Resultados del análisis de correlación de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el diámetro de estacas (variable dependiente Y).	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Promedios del factor A (fitohormonas) para el número de brotes por estaca (NBE)	25
2	Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el número de brotes por estaca (NBE).	26
3	Promedios para el número de brotes por estaca (NBE), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones	27
4	Promedios del factor A (fitohormonas) para la longitud de brotes (LB)	29
5	Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de brotes (LB).	30
6	Promedios para la longitud de brotes (LB), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones	32
7	Promedios del factor A (fitohormonas) para el número de hojas por estaca (NHE).	34
8	Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el número de hojas por estaca (NHE).	35
9	Promedios para el número de hojas por estaca (NHE), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones	36
10	Promedios del factor A (fitohormonas) para el diámetro de estacas (DE).	38
11	Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el diámetro de estacas (DE).	40
12	Promedios para el diámetro de estacas (DE), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones	41
13	Promedios del factor A (fitohormonas) para la longitud de estacas (LE).	43
14	Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de estacas (LE).	44

15	Promedios para la longitud de estacas (LE), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones	45
16	Promedios del factor A (fitohormonas) para el número de raíces (NR).	47
17	Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el número de raíces (NR)	48
18	Promedios para el número de raíces (NR), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones	49
19	Promedios del factor A (fitohormonas) para la longitud de raíz (LR)	51
20	Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de raíces (LR)	52
21	Promedios para la longitud de raíces (LR), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones	53

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>
1	Mapa de la ubicación del ensayo
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos de las variables agronómicas evaluadas
4	Fotografías
5	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

El chamburo (*Vasconcellea pubescens*), es un cultivo de gran importancia económica y cultural. El presente trabajo de investigación se estableció para evaluar el efecto de dos fitohormonas auxínicas AIA y AIB, para la propagación asexual a través de estacas en chamburo. Los objetivos planteados fueron: i) Evaluar la fitohormona de crecimiento más eficaz para la propagación de chamburo. ii) Establecer la dosis de fitohormona que estimula mayor desenvolvimiento radicular en la propagación asexual de chamburo para el trasplante. iii) Determinar el tratamiento más eficiente para la propagación de chamburo. Los tratamientos en estudio fueron la combinación entre el FA (Fitohormonas), y el FB (Dosis de concentraciones). Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial 2x4 con tres repeticiones más 1 testigo absoluto. El tipo de análisis que se realizó fue, análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% con la utilización del programa estadístico Infostat. Además, se realizó un análisis de correlación y regresión lineal simple. Las variables agronómicas que se evaluó fueron: días a la brotación (DB), número de brotes por estaca (NBE), longitud de brotes (LB), número de hojas por estaca (NHE), diámetro de estacas (DE), longitud de estacas (LE), número de raíces (NR), longitud de raíz (LR) y porcentaje de sobrevivencia (PS). Los resultados estadísticos demostraron que el mejor tratamiento fue (Ácido Indolacético + 6 mg/l) promovió una respuesta fisiológica altamente favorable en la propagación de estacas de chamburo, estimulando procesos esenciales como la división celular, y elongación de tejidos. Esta combinación optimizó la emisión de brotes, formación y expansión foliar, desarrollo radicular, lo que resultó en un crecimiento más vigoroso, equilibrado y uniforme. La acción sinérgica entre el regulador de crecimiento y concentración adecuada favoreció una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y agua, fortaleciendo la estructura de las plántulas y mejorando su capacidad de establecimiento.

**Palabras claves:** Chamburo, ácidos, indolacético, ácido indolbutírico, estacas.

## SUMMARY

Chamburo (*Vasconcellea pubescens*) is a crop of great economic and cultural importance. This research was established to evaluate the effect of two auxin phytohormones AIA and AIB, for asexual propagation through cuttings in chamburo. The objectives were: i) Evaluate the most effective growth phytohormone for the propagation of chamburo. ii) Establish the phytohormone dose that stimulates greater root development in the asexual propagation of chamburo for transplantation. iii) Determine the most efficient treatment for the propagation of chamburo. The treatments studied were the combination between FA (Phytohormones), and FB (Dose of concentrations). For this study, a completely randomized design (DCA) in a 2x4 factorial arrangement with three replications plus 1 absolute control was used. The type of analysis that was performed was analysis of variance, Tukey's test at 5% using the statistical software Infostat. In addition, a correlation analysis and simple linear regression were performed. The agronomic variables evaluated were: days to sprouting (DB), number of shoots per cutting (NBE), shoot length (LB), number of leaves per cutting (NHE), cutting diameter (DE), cutting length (LE), number of roots (NR), root length (LR) and survival percentage (PS). The statistical results showed that the best treatment was (Indoleacetic Acid + 6 mg / l) promoted a highly favorable physiological response in the propagation of chamburo cuttings, stimulating essential processes such as cell division, and tissue elongation. This combination optimized the emission of shoots, leaf formation and expansion, root development, resulting in more vigorous, balanced and uniform growth. The synergistic action between the growth regulator and adequate concentration favored greater efficiency in the absorption of nutrients and water, strengthening the structure of the seedlings and improving their establishment capacity.

**Keywords:** Chamburo, acids, indoleacetic, indolebutyric acid, cuttings.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El chamburo es una fruta popular debido a su versatilidad y sabor suave. Este fruto contiene altos niveles de carbohidratos y está cargado de vitaminas A, B y C. La producción mundial de chamburo en el año 2023, se registró en 12 países en todo el mundo. Los líderes indiscutibles en la producción fueron México, con un total de 32000 t, seguido de cerca por Brasil, que registró alrededor de 29849 t, Costa Rica y China con un aporte de 14553 t, mientras que algunos países de África y Asia contribuyeron con 11896 t. Otros países destacados en la producción fueron Ecuador, Estados Unidos, Túnez y Albania (Peñañiel, 2021).

La producción de chamburo en Ecuador está concentrada principalmente en las regiones de la sierra, cuyo cultivo silvestre se localiza especialmente entre los 200 y 2800 msnm en ecosistemas húmedos y montañosos donde las condiciones climáticas son favorables para su cultivo. Aunque la producción también puede encontrarse en otras partes del país, como en zonas de la costa y amazonía, la sierra ecuatoriana es la principal productora de esta fruta (Uyaguari, 2021).

Las provincias de Cotopaxi, Imbabura, Chimborazo, Loja, Pichincha, Tungurahua, Bolívar, Carchi, Manabí, Guayas y Los Ríos son algunas de las principales provincias productoras de chamburo domesticado. Estas áreas cuentan con un clima cálido – templados y húmedo que favorece el crecimiento del chamburo (Mariño, 2021).

En la provincia del Bolívar, el chamburo se cultiva de forma casera en pequeñas extensiones de tierra, el cual es destinado para el consumo local o doméstico, por tal razón, al no desarrollarse técnicas de producción, no se logra generar un valor agregado a esta especie, con productos para el mercado local (Naranjo, 2019).

La propagación asexual de plantas es una técnica ampliamente utilizada para la producción masiva de material vegetal de alta calidad genética y fitosanitaria.

Para el chamburo (*Vasconcellea pubescens*), que es considerado un cultivo de gran importancia económica y cultural, la optimización de los protocolos de propagación asexual es esencial para mejorar la eficiencia y la calidad de las plantas producidas (Mariño, 2021).

Las auxinas son un elemento de gran importancia para las plantas. Se trata de un tipo de hormona vegetal que ayuda al crecimiento y desarrollo de las mismas. Entre sus beneficios también encontramos su contribución a la regulación de los tropismos o la abscisión de órganos, provocando una mayor tardía en la caída de flores, hojas y frutos jóvenes. Estas hormonas vegetales, como el ácido indolacético (AIA) y el ácido indolbutírico (AIB), son esenciales para promover el desarrollo adecuado de los brotes y explantes en un entorno controlado, facilitando así la producción eficiente de nuevas plantas a partir de tejidos o células individuales en el cultivo de chamburo (Borrero, 2019).

## 1.2. PROBLEMA

El principal problema de la productividad de frutales en la zona de estudio se presenta sobre el desconocimiento en el manejo del cultivo de chamburo (*Vasconcellea pubescens*). Se pueden plantear varios desafíos para la mayoría de los agricultores de la provincia de Bolívar, algunos de estos aspectos están condicionadas por desconocimientos de la propagación asexual, propagación in-vitro, por semillas y requerimientos del mismo.

El género *Vasconcellea*, al igual que muchas especies nativas no han recibido atención y con el paso del tiempo van desapareciendo, lo que conlleva altas posibilidades de que se extingan, por la tala de los árboles para la implementación de ganadería, el chamburo está dentro los 50 cultivos de exportación no tradicionales, Sin embargo, su producción se realiza de forma silvestre en áreas menores dispersas con poca significancia y escasa tecnificación.

La planta de chamburo es cultivada mayormente en cercas, chacras y huertas o como frutos silvestres dentro del bosque, en la cual no hay mayor producción y están en peligro de perderse por la inexperiencia que tienen los agricultores sobre el manejo de este cultivo, y la explotación indiscriminada de las áreas forestales.

Esta investigación tiene como finalidad el probar la propagación de estacas de chamburo con diferentes tipos y dosis de fitohormonas en la zona de estudio, para determinar su potencial, que va a permitir masificar y mejorar la calidad de las plantas a los diferentes productores.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de dos fitohormonas auxínicas AIA y AIB, para la propagación asexual a través de estacas en chamburo.

### **1.3.2 Objetivo Específicos**

- Evaluar la fitohormona de crecimiento más eficaz para la propagación de chamburo.
- Establecer la dosis de fitohormona que estimula mayor desenvolvimiento radicular en la propagación asexual de chamburo para el trasplante.
- Determinar el tratamiento más eficiente para la propagación de chamburo.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>.** La propagación asexual de chamburo, no depende del tipo y dosis de fitohormonas empleada.

**H<sub>a</sub>.** La propagación asexual de chamburo, depende del tipo y dosis de fitohormonas empleada.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Origen

Es una planta nativa de los Andes, a lo largo del tiempo ha experimentado un notable aumento en su cultivo e industrialización en naciones como Chile. Este crecimiento ha generado altas expectativas para impulsar su producción en países vecinos de la región, como Colombia, se ha constatado que en Ecuador se encuentran presentes 16 de las 21 especies reportadas (Uyaguari, 2021).

#### 2.2. Taxonomía

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Caricaceae
Género:	Vasconcellea
Especie:	pubescens
Nombre científico:	<i>Vasconcellea pubescens</i> .

*Fuente:* (Missouri Botanical Garden , 2018)

#### 2.3. Características morfológicas

##### 2.3.1 Planta

Planta semileñosa, con una apariencia a una pequeña palmera, habitualmente crece entre 2 y 3 m, aunque algunas pueden llegar hasta los 10 metros de altura, es monoica compuesta por nueve pares de cromosomas (Pariona, 2019).

##### 2.3.2 Tallo

Es meduloso, poco ramificado, suculento, con una base ancha marcada por cicatrices de las hojas. Su desarrollo es gradual, implicando un proceso de

crecimiento que se extiende por alrededor de cuatro meses (Mariño, 2021).

### **2.3.3 Hojas**

Suelen agruparse principalmente en la parte superior de la planta, con pecíolos que miden entre 0,17 y 0,34 metros de longitud, sus láminas son dentolobuladas, con una forma pentagonal y miden entre 0,20 y 0,40 metros de longitud, y entre 0,34 y 0,60 metros de ancho. El lóbulo central tiene entre 3 y 5 pequeños lóbulos laterales y es oblongo-acuminado. Las hojas surgen de manera constante y regular, las más bajas se caen a medida que el tallo se alarga (Uyaguari, 2021).

### **2.3.4 Flores**

El chamburo puede ser una planta femenina, masculinas o hermafroditas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no se conocen plantas que tengan únicamente flores hermafroditas (Peñañiel, 2021).

### **2.3.5 Plantas femeninas**

Se reconocen por tener flores que solo contienen pistilos, con un ovario grande y superior. El estigma está dividido en cinco lóbulos, y normalmente la flor carece de estambres, aunque estos pueden estar presentes en una forma rudimentaria sin tener una función crucial. La flor no produce polen y su fertilización depende del polen proveniente de otras plantas (Peñañiel, 2021).

### **2.3.6 Plantas masculinas**

Muestran flores diminutas, con estambres visibles y conectadas por un tallo en forma de embudo, el cáliz también es pequeño, con estambres y pétalos fusionados. La corola tiene un tubo delgado y largo, con un pistilo primitivo que carece de estigma y es estéril en términos fisiológicos (Prado, 2019).

### **2.3.7 Plantas hermafroditas**

Se identifica por tener una corola que consta de cinco pétalos unidos en la base del ovario, el cual tiene una forma redondeada con cinco lóbulos. Se pueden ver

cinco estambres fértiles, dispuestos alternadamente con los pétalos y conectados a la pared del ovario (Zavala, 2020).

### **2.3.8 Fruto**

Produce un fruto de forma ovalada con ángulos poco pronunciados, que puede medir hasta 12 cm de largo por 8 cm de ancho, con un peso que varía entre 61 y 216 g. Su pulpa de color amarillo claro y en su interior, que es cóncavo, las semillas, que oscilan entre 55 y 138 por cada 100 g de fruto (Naranjo, 2019).

### **2.3.9 Composición nutricional**

La composición nutricional del chamburo: la fruta de (*Vasconcellea pubescens*) corresponde el 45% del peso de la fruta en fresco, además su fruta está compuesta por el 95% de agua, un 13% de cenizas, 1 % de proteína. 1,5% de fibra y 8 kcal (Uyaguari, 2021).

## **2.4. Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.4.1 Exigencias en clima**

El cultivo de chamburo prospera en climas cálidos, climas templados, sub cálidos, bosques húmedos sombreados hasta bosques secos montano bajo, necesita entre al menos 6 a 8 horas de luz solar directa al día, en áreas donde se producen heladas, se pueden utilizar métodos de protección como el uso de coberturas o estructuras para proteger las plantas durante los períodos de frío intenso (Pariona, 2019).

### **2.4.2 Humedad relativa**

La humedad relativa adecuada para el cultivo de chamburo suele situarse en un rango que va aproximadamente del 60% al 80% (Galeas, 2022).

### **2.4.3 Temperatura**

Alcanzado mayor desarrollo fenológico a temperaturas de 14 a 18 °C, con una precipitación de 800 a 1500 mm, es susceptible a temperaturas muy altas o bajas,

ya que esto afecta principalmente las hojas y la maduración de los frutos. Por lo tanto, el chamburo no puede sobrevivir en períodos prolongados de sequía, ya que pierde la mayoría de sus hojas (Soza, 2022).

#### **2.4.4 Exigencias en suelo y pH**

El terreno idóneo para que el chamburo prospere requiere de un drenaje adecuado y niveles óptimos de humedad, además de ser rico en materia orgánica, con una concentración superior al 5%. Estos suelos suelen ser de textura franco arcillosa o franco arenoso, con un pH que oscila entre ligeramente ácido y neutro, con valores de 5,5 a 7,5 (Azpeitia, 2022).

#### **2.4.5 Riego**

El riego del cultivo de chamburo bajo invernadero, necesita riegos espaciados cada 12 o 15 días de acuerdo con el clima y las condiciones texturales del suelo. La recomendación para suelos francos es: iniciar regando 5 litros por planta cada 12 días para terminar con alrededor de 20 litros por planta cada 12 días, En suelos franco arenosos realizar riegos cada 8 días. Para riego por goteo se recomienda iniciar el riego de 1 litro por planta día para luego avanzar a 3 litros por planta día, colocando siempre dos goteros por planta alejados mínimo 30 cm del tallo de la planta (Montenegro, 2019).

### **2.5. Plagas y enfermedades del chamburo**

#### **2.5.1 Principales plagas**

Las plagas más comunes que se ha observado en el cultivo chamburo son: Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*), Mosca chamburo (*Lonchae aristella*), Orugas de hojas (*Simaethis pariana*), Cochinilla de higuera (*Ceroplastes rusci*). Afectan negativamente la calidad y rentabilidad del cultivo de chamburo (Proño, 2022).

#### **2.6. Enfermedades**

Los chamburos enfrentan una amplia gama de amenazas por patógenos, incluyendo diversos tipos de hongos como *Botrytis cinérea*, *Rhizopus nigricans*,

*Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Cladosporium herbarum*, los cuales han sido identificados como causantes de la pudrición en el período posterior a la cosecha. La pudrición interna del chamburo, atribuida a *Fusarium moniliforme*, emerge como una de las principales enfermedades que afectan a esta fruta. Por otro lado, la presencia de levaduras se relaciona principalmente con un olor fermentado y la exudación de los higos. Además, se ha observado que la infección por *Rhizopus* ocurre en ambientes cálidos y húmedos en los huertos, siendo más prevalente durante la temporada de verano lluvioso y en árboles cultivados bajo cubierta plástica (Naranjo, 2019).

## **2.7. Métodos de propagación**

- **Propagación**

Para la propagación del chamburo, las estacas se deben obtener de plantas maduras, de mínimo dos años de producción, libres de problemas sanitarios. La longitud de las estacas es de 25 a 30 cm y diámetro de 4 a 6 cm, el corte superior se debe hacer en bisel, para evitar el emposamiento del agua cuando se realicen los riegos y el corte de la base, transversal, para tener una mayor área de enraizamiento, se aconseja luego de este corte la aplicación de Rootone en dosis de 4 g/en 20 litros de agua para estimular la emisión de raíces. El material tratado debe permanecer bajo sombra por 4 días, para que se elimine el látex (Peñañiel, 2021).

- **Propagación sexual**

El Chamburo puede propagarse por dos métodos ya sea por vía vegetativa o asexual (estacas) y también por vía sexual (semilla)”. El método de propagación sexual (semilla) es el más recomendado si se quiere obtener una mayor eficiencia económica en los cultivos (Guaman, 2022).

- **Propagación por estacas**

La estaca es un procedimiento de reproducción asexual en el que se generan individuos genéticamente idénticos al progenitor. Se refiere a cualquier fragmento de una planta que, al ser separado de la planta madre, puede desarrollarse en una

nueva planta. Una estaca es cualquier sección de una planta, que puede ser tomada de sus ramas, tallos o incluso de sus raíces, y cuando se coloca en condiciones ambientales apropiadas, tiene la capacidad de generar raíces y brotes. Las estacas más comúnmente utilizadas en la propagación de árboles frutales son aquellas que provienen de partes leñosas. Normalmente, la longitud de estas estacas oscila entre 30 y 40 centímetros (Proaño, 2022).

## **2.8. Sistema de propagación**

Un sistema de propagación de plantas puede ofrecer ciertas ventajas sobre otro, al igual que inconvenientes. La elección del sistema a seguir dependerá de un análisis y se tomará muy en cuenta la facilidad que la especie en cuestión ofrece a los distintos procedimientos. En el caso *Passiflora mollissima*), esta técnica es particularmente útil por la facilidad con la que esta planta forma raíces adventicias, especialmente cuando se emplean estacas semileñosas bajo condiciones de alta humedad y buena aireación (Peñañiel, 2021).

### **Ventajas de la propagación por estacas**

- Reproducción clonal: las plantas obtenidas son genéticamente idénticas al ejemplar madre, lo cual garantiza homogeneidad en características agronómicas y productivas.
- Reducción del tiempo de establecimiento: en especies como el chamburo, las plantas enraizadas por estaca pueden establecerse y comenzar a producir más rápidamente que aquellas obtenidas por semilla.
- Evita la fase juvenil prolongada: muchas especies frutales como el chamburo presentan floración más temprana si se propagan por estaca.
- Bajo costo: no requiere infraestructura sofisticada ni insumos costosos, lo que la convierte en una opción accesible para pequeños productores.
- Practicidad: el método puede realizarse directamente en vivero o en campo. (Pariona, 2019).

## **Desventajas**

- No todas las especies responden igual: algunas presentan baja tasa de enraizamiento o requieren tratamientos hormonales complejos.
- Riesgo de transmisión de enfermedades: al utilizar tejido vegetal, pueden propagarse patógenos si no se selecciona material madre sano.
- Plantas menos vigorosas: en ciertas especies, las plantas obtenidas por estaca pueden presentar menor desarrollo radicular.
- Dependencia del material genético disponible: la calidad del nuevo cultivo dependerá en gran medida del estado fisiológico del material madre.

### **2.9. Tipos de estacas**

En la propagación por estacas, se emplean segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con el objetivo de inducir la formación de raíces adventicias. Según la madurez del tejido y la consistencia del tallo, se distinguen tres tipos principales:

#### **2.9.1 Estaca basal**

Proviene de la parte más baja y leñosa de una rama. Tiene mayor contenido de reservas, pero puede tardar más en emitir raíces. En chamburo, se usa cuando se desea mayor resistencia estructural en la planta (Aguilar et al, 2022).

#### **2.9.2 Estaca media**

Se extrae de la sección intermedia de la rama. Es semileñosa, presenta un buen equilibrio entre flexibilidad y reserva energética, y es la más comúnmente utilizada en la propagación del chamburo, especialmente en condiciones de vivero controlado (Uyaguari, 2021).

#### **2.9.3 Estaca apical**

Corresponde a la parte más joven y tierna de la rama. Tiene mayor capacidad de brotación, pero es más susceptible a la desecación y a enfermedades. En el

chamburo se usa con precaución, especialmente en climas secos o con alta incidencia de hongos (Soza, 2022).

- **Propagación por esquejes e hijuelos**

La propagación del chamburo mediante esquejes implica cortar segmentos sanos de los tallos y plantarlos en un sustrato húmedo y bien drenado. Se recomienda seleccionar esquejes de aproximadamente 15-20 centímetros de longitud, asegurando que tengan al menos un par de hojas. La propagación mediante hijuelos consiste en separar los brotes laterales que surgen de la planta madre y plantarlos en macetas individuales o directamente en el suelo, asegurándose de mantener el sustrato ligeramente húmedo para favorecer su establecimiento y crecimiento, después, se cubre esta área con musgo húmedo y se envuelve con una banda de polietileno (Azpeitia, 2022).

## **2.10. Fitohormonas**

### **Auxinas**

Las auxinas son una clase de hormonas vegetales que desempeñan un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las auxinas se sintetizan en las partes de la planta donde nacen las hojas y tallos, es decir, en los meristemas del ápice de los tallos, los cuales podemos diferenciar como un pequeño bulto. Desde ese punto empiezan a trasladarse hacia otras partes de la planta en las que puedan ser necesarias, aunque se ha demostrado que tienen mucha más movilidad en dirección a la base que en sentido ascendente, por lo que es común encontrar una mayor concentración de auxinas en las raíces (Peñañiel, 2021).

Las auxinas son sustancias relacionadas con el ácido indolacético o AIA. Se caracterizan principalmente por su capacidad para activar el crecimiento. Tienen, en general, un papel feminizante en las flores, es decir que permiten que el número de flores femeninas sea mayor. Se utilizan para: el cuajado y mejora del desarrollo de los frutos en circunstancias climáticas desfavorables, principalmente por las bajas temperaturas; y, favorece el enraizamiento de estacas (Soza, 2022).

El mundo de las fitohormonas vegetales es enorme y está compuesto por una gran variedad de componentes. De entre todos ellos, las auxinas son uno de los grupos más importantes. En alargamiento celular y la regulación de la permeabilidad de la membrana celular son algunas de sus principales funciones, además del crecimiento del cultivo que hemos comentado anteriormente (Valencia, 2022).

### **2.11. Hormonas vegetales**

Son importantes para estimular la multiplicación celular y el desarrollo de brotes en la propagación asexual de chamburo, otras hormonas vegetales como las auxinas también pueden estar presentes en las estacas para regular el enraizamiento y otros procesos de crecimiento (Peñañiel, 2021).

#### **Funciones de las hormonas vegetales**

- Regulan el crecimiento y la muerte de las plantas
- Regulan las respuestas al estrés biótico y abiótico
- Regulan el cierre y apertura de las estomas
- Regulan la inhibición de la germinación y el crecimiento
- Regulan la maduración de los frutos
- Regulan los procesos de senescencia y caída de órganos. (Zavala, 2020).

##### **2.11.1 Ácido indolacético**

Es una hormona vegetal considerada como una de las auxinas de mayor actividad. Estimula el crecimiento del tallo principal y reduce el crecimiento de ramales laterales. Actúa a nivel de los ápices en los tejidos meristemático. El AIA controla diversos procesos fisiológicos como la elongación y división celular, la diferenciación de tejidos y las respuestas a la luz y la gravedad. La concentración de AIA se encuentra regulada en las plantas. Se ha descrito que las bacterias pueden modular los niveles de AIA (Solutions, 2023).

- **Beneficios**

Inhibe el desarrollo de las yemas axilares, dando origen a un fenómeno que se conoce como dominancia apical. Promueve el fototropismo positivo. Estimula y

provoca el desarrollo de raíces laterales y adventicias. Estimula el desarrollo de los frutos (Solutions, 2023).

- **Características del ácido indolacético**

Promover el fototropismo positivo. Promover el desarrollo de raíces laterales y también adventicias, estimula el desarrollo de los frutos. La influencia de esta hormona en las yemas depende del ángulo de crecimiento y de la rama ya que la distribución de esta hormona presenta sentido basípeto (desde el ápice hacia abajo) (Agroactivo, 2023).

### **2.11.2 Ácido indolbutírico**

Es una hormona sintética de las plantas se utiliza como promotor del enraizamiento. Es una sustancia química que se utiliza en la propagación de plantas para estimular el crecimiento de las raíces y la formación de nuevos brotes y hojas, él IBA es soluble en agua y se puede aplicar de diversas formas, incluyendo la inmersión de la base de los tallos, el riego y la pulverización foliar. Es un promotor para el crecimiento de las raíces laterales de las plantas, la dosis y época de aplicación son críticas para estimular el enraizamiento. Se establecieron dos ensayos para evaluar el efecto del AIB en la producción y calidad (Quimicompany, 2023).

#### **Características del ácido indolbutírico**

- Enraizamiento de estacas leñosas
- Promover la absorción de nutrientes
- Acelerar el crecimiento
- Optimizar las funciones metabólicas

#### **Beneficios**

Los beneficios del ácido indolbutírico en la horticultura son muchos, el IBA es un promotor del enraizamiento eficaz, lo que significa que puede mejorar significativamente la tasa de supervivencia de los esquejes. Esto es especialmente importante en la propagación de plantas (Quimicompany, 2023).

- **Antibióticos y fungicidas**

En algunos casos, se pueden agregar antibióticos y fungicidas a las estacas de chamburo para prevenir la contaminación microbiana y asegurar la salud del cultivo (Missouri Botanical Garden , 2018).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

Se realizó en la provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Veintimilla, sector Invernadero Laguacoto II.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud	2663 msnm
Latitud	01°36,47" S.
Longitud	78°59,34" W.
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media anual	14.4°C
Precipitación media anual	980 mm
Heliofanía promedio	900/horas/luz/año
Humedad relativa media anual	70%.

*Fuente:* (Aguilar & Aguilar, 2022).

- **Zona de vida**

Según la clasificación de la zona de vida, realizada por Holdrige, L.; el área pertenece a la formación de bosque seco Montano Bajo (bs - MB) (Holdrige, L. 1976).

#### 3.2. Metodología

##### 3.2.1 Material en estudio

- Estacas de chamburo
- Fitohormonas vegetales (ácido indolacético, ácido indolbutírico.)

### 3.2.2 Factores en estudio

**Factor A:** Fitohormonas

**A1:** Ácido indolacético

**A2:** Ácido indolbutírico

**Factor B:** Dosis de concentraciones

**B1:** 2 mg/l

**B2:** 4 mg/l

**B3:** 6 mg/l

**B4:** Testigo

### 3.2.3 Tratamientos

Tratamiento	Código	Detalle
T1	A1B1	Ácido indolacético + 2mg/l
T2	A1B2	Ácido indolacético + 4mg/l
T3	A1B3	Ácido indolacético + 6mg/l
T4	A1B4	Testigo
T5	A2B1	Ácido indolbutírico + 2mg/l
T6	A2B2	Ácido indolbutírico + 4mg/l
T7	A2B3	Ácido indolbutírico + 6mg/l
T8	A2B4	Testigo

### 3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial 2x4 con tres repeticiones más 1 testigo absoluto.

### 3.2.5 Manejo del experimento

- **Preparación del suelo**

Con la ayuda de azadones se realizó una limpieza, y se preparó el terreno para proceder a realizar la colocación de las fundas.

- **Desinfección**

Actividad que se realizó 15 días antes de la plantación, se procedió a realizar la desinfección del sustrato con Courage para eliminar agentes patógenos indeseables, utilizando una dosis de 0,5 ml/l.

### **Trazado de unidades experimentales**

Se realizó con la ayuda de una cinta métrica para cuadrar el terreno, después se utilizó estacas y piolas para dividir las unidades experimentales de acuerdo con el croquis del ensayo. Las cuales tienen unas dimensiones de 30 x 40 cm para todos los tratamientos con sus respectivos caminos.

- **Llenado de fundas**

Se procedió al llenado de fundas las mismas que fueron 50% de tierra con 50% de cascarilla de arroz.

- **Selección de estacas**

Se seleccionaron estacas de chamburo con un grosor de 12,5 cm y una altura de 25 cm, realizando un corte en bisel en su base para favorecer el enraizamiento.

- **Plantación**

Se desinfectaron las estacas utilizando Vitavax a una dosis de 0.2 g/l con el fin de prevenir la presencia de enfermedades fúngicas. Posteriormente, las estacas tratadas fueron plantadas a una profundidad aproximada de 12 cm. Ocho días después de la siembra, se aplicaron fitohormonas vegetales a razón de 21 ml/planta, formuladas con 2 mg, 4 mg y 6 mg de ácido indolacético y ácido indolbutírico.

- **Control de malezas**

Se realizó de forma manual una vez que aparecieron las malezas, a los 28 días posteriores a la siembra, en cada una de las unidades experimentales y en el área de los caminos.

- **Control de plagas**

Se procedió a realizar monitoreo constante en cada una de las parcelas para verificar la presencia de plagas y proceder con el control de las mismas, por lo cual no se realizó controles químicos con insecticida porque no hubo presencia de plagas ni enfermedades.

- **Riego**

Esta actividad se realizó de forma manual una vez concluido la plantación para facilitar el prendimiento de las plantas, se aplicó cada 8 días.

### **3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuestas)**

- **Días a la brotación (DB)**

Dato que fue evaluado en el área del invernadero mediante observación directa de cada tratamiento, registrando hasta cuando más del 50% de las estacas presento al menos un brote.

- **Número de brotes por estaca (NBE)**

Se evaluó por observación directa los brotes de cuatro estacas, de forma visual en cada uno de los tratamientos a los 45, 60 y 90 días.

- **Longitud de brotes (LB)**

Variable que fue registrada tomando cuatro estacas de cada uno de los tratamientos, la misma que se tomó a los 45, 60 y 90 días, desde la base del brote hasta el ápice con la ayuda de una regla y se expresó en cm.

- **Número de hojas por estaca (NHE)**

Esta variable se registró contando el número de hojas en los brotes de las estacas a los 45, 60 y 90 días, por observación directa.

- **Diámetro de estacas (DE)**

Variable que se registró de cuatro estacas, con la ayuda de un pie de rey y sus datos se registró en cm en cada uno de los tratamientos.

- **Longitud de estacas (LE)**

Variable que se registró tomando cuatro estacas de cada uno de los tratamientos, la misma que se midió desde la base hasta el ápice con la ayuda de una cinta métrica y se expresó en cm.

- **Número de raíces (NR)**

Variable que se registró a los 90 días, contabilizando las raíces de dos estacas, de forma visual en cada uno de los tratamientos.

- **Longitud de raíz (LR)**

Se evaluó en milímetro, dos estacas de cada tratamiento con la ayuda de una regla a los 90 días, desde la base del cuello hasta la parte terminal o cofia.

- **Porcentaje de sobrevivencia (PS)**

Variable que se evaluó a los 90 días después de la siembra por medio de una observación directa, en cada unidad experimental y sus datos fueron expresados en porcentaje.

### 3.2.7 Tipos de análisis

- Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
FA (a-1)	1
Error A (r-1)	2
FB (b-1)	3
A x B (a -1) (b -1)	3
Total (a*b*r)-1	23

\*Cuadrados medios esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador

Luego de realizar el análisis de varianza se procedió hacer la separación de medias según la prueba de Tukey al 5% para comparar las medias de los tratamientos con la utilización de Infostat. Además, se realizó un análisis de correlación y regresión lineal simple.

## CAPÍTULO IV

### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1.1 Días a la brotación (DB)

**Tabla 1**

*Resultados del análisis de regresión lineal en los días a la brotación (DB)*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
DB	24	sd	sd

*Nota:* R<sup>2</sup> = Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

De acuerdo a los resultados de la investigación en relación a la variable días a la brotación (DB), no se observó variabilidad presentando un 0% demostrando que las fitohormonas no influyeron en los días a la brotación.

**Tabla 2**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en los DB.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
DB (ns)	3	0	sd	sd	0
Error	16				

*Nota:* Significativo al \*\*\*p = 0.0001; \*\*p = 0.001; p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios.

De acuerdo al análisis de varianza obtenido los cuales se detalla en la tabla anterior: en los días a la brotación (DB) fuer similar, a p > 0.05.

**Tabla 3**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en días a la brotación (DB),*

Variables	A1	R	A2	R	MG
DB	30	A	30	A	30

De acuerdo a los análisis estadísticos de la prueba de Tukey al 5 % en el Factor A fitohormonas auxínicas ácido indolacético y ácido indolbutírico en la propagación de estacas de chamburo, corroboran con el análisis de varianza (ADEVA) que la variable; DB fue similar, a  $p > 0.05$ .

**Tabla 4**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en días a la brotación (DB).*

VARIABLE	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG
DB	30	A	30	A	30	A	30	A	30

*Nota:* NS=No significativo MG= Media general Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

En base a los análisis estadísticos de la prueba de Tukey al 5 % en el Factor B corroboran con el análisis de varianza (ADEVA) que la variable DB, fue similar, a  $P > 0.05$ ., pero si hubo un efecto numérico.

**Tabla 5**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en días a la brotación (DB).*

Tra	Medias	Rangos
T1	30	A
T2	30	A
T3	30	A
T4	30	A
T5	30	A
T6	30	A
T7	30	A
T8	30	A

*Nota:* NS=No significativo; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

En base a los análisis estadísticos de la prueba de Tukey al 5 % de la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentración corroboran con el análisis

de varianza (ADEVA) que DB, fue similar, a  $P < 0.05$ , pero si hubo un efecto numérico infiriendo que fueron factores independientes.

#### 4.1.2 Número de brotes por estaca (NBE)

**Tabla 6**

*Resultados del análisis de regresión en el número de brotes por estaca (NBE).*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
NBE	24	0.96	0.95

*Nota:* R<sup>2</sup>= Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

Los resultados obtenidos del análisis de regresión lineal evidencian un alto coeficiente de determinación con un 0.95 r<sup>2</sup> aj que representa un 95% para el número de brotes por estaca (NBE) demostrando que los tratamientos aplicados influyen de manera positiva.

**Tabla 7**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el NB.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
NBE (***)	3	228.17	136.90	< 0.0001	5.22
Error	16				

*Nota:* Significativo al \*\*\*p = 0.0001; \*\*p = 0.001; p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza en el número de brotes por estaca (NBE), demuestra que existió diferencias estadísticas altamente significativas, donde el p-valor <0.0001; siendo la respuesta favorable.

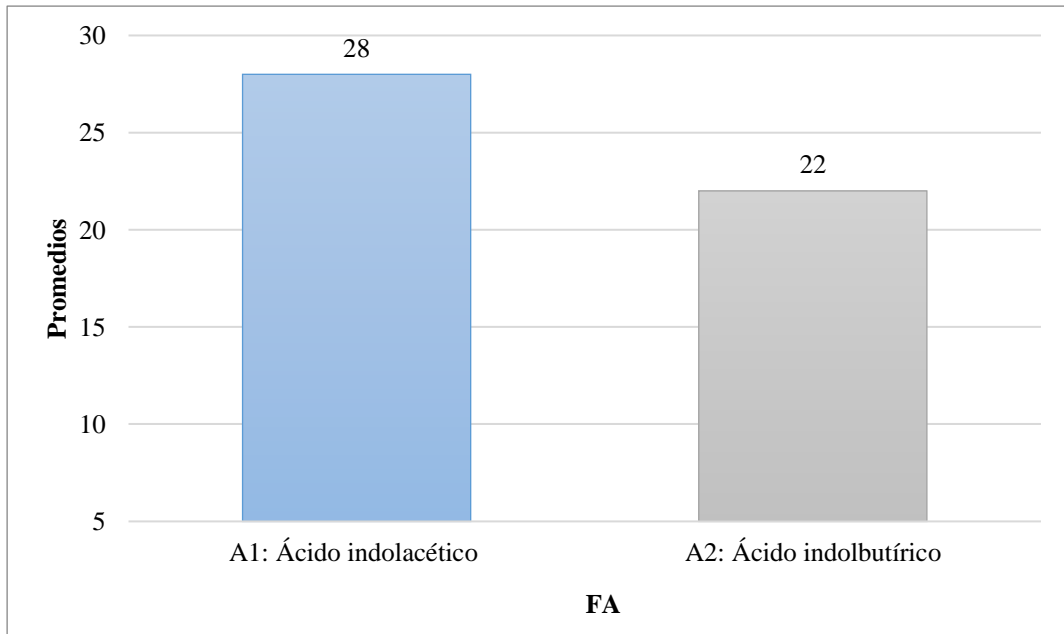
**Tabla 8**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de brotes por estaca (NBE).*

VARIABLE	A1	R	A2	R	MG
NBE	28	A	22	B	25

**Figura 1**

*Promedios del factor A (fitohormonas) para el número de brotes por estaca (NBE)*



La respuesta del efecto de las fitohormonas auxínicas ácido indolacético (AIA) y ácido indolbutírico (AIB), en la propagación asexual mediante estacas de chamburo mostró diferencias en relación con la variable número de brotes por estaca (NBE), registró una media general de 25 brotes por estaca, con un coeficiente de variación de 5.22%. El menor promedio de número de brotes por estaca se registró en el A2: ácido indolbutírico con 22, mientras que el promedio mayor correspondió al A1: ácido indolacético con 28 brotes por estaca.

Los resultados indican que la aplicación de fitohormonas auxínicas influye significativamente en la brotación de estacas de chamburo, entre los tratamientos evaluados. Se observó que el ácido indolacético favoreció una mayor proliferación de brotes en comparación con el ácido indolbutírico, lo que sugiere diferencias en su mecanismo de acción sobre la división y elongación celular. Este comportamiento concuerda con estudios previos que destacan el papel de ciertas auxinas en la estimulación de brotes, mientras que otras presentan mayor efectividad en el enraizamiento (Peñafiel, 2021).

**Tabla 9**

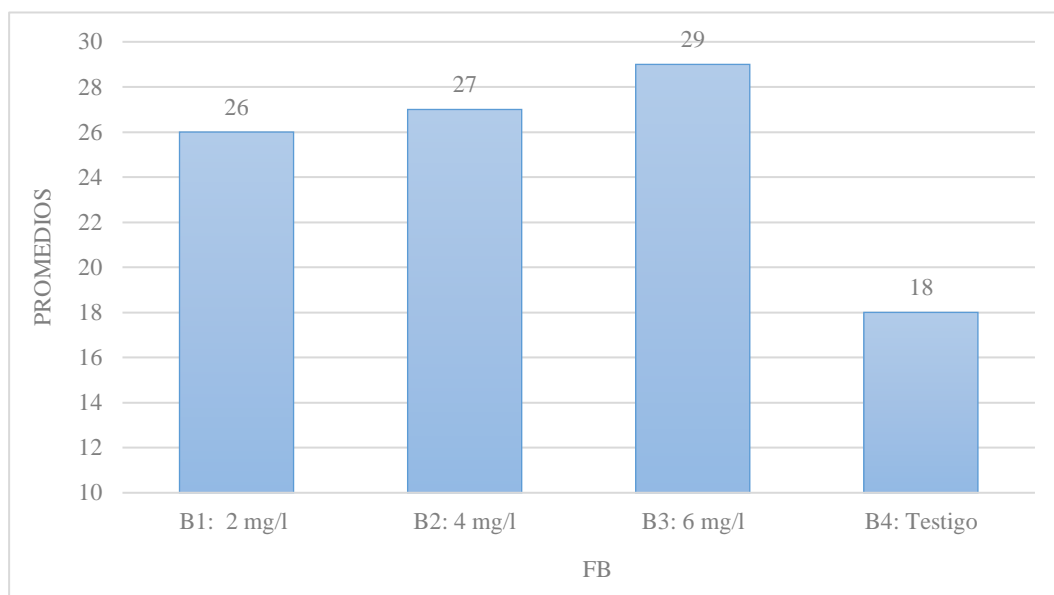
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el número de brotes por estaca (NBE)*

VARIABLE	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG
NBE	26	B	27	AB	29	A	18	C	25

*Nota:* MG= Media general; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 2**

*Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el número de brotes por estaca (NBE).*



La variable número de brotes por estaca (NBE) fue estadísticamente muy diferente, registró una media general de 25. El mayor promedio correspondió al B3: 6ml/l con 29 brotes, seguido del B2: 4mg/l con 27, en cambio que B1: 2 mg/l con 26, mientras que B4: Testigo registró el menor promedio de 18 brotes por estaca.

El número de brotes por estaca es un factor clave en la propagación vegetativa, ya que determina el vigor y capacidad de desarrollo de las plántulas. En este estudio, se observó que la aplicación de reguladores de crecimiento en diferentes concentraciones tuvo un efecto significativo en la emisión de brotes. El tratamiento B3, 6ml/l promovió un mayor número de brotes, lo que sugiere que una dosis

adecuada de fitohormonas puede estimular la activación de yemas y proliferación de brotes laterales. Esto puede deberse a la acción de las hormonas en la división celular y elongación de tejidos. El menor número de brotes registrado fue en el testigo indicando que, sin la aplicación de reguladores, la brotación es más limitada y depende de la capacidad endógena de la estaca para estimular el crecimiento.

**Tabla 10**

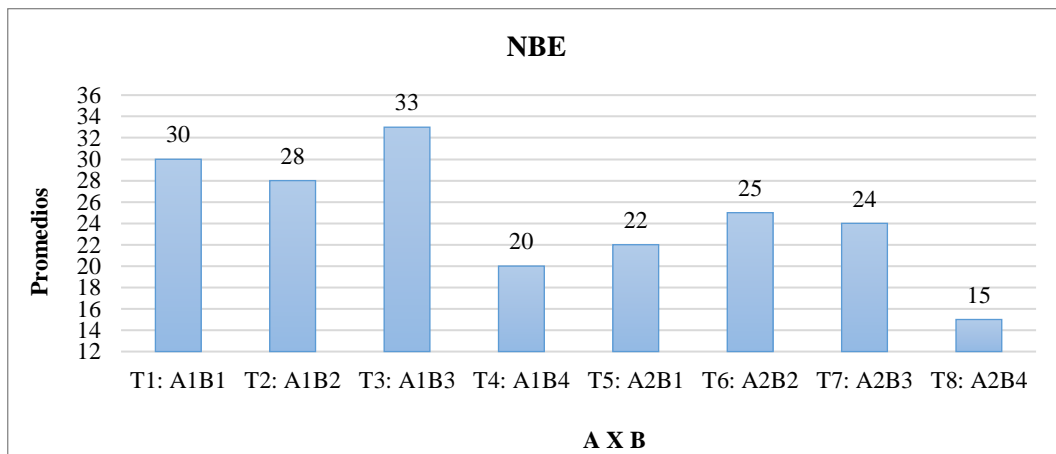
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el número de brotes por estaca (NBE).*

<b>Tra</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1	30	AB
T2	28	BC
T3	33	A
T4	20	F
T5	22	EF
T6	25	CD
T7	24	DE
T8	15	G

*Nota: \*\*=Altamente significativo Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

**Figura 3**

*Promedios para el número de brotes por estaca (NBE), en la interacción de factores (Ax B) fitohormonas por dosis de concentraciones*



Número de brotes por estaca (NBE), fue estadísticamente diferente, el tratamiento que registró el mayor promedio de número de brotes fue el tratamiento 3: A1B3 (Ácido indolacético + 6mg/l) con 33 brotes, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento 8: A2B4 (Testigo) con 15 brotes. La emisión de brotes en las estacas mostró una respuesta diferenciada dependiendo de la combinación de tratamientos aplicados, evidenciando la influencia de los reguladores de crecimiento. La mayor cantidad de brotes se obtuvo con la interacción de (Ácido indolacético + 6mg/l), lo que sugiere una acción sinérgica en la estimulación del crecimiento de nuevas estructuras vegetativas. La menor respuesta se registró en el tratamiento sin aplicación de estos compuestos (Testigo), lo que indica que el crecimiento natural de las yemas puede ser limitado sin la presencia de estímulos externos ciertos reguladores favorecen la activación de meristemos y diferenciación celular, lo que explica la variabilidad observada entre los tratamientos.

#### 4.1.3 Longitud de brotes (LB)

**Tabla 11**

*Resultados del análisis de regresión en longitud de brotes (LB).*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
LB	24	0.99	0.99

*Nota:* R<sup>2</sup>= Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

En el análisis de regresión lineal se observó un alto coeficiente de determinación con un 0.99 r<sup>2</sup> aj que representa el 99 % para la longitud de brotes (LB). Esto sugiere que la variabilidad en la longitud de los brotes estuvo fuertemente influenciada por los tratamientos aplicados, evidenciando un efecto significativo sobre esta variable.

**Tabla 12**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el LB.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
LB (***)	3	26.46	396.90	< 0.0001	6.08
Error	16				

De acuerdo al análisis de varianza obtenido en la longitud de brotes, se observaron diferencias estadísticas, donde el  $p$ -valor es  $<0.0001$ ; siendo la respuesta altamente significativa indicando que los tratamientos si influyeron en la variable.

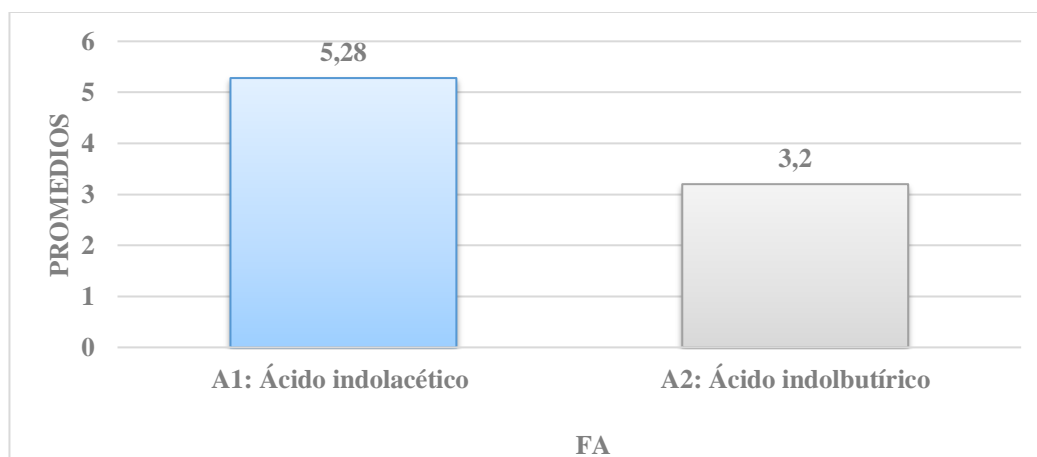
**Tabla 13**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en longitud de brotes (LB).*

VARIABLE	A1	R	A2	R	MG
LB	5.28	A	3.20	B	4.24

**Figura 4**

*Promedios del factor A (fitohormonas) para la longitud de brotes (LB)*



La respuesta del efecto de las fitohormonas auxínicas (AIA) y (AIB) fue estadísticamente muy significativa en relación con la variable longitud de brotes (LB), registró una media general de 4.24 cm, con un coeficiente de variación de 6.01%. El promedio mayor correspondió al A1: ácido indolacético con 5.28 cm, mientras que el menor promedio de longitud de brotes se registró en el A2: ácido indolbutírico con 3.2 cm.

Se puede deducir que la aplicación de las fitohormonas auxínicas (AIA) y (AIB) favorecen significativamente la elongación de brotes en las estacas de chamburo, mostrando una respuesta diferencial entre los tratamientos evaluados. Se observó

que una de las auxinas ácido indolacético promovió un crecimiento más vigoroso en comparación con el ácido indolbutírico, lo que sugiere una mayor capacidad para estimular la división y expansión celular en la fase inicial de desarrollo.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo reportado por Taiz y Zeiger (2021), quienes destacan que las auxinas juegan un papel crucial en la regulación del crecimiento de brotes, especialmente en la estimulación de la elongación celular mediante la activación de bombas de protones que acidifican la pared celular, facilitando su expansión. En este sentido, se ha observado que ciertas auxinas presentan mayor eficacia en la promoción del crecimiento de brotes, mientras que otras están más asociadas con el enraizamiento.

**Tabla 14**

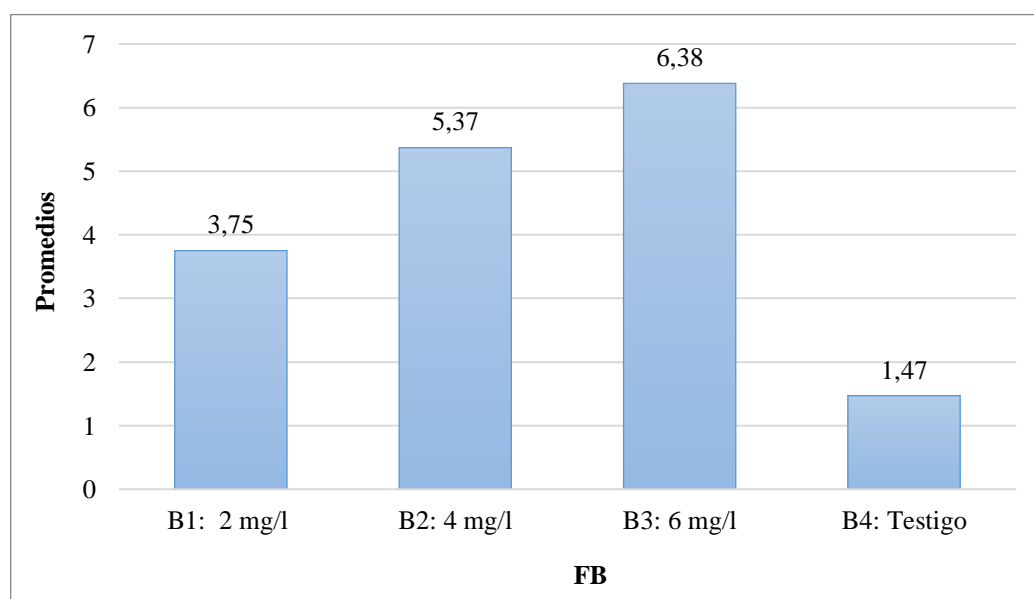
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en longitud de brotes (LB).*

VARIABLE	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG
NBE	26	B	27	AB	29	A	18	C	25

*Nota:* MG= Media general; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 5**

*Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de brotes (LB).*



Existió diferencias altamente significativas en la variable LB, registró una media general de 4.24 cm. El mayor promedio correspondió al B3: 6ml/l con 6.38 cm, seguido del B2: 4mg/l con 5.37 cm, en cambio que B1: 2 mg/l con 3.75 cm, mientras que B4: Testigo registró el menor promedio de 1.47 cm.

Lo que permite deducir que la aplicación de reguladores de crecimiento tuvo un impacto notable en la elongación de los brotes, reflejando una relación directa entre la concentración utilizada y respuesta en el crecimiento. El tratamiento B3: 6ml/l favoreció un mayor desarrollo en la longitud de brotes, lo que indica que una concentración adecuada estimula la división y expansión celular, promoviendo un crecimiento más vigoroso. El testigo presentó el menor desarrollo, lo que evidencia la limitada capacidad de crecimiento sin la aplicación de fitohormonas.

**Tabla 15**

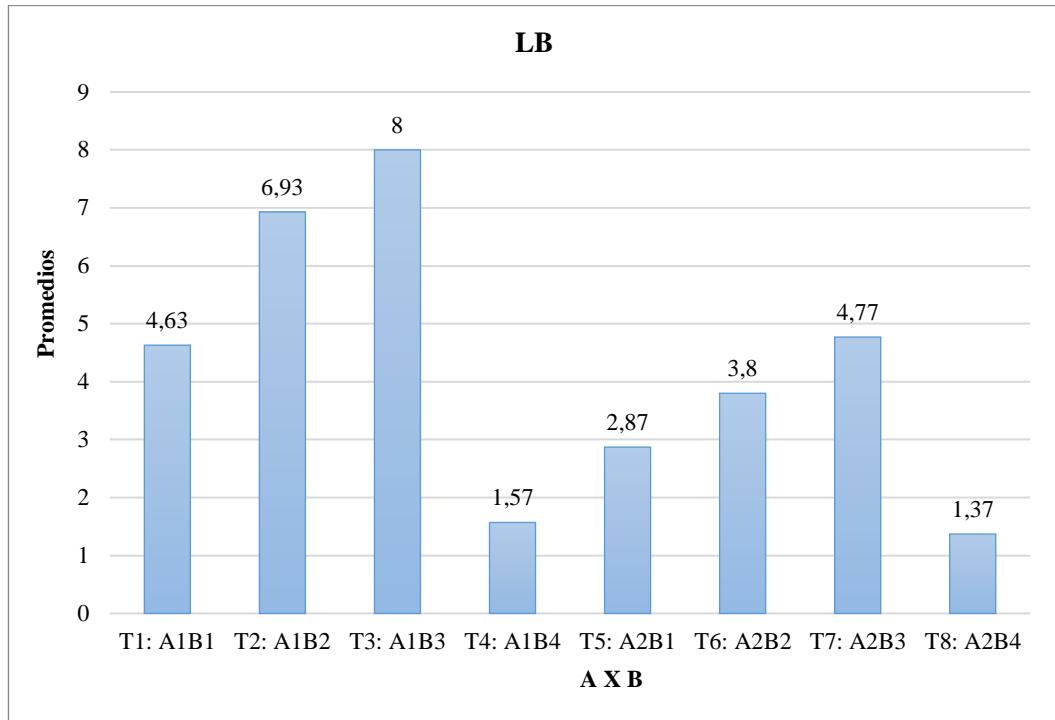
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en la longitud de brotes (LB).*

<b>Tra</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1	4.63	C
T2	6.93	B
T3	8	A
T4	1.57	F
T5	2.87	E
T6	3.80	D
T7	4.77	C
T8	1.37	F

*Nota: \*\*=Altamente significativo Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

**Figura 6**

*Promedios para la longitud de brotes (LB), en la interacción de factores (Ax B) fitohormonas por dosis de concentraciones*



La longitud de brotes (LB), fue estadísticamente muy diferente el tratamiento 3: A1B3 (Ácido indolacético + 6mg/l) registró el mayor promedio de longitud con 8 cm, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento 8: A2B4 (Testigo) con 1.37 cm.

El desarrollo en la longitud de los brotes presentó variaciones directas de los reguladores de crecimiento en la expansión de los tejidos vegetales. La combinación de (Ácido indolacético + 6mg/l) permitió un crecimiento más pronunciado, lo que sugiere un efecto positivo en los procesos de elongación celular y activación de meristemas. El tratamiento 8 (Testigo) sin aplicación de reguladores mostró el menor desarrollo, lo que evidencia la limitada capacidad de crecimiento en ausencia de estímulos hormonales.

#### 4.1.4 Número de hojas por estaca (NHE)

**Tabla 16**

*Resultados del análisis de regresión en el número de hojas por estaca (NHE)*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
NHE	24	0.97	0.96

*Nota:* R<sup>2</sup>= Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

El análisis de regresión lineal presentó un coeficiente de determinación con 0.96 r<sup>2</sup> aj que representa del 96 % para el número de hojas por estaca (NHE), lo que evidencia una fuerte correlación entre esta variable y los tratamientos aplicados. Este alto valor indica que la mayor parte de la variabilidad observada en el NHE puede explicarse por el efecto de las fitohormonas y sus dosis de aplicación. En consecuencia, se puede inferir que los reguladores de crecimiento ejercieron una influencia significativa en la emisión foliar, posiblemente al estimular la actividad meristemática y la diferenciación celular en las estacas.

**Tabla 17**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el NHE.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
NHE (***)	3	368.17	113.28	<0.0001	5.52
Error	16				

*Nota:* Significativo al \*\*\*p = 0.0001; \*\*p = 0.001; p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios.

En el análisis de varianza (ADEVA), se evidenciaron diferencias estadísticas altamente significativas en el número de hojas por estaca (NHE), tal como se muestra en la tabla anterior. El p-valor es < 0.0001 indicando que las variaciones observadas en esta variable tiene efecto del tratamiento aplicado. Este resultado sugiere que la relación del tipo o dosis de fitohormonas influyó de manera significativa en la capacidad de emisión de hojas en las estacas, posiblemente al estimular procesos fisiológicos.

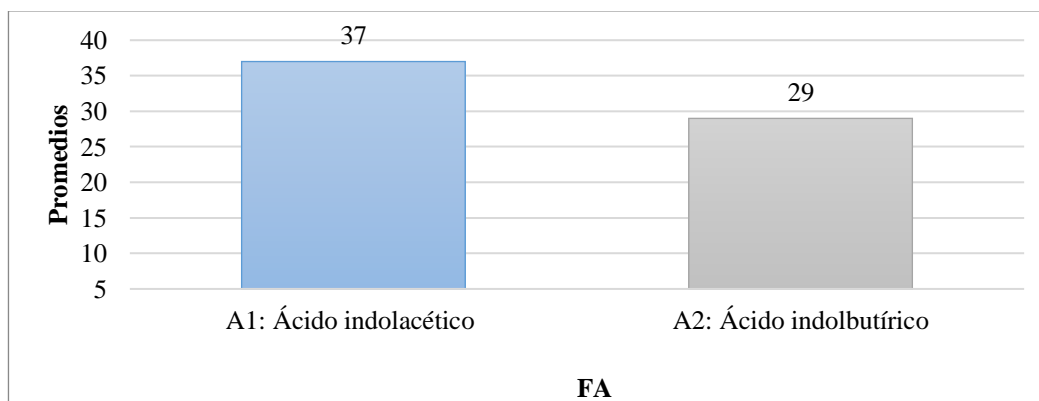
**Tabla 18**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de hojas por estaca (NHE).*

VARIABLE	A1	R	A2	R	MG
NHE	37	A	29	B	33

**Figura 7**

*Promedios del factor A (fitohormonas) para el número de hojas por estaca (NHE).*



La variable número de hojas por estaca (NHE), mostró diferencias, registró una media general de 33 hojas por estaca, con un coeficiente de variación de 5.52 %. El menor promedio de número de hojas por estaca se registró en el A2: ácido indolbutírico con 29 hojas, mientras que el promedio mayor correspondió al A1: ácido indolacético con 37 hojas/estaca.

El uso de reguladores de crecimiento influyó en el desarrollo foliar de las estacas, evidenciando diferencias en la respuesta según el tipo de fitohormona aplicada. Se observó que el ácido indolacético promovió un mayor desarrollo de hojas en comparación con el ácido indolbutírico, lo que sugiere una mayor eficiencia en la estimulación del crecimiento vegetativo. Esto se atribuye a su papel en la activación de procesos fisiológicos relacionados con la división celular y elongación de brotes, favoreciendo una mayor área fotosintética. Los reguladores de crecimiento desempeñan un papel crucial en la propagación vegetativa de muchas especies

agrícolas, ya que influyen en la emisión de hojas, la elongación de brotes y la diferenciación celular (Taiz & Zeiger, 2021).

**Tabla 19**

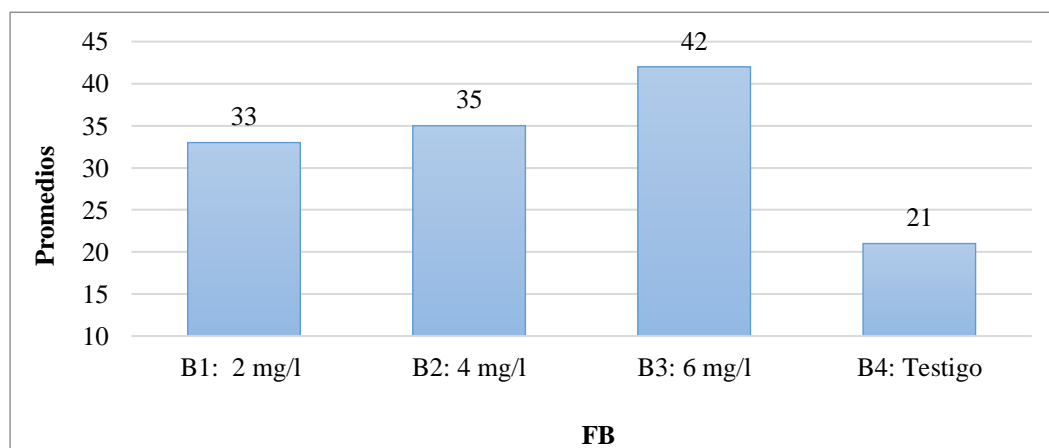
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el número de hojas por estaca (NHE).*

VARIABLE	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG
NHE	33	B	35	B	42	A	21	C	33

*Nota:* MG= Media general; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 8**

*Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el número de hojas por estaca (NHE).*



Existió diferencias altamente significativas en la variable NHE, registró una media general de 33. El mayor promedio correspondió al B3: 6ml/l con 42, seguido del B2: 4mg/l con 35, en cambio que B1: 2 mg/l con 33, mientras que B4: Testigo registró el menor promedio de 21.

La respuesta de las estacas en la emisión de hojas estuvo influenciada por la aplicación de reguladores de crecimiento, reflejando diferencias marcadas entre los tratamientos. EL B3: 6ml/l favoreció un incremento en la cantidad de hojas, lo que sugiere una activación más eficiente de los procesos fisiológicos relacionados con el desarrollo foliar. A medida que la dosis disminuyó, la cantidad de hojas también

fue menor, indicando que la disponibilidad del regulador juega un papel determinante en la estimulación del crecimiento. En ausencia de estos compuestos, B4: Testigo se observó una menor producción de hojas, lo que sugiere que el crecimiento natural de las estacas es limitado sin la presencia de estímulos hormonales externos.

**Tabla 20**

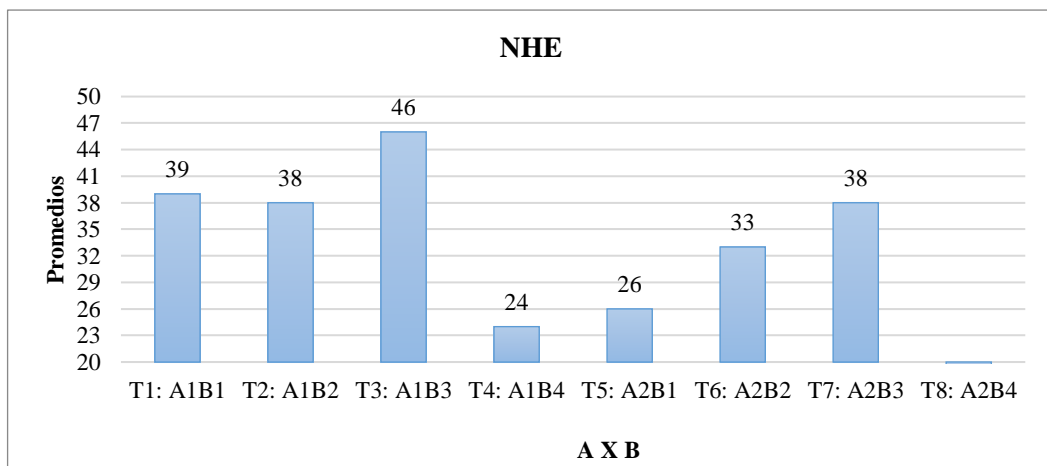
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el número de hojas por estaca (NHE).*

Tra	Medias	Rangos
T1	39	B
T2	38	BC
T3	46	A
T4	24	D
T5	26	D
T6	33	C
T7	38	BC
T8	18	E

*Nota: \*\*=Altamente significativo Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

**Figura 9**

*Promedios para el número de hojas por estaca (NHE), en la interacción de factores (Ax B) fitohormonas por dosis de concentraciones*



Para la variable agronómica número de hojas por estaca (NHE) fue estadísticamente muy diferente el tratamiento 3: A1B3 (Ácido indolacético + 6mg/l) registró el mayor promedio número de hojas con 46, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento 8: A2B4 (Testigo) con 18 hojas por estaca.

La interacción de ácido indolacético + 6mg/l promovió una mayor cantidad de hojas, lo que sugiere una influencia positiva en los procesos fisiológicos relacionados con la división celular y actividad metabólica. En la ausencia de reguladores resultó un menor desarrollo foliar, evidenciando la importancia de estos compuestos en la activación de los mecanismos responsables del crecimiento vegetativo. La permanencia de hojas en las estacas muestra una correlación directa altamente significativa, al indicar que a medida que se aumenta la concentración de (AIA), el tiempo de viabilidad de las estacas también aumenta el equilibrio hormonal es determinante en la expresión de genes involucrados en la diferenciación celular y producción de tejido fotosintético (Soza, 2022).

#### 4.1.5 Diámetro de estacas (DE)

**Tabla 21**

*Resultados del análisis de regresión en el diámetro de estacas (DE).*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
DE	24	0.67	0.53

*Nota:* R<sup>2</sup> = Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

Los resultados obtenidos del análisis de regresión lineal evidencian un coeficiente de determinación con un 0.53 r<sup>2</sup> aj que representa del 53 % para el diámetro de estacas (DE), lo cual indica que poco más de la mitad de la variabilidad observada en esta variable puede atribuirse a los tratamientos aplicados, particularmente al uso de fitohormonas y sus dosis. Aunque este valor no es extremadamente alto, sí sugiere una relación entre los factores evaluados. Esta respuesta podría estar vinculada a la influencia de las fitohormonas en el engrosamiento de tejidos, mediado por procesos como la división y expansión celular.

**Tabla 22**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el DE.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
DE (***)	3	2.87	20.32	0.0004	8.53
Error	16				

*Nota:* Significativo al \*\*\*p = 0.0001; \*\*p = 0.001; p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios.

En el análisis de varianza (ADEVA), se evidenciaron diferencias estadísticas altamente significativas en el diámetro de estaca (DE), tal como se muestra en la tabla anterior. El *p*-valor es < 0.0004 indicando que las variaciones observadas en esta variable tiene efecto del tratamiento aplicado.

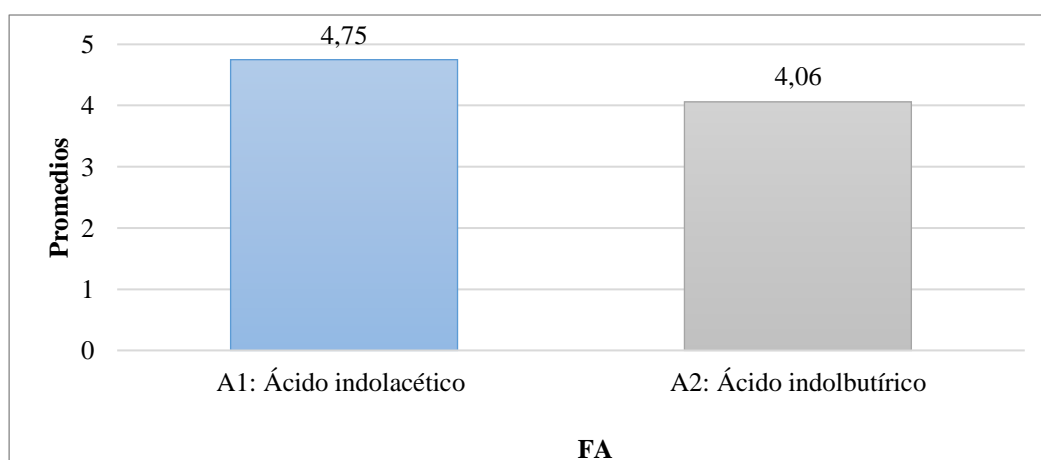
**Tabla 23**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de hojas por estaca (NHE).*

VARIABLE	A1	R	A2	R	MG
DE	4.75	A	4.06	B	4.40

**Figura 10**

*Promedios del factor A (fitohormonas) para el diámetro de estacas (DE).*



La respuesta del efecto de las fitohormonas auxínicas (AIA) y (AIB) fue estadísticamente diferente en relación con la variable diámetro de estacas (DE), mostró diferencias, registró una media general de 4.40 cm, con un coeficiente de variación de 8.53%. El mayor promedio correspondió al A1: ácido indolacético con 4.75 cm de diámetro de estaca, mientras que el promedio menor se registró en el A2: ácido indolbutírico con 4.06 cm.

El ácido indolacético promovió un mayor desarrollo en grosor de las estacas en comparación con el ácido indolbutírico, lo que sugiere una mayor eficiencia en la activación de procesos relacionados con la división y expansión celular.

El AIA es una auxina de origen natural que regula el crecimiento apical y la plasticidad celular, promoviendo el desarrollo de brotes y engrosamiento del tallo. En cambio, el AIB es una auxina sintética más estable, ampliamente utilizada para inducir el enraizamiento en estacas y favorecer la formación de raíces adventicias. La aplicación de estas fitohormonas en la propagación vegetativa permite optimizar la calidad de las plantas producidas, mejorando su capacidad de adaptación al trasplante y su desempeño en campo (Raven et al., 2020).

**Tabla 24**

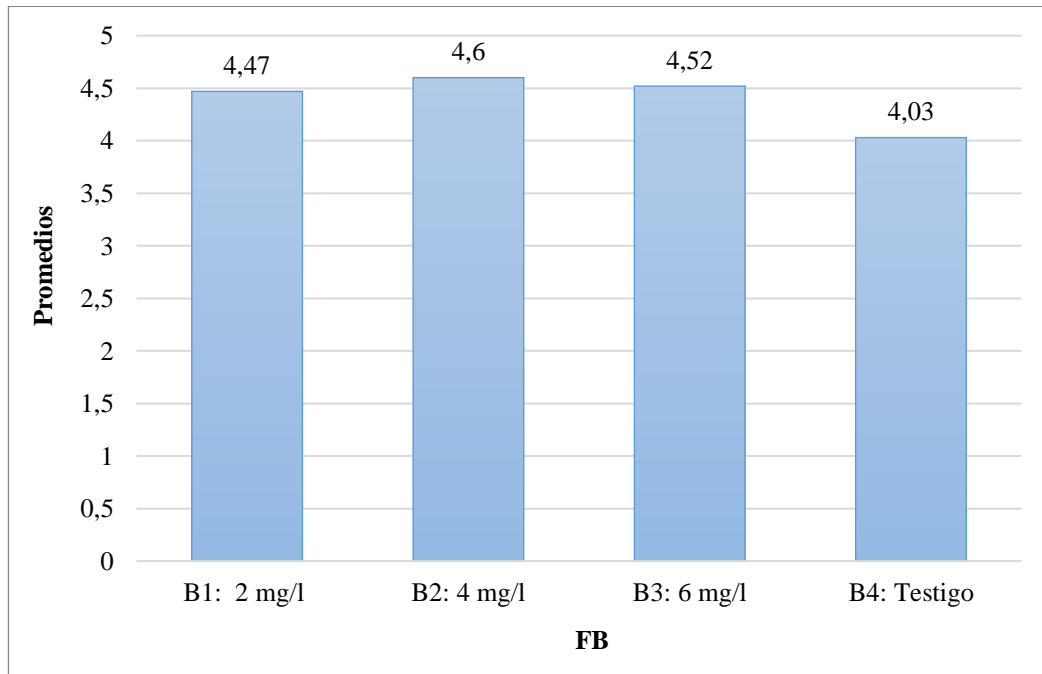
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el diámetro de estacas (DE).*

<b>VARIABLE</b>	<b>B1</b>	<b>R</b>	<b>B2</b>	<b>R</b>	<b>B3</b>	<b>R</b>	<b>B4</b>	<b>R</b>	<b>MG</b>
DE	4.47	A	4.60	AB	4.52	B	4.03	AB	4.40

*Nota:* MG= Media general; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 11**

*Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el diámetro de estacas (DE).*



Existió diferencias significativas en la variable DE, registró una media general de 4.40 cm. El mayor promedio correspondió al B2: 4ml/l con 4.60 cm, seguido del B3: 6mg/l con 4.52 cm, en cambio que B1: 2 mg/l con 4.47 cm, mientras que B4: Testigo registró el menor promedio de 4.03 cm.

Estos resultados sugieren que la aplicación de fitohormonas influyó positivamente en el engrosamiento de las estacas, siendo evidente una respuesta dosis-dependiente hasta cierto punto. El desempeño superior de B2 indica que una dosis intermedia es la más efectiva para estimular el crecimiento, posiblemente por optimizar la actividad cambial sin generar efectos inhibitorios que pueden ocurrir a concentraciones más altas. La marcada diferencia con el testigo reafirma la importancia del uso de reguladores de crecimiento en la mejora de características clave para el establecimiento de estacas.

**Tabla 25**

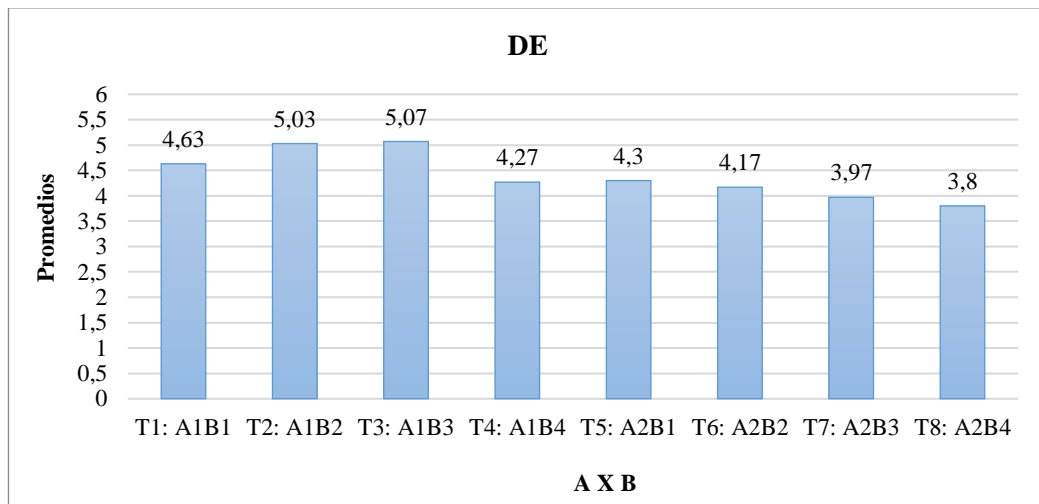
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el diámetro de estacas (DE).*

Tra	Medias	Rangos
T1	4.63	AB
T2	5.03	A
T3	5.07	A
T4	4.27	AB
T5	4.30	AB
T6	4.17	AB
T7	3.97	B
T8	3.80	B

*Nota: \*\*=Altamente significativo Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

**Figura 12**

*Promedios para el diámetro de estacas (DE), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones*



Para la variable agronómica diámetro de estacas (DE), estadísticamente diferente el tratamiento 3: A1B3 (Ácido indolacético + 6mg/l) registró el mayor promedio de diámetro con 5.07 cm, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento 8: A2B4 (Testigo) con 3.8 cm.

El grosor de las estacas mostró variaciones en función de los tratamientos aplicados, reflejando la influencia de los reguladores de crecimiento en el desarrollo estructural. La combinación de (Ácido indolacético + 6mg/l) favoreció un mayor diámetro, lo que indica que este regulador desempeña un papel importante en la estimulación del crecimiento y acumulación de biomasa en los tejidos. En comparación, con el (Testigo) que resultó en un menor desarrollo, lo que sugiere que el crecimiento natural es más limitado.

La acción de las fitohormonas está directamente relacionada con la diferenciación de tejidos vasculares y engrosamiento del tallo, permitiendo una mayor resistencia mecánica y eficiencia en la conducción de agua y nutrientes (Zavala, 2020).

#### 4.1.6 Longitud de estacas (LE)

**Tabla 26**

*Resultados del análisis de regresión en la longitud de estacas (LE)*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
LE	24	0.76	0.65

*Nota:* R<sup>2</sup> = Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

Los resultados obtenidos del análisis de regresión lineal evidencian un coeficiente de determinación con 0.65 r<sup>2</sup> aj que representa del 65 % para la longitud de estacas (LE), lo cual indica que la variabilidad observada en esta variable puede atribuirse a las fitohormonas y sus diferentes dosis.

**Tabla 27**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el LE.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
LE (***)	3	266.67	20.03	0.0004	6.44
Error	16				

*Nota:* Significativo al \*\*\*p = 0.0001; \*\*p = 0.001; p < 0.05; Ns = no significativo; CV = Coeficiente de variación; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrados medios.

En cuanto al análisis de varianza (ADEVA), se evidenciaron diferencias estadísticas altamente significativas en la longitud de estacas (LE), tal como se muestra en la tabla anterior. El  $p$ -valor es  $< 0.0004$  indicando que las variaciones observadas en esta variable tiene efecto del tratamiento aplicado.

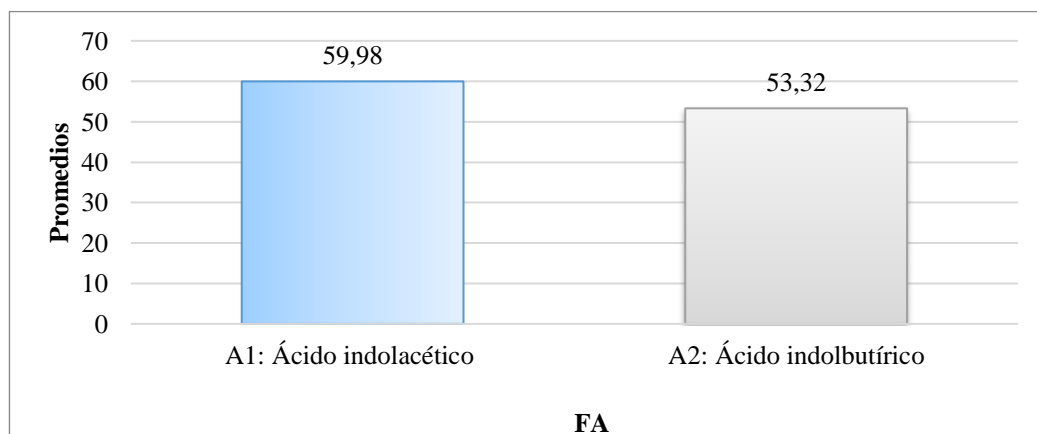
**Tabla 28**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en la longitud de estacas (LE).*

VARIABLE	A1	R	A2	R	MG
LE	59.98	A	53.32	B	56.65

**Figura 13**

*Promedios del factor A (fitohormonas) para la longitud de estacas (LE).*



La respuesta del efecto de las fitohormonas auxínicas (AIA) y (AIB), estadísticamente diferente en relación con la variable longitud de estaca (LE), registró una media general de 56.65 cm, con un coeficiente de variación de 6.44%. El mayor promedio de longitud de estaca correspondió al A1: ácido indolacético con 59.98 cm, mientras que el promedio menor se registró en el A2: ácido indolbutírico con 53.32 cm.

El ácido indolacético promovió un mayor crecimiento lo que sugiere que su acción favorece una elongación más efectiva de las estacas. Mientras que el ácido

indolbutírico, aunque ampliamente utilizado en la propagación vegetativa, mostró una menor respuesta en términos de longitud.

**Tabla 29**

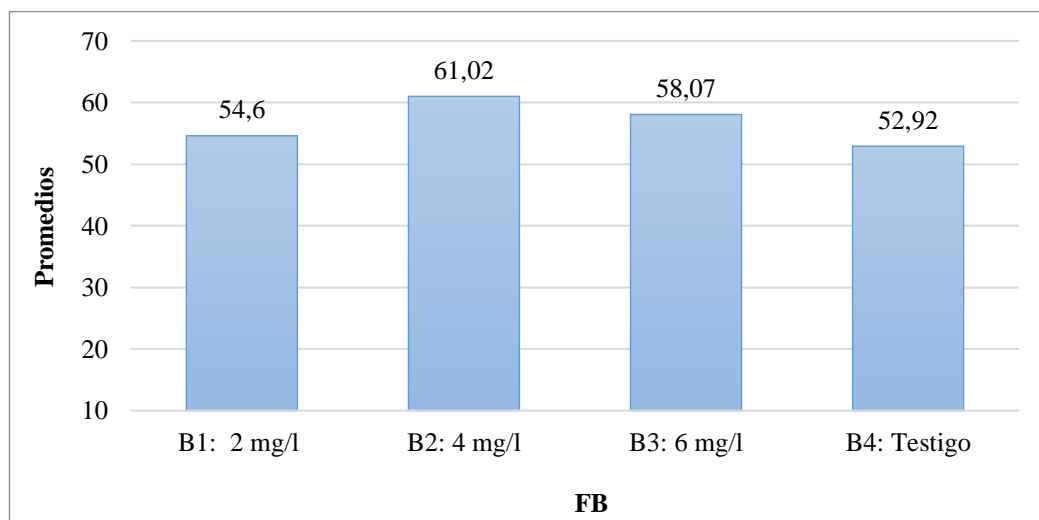
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de estacas (LE)*

VARIABLE	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG
LE	54.60	B	61.02	A	58.07	AB	52.92	B	56.65

*Nota:* MG= Media general; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 14**

*Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de estacas (LE).*



La variable LE, fue estadísticamente muy diferente, registró una media general de 56.65. El mayor promedio correspondió al B2: 4mg/l con 61.02 cm, seguido del B3: 6ml/l con 58.07 cm, en cambio que B1: 2 mg/l con 54.6 cm, mientras que B4: Testigo registró el menor promedio de 52.92 cm.

El crecimiento en longitud de estacas presentó variaciones en función de los tratamientos aplicados. La mayor longitud se obtuvo B2: 4mg/l, lo que indica que la dosis óptima puede potenciar el desarrollo de la estaca. A medida que la concentración aumentó o disminuyó, la respuesta fue menos pronunciada, lo que

sugiere que un equilibrio adecuado en la aplicación de estos compuestos es clave para maximizar el crecimiento. En ausencia de reguladores B4: Testigo, mostraron un menor desarrollo, lo que resalta la importancia de estas sustancias en la activación de los mecanismos responsables del alargamiento celular.

**Tabla 30**

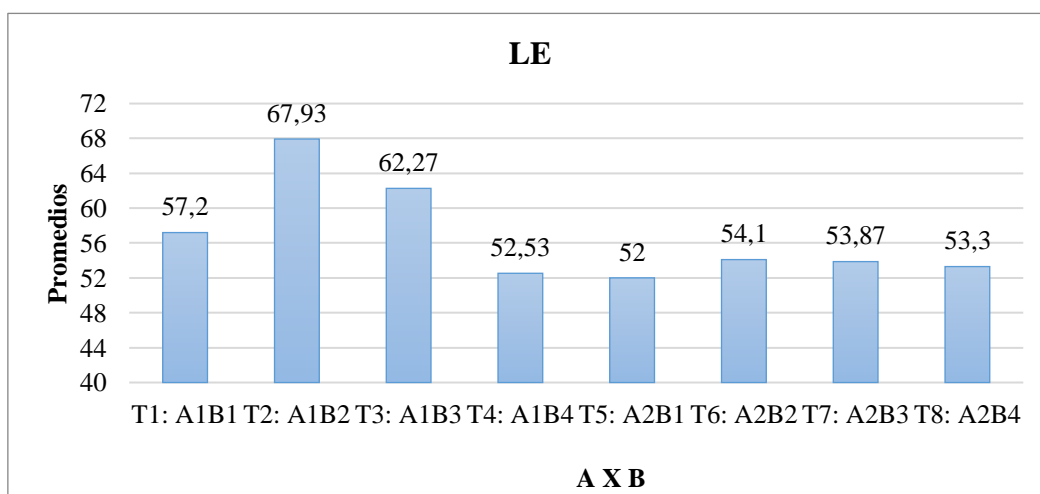
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en la longitud de estacas (LE)*

<b>Tra</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1	57.20	B
T2	67.93	A
T3	62.27	AB
T4	52.53	B
T5	52	B
T6	54.10	B
T7	53.87	B
T8	53.30	B

*Nota: \*\*=Altamente significativo Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

**Figura 15**

*Promedios para la longitud de estacas (LE), en la interacción de factores (Ax B) fitohormonas por dosis de concentraciones*



Para la variable agronómica longitud de estacas (LE), fue estadísticamente diferente, el tratamiento que registró el mayor promedio de longitud fue el tratamiento 2: A1B2 (Ácido indolacético + 4mg/l) con 67.93 cm, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento 4: A1B4 (Testigo) con 52.53 cm.

Este comportamiento sugiere que la aplicación de ácido indolacético en dosis adecuadas estimula significativamente el alargamiento de las estacas, probablemente al promover la división y elongación celular en los tejidos meristemáticos. La diferencia entre tratamientos destaca el potencial del AIA como herramienta biotecnológica para mejorar parámetros morfológicos clave en la propagación vegetativa.

#### 4.1.7 Número de raíces (NR)

**Tabla 31**

*Resultados del análisis de regresión en el número de raíces (NR).*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
NR	24	0.94	0.92

*Nota:* R<sup>2</sup> = Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

El análisis de regresión lineal mostró un coeficiente de determinación con 0.92 r<sup>2</sup> aj que representa del 92 % para el número de raíces (NR), lo cual indica que una proporción considerable de la variabilidad observada en esta característica puede ser por el efecto de las fitohormonas. Este alto valor sugiere que los reguladores de crecimiento desempeñaron un papel clave en la inducción y formación de raíces.

**Tabla 32**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el NR.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
NR (***)	1	80.67	92.19	<0.0001	15.17
Error	16				

*Nota:* Significativo al \*\*\*p = 0.0001; \*\*p = 0.001; p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios.

En cuanto al análisis de varianza (ADEVA), se evidenciaron diferencias estadísticas altamente significativas en el número de raíces (NR), tal como se muestra en la tabla anterior. El  $p$ -valor es  $< 0.0001$  indicando que las variaciones observadas en esta variable tiene efecto del tratamiento aplicado.

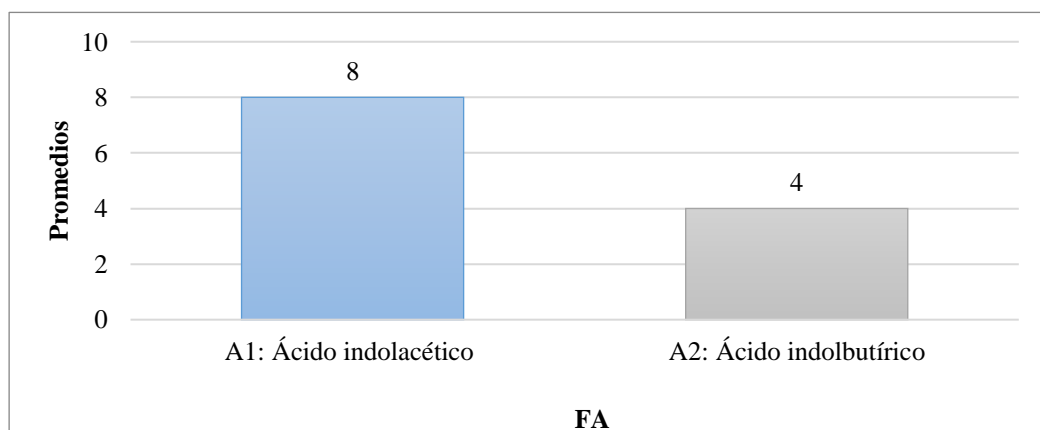
**Tabla 33**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el número de raíces (NR).*

VARIABLE	A1	R	A2	R	MG
NR	8	A	4	B	6

**Figura 16**

*Promedios del factor A (fitohormonas) para el número de raíces (NR).*



La variable número de raíces (NR) estadísticamente muy diferente, registró una media general de 6 raíces, con un coeficiente de variación de 15.17%. El mayor promedio de número de raíces correspondió al A1: ácido indolacético con 8, mientras que el promedio menor se registró en el A2: ácido indolbutírico con 4 raíces.

Se observó que el uso de ácido indolacético promovió una mayor emisión de raíces en comparación con el ácido indolbutírico, lo que sugiere una mayor eficiencia en la activación de los procesos fisiológicos relacionados con la formación de raíces adventicias.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Hartmann et al. (2018), quienes indican que el ácido indolacético, al ser una auxina de origen natural, tiene un papel clave en la diferenciación celular y inducción de raíces en especies leñosas.

El desarrollo radicular en estacas es un factor clave en la propagación vegetativa, ya que influye en la capacidad de absorción de agua y nutrientes, lo que determina el éxito del establecimiento en campo (Hartmann et al, 2018).

**Tabla 34**

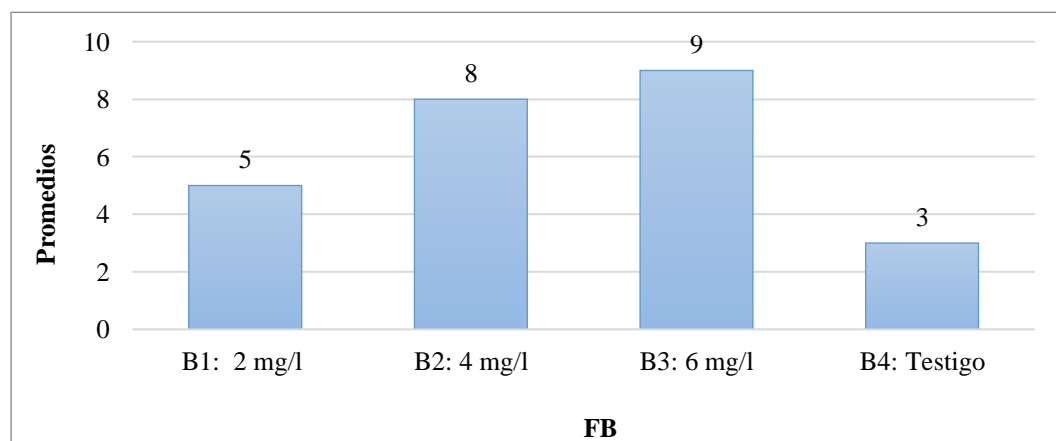
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) el número de raíces (NR).*

VARIABLE	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG
NR	5	B	8	A	9	A	3	C	6

*Nota:* MG= Media general; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 17**

*Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en el número de raíces (NR)*



En cuanto al NR, fue estadísticamente muy diferente, registró una media general de 6. El mayor promedio correspondió al B3: 6ml/l con 9, seguido del B2: 4mg/l con 8, en cambio que B1: 2mg/l con 5, mientras que B4: Testigo registró el menor promedio de 3.

La formación de raíces en las estacas varió según el tratamiento, reflejando la influencia de los reguladores de crecimiento. La mayor cantidad de raíces se obtuvo

B3: 6ml/l, lo que sugiere que el estímulo hormonal favoreció la diferenciación y proliferación de estructuras radiculares. Conforme la dosis se redujo, también lo hizo la respuesta en la emisión de raíces, lo que indica que la disponibilidad del compuesto juega un papel clave en la activación de los mecanismos responsables del enraizamiento. En ausencia de reguladores, B4: Testigo se observó una menor cantidad de raíces, evidenciando la importancia de estos compuestos para potenciar el desarrollo del sistema radicular.

**Tabla 35**

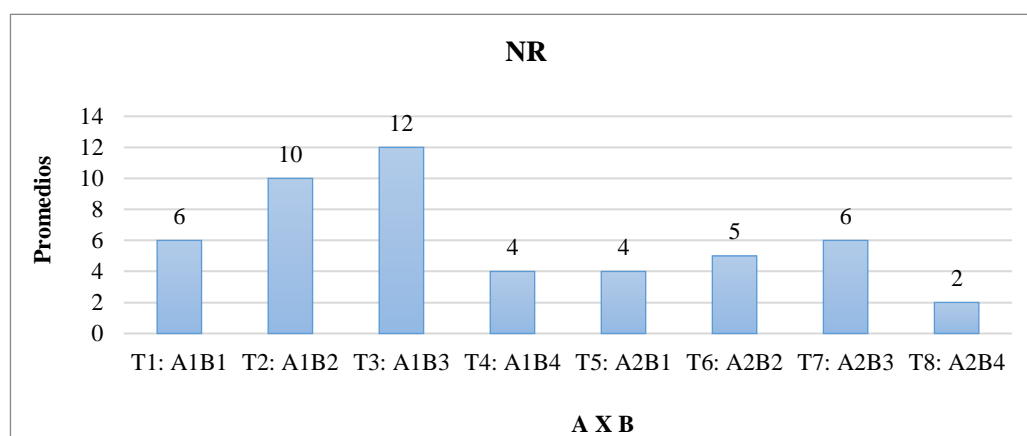
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el número de raíces (NR).*

Tra	Medias	Rangos
T1	6	B
T2	10	A
T3	12	A
T4	4	BC
T5	4	BC
T6	5	B
T7	6	B
T8	2	C

*Nota: \*\*=Altamente significativo Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

**Figura 18**

*Promedios para el número de raíces (NR), en la interacción de factores (Ax B) fitohormonas por dosis de concentraciones*



La respuesta del efecto de las fitohormonas auxínicas por dosis de concentración en el número de raíz (NR) fue estadísticamente diferente, el tratamiento 3: A1B3 (Ácido indolacético + 6mg/l) registró el mayor promedio con 12, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento 8: A2B4 (Testigo) con 2.

Esta diferencia evidencia el efecto estimulante del AIA sobre la formación de raíces adventicias, asociado a su acción directa sobre la diferenciación celular en la zona de contacto con el sustrato. La dosis de 6 mg/l representa un umbral óptimo para maximizar la respuesta fisiológica sin inducir efectos tóxicos o de inhibición, lo cual refuerza la importancia del ajuste preciso de la concentración hormonal en procesos de enraizamiento. La ausencia de auxinas en el tratamiento testigo limita significativamente este proceso.

#### 4.1.8 Longitud de raíz (LR)

**Tabla 36**

*Resultados del análisis de regresión en la longitud de raíz (LR).*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
LR	24	0.96	0.94

*Nota:* R<sup>2</sup> = Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

El análisis de regresión lineal mostró un coeficiente de determinación con 0.94 r<sup>2</sup> aj que representa del 94 % para la longitud de raíz (LR), lo cual indica que una proporción considerable de la variabilidad observada en esta característica puede ser explicada por el efecto de las fitohormonas.

**Tabla 37**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en el LR.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
LR (***)	1	49.31	103.80	<0.0001	11.13
Error	16				

*Nota:* Significativo al \*\*\*p = 0.0001; \*\*p = 0.001; p < 0.05; Ns = no significativo; CV = Coeficiente de variación; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrados medios.

En cuanto al análisis de varianza (ADEVA), se evidenciaron diferencias estadísticas altamente significativas en la longitud de raíces (LR), tal como se muestra en la tabla anterior. El  $p$ -valor es  $< 0.0001$  indicando que las variaciones observadas en esta variable tiene efecto positivo.

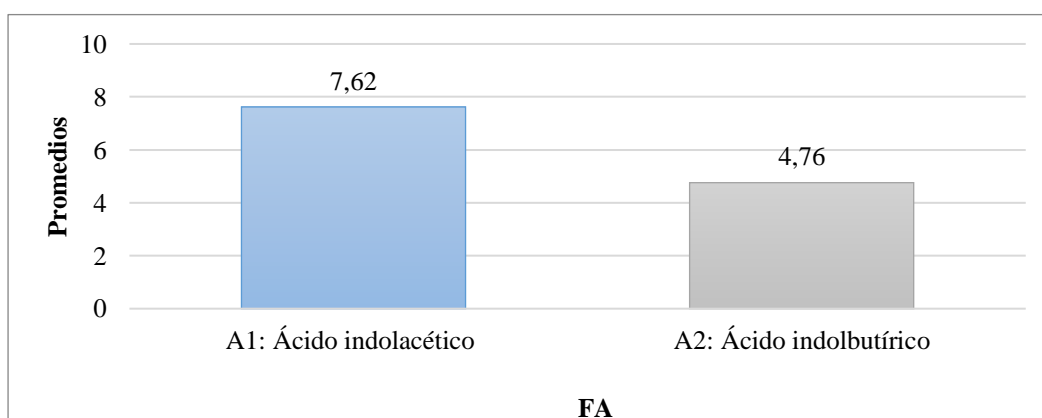
**Tabla 38**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en la longitud de raíz (LR).*

VARIABLE	A1	R	A2	R	MG
LR	7.62	A	4.76	B	6.19

**Figura 19**

*Promedios del factor A (fitohormonas) para la longitud de raíz (LR)*



La respuesta del efecto de las fitohormonas auxínicas (AIA) y (AIB), en relación con la variable longitud de raíz (LR) estadísticamente fue diferente, registró una media general de 6.19 cm, con un coeficiente de variación de 11.13%. El mayor correspondió al A1: ácido indolacético con 7.62 cm, mientras que el menor promedio de longitud de raíz se registró en el A2: ácido indolbutírico con 4.76 cm.

El ácido indolacético promovió un mayor crecimiento radicular lo que sugiere que su acción favorece una elongación más efectiva de las raíces. Mientras que el ácido indolbutírico, aunque ampliamente utilizado en la propagación vegetativa, mostró

una menor respuesta en términos de longitud radicular, lo que podría deberse a diferencias en la sensibilidad del tejido vegetal

Esto indica que la elección del regulador de crecimiento no solo debe considerar la cantidad de raíces inducidas, sino también su calidad y funcionalidad, aspectos esenciales para la adaptación de las plántulas en campo y su desempeño a largo plazo. La longitud de la raíz es un factor determinante en la eficiencia de absorción de agua y nutrientes, lo que influye directamente en el establecimiento y vigor de las plantas propagadas por estacas (Mariño, 2021).

**Tabla 39**

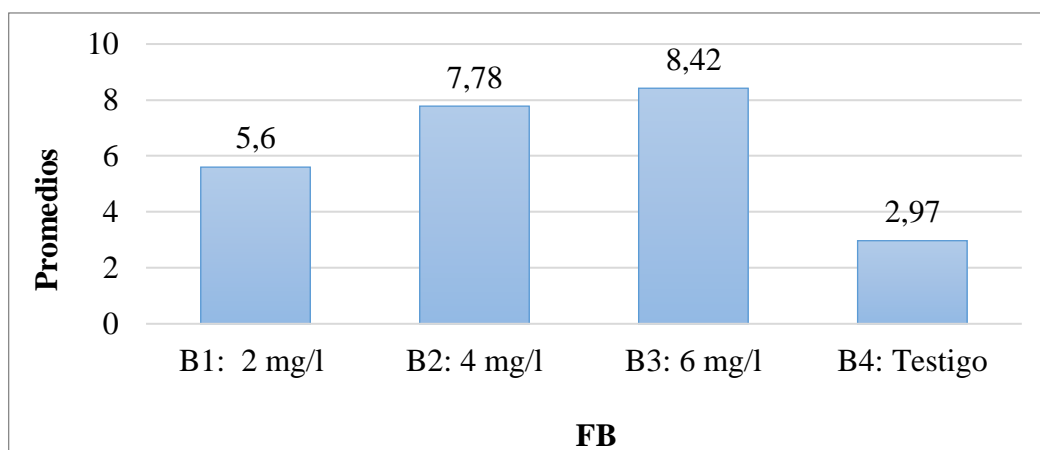
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de raíz (LR).*

VARIABLE	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG
LR	5.60	A	7.78	B	8.42	AB	2.97	C	6.19

*Nota:* MG= Media general; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 20**

*Promedios del factor B (Dosis de concentraciones) en la longitud de raíces (LR)*



En cuanto al LR, fue estadísticamente muy diferente, registró una media general de 6.19. El mayor promedio correspondió al B3: 6ml/l con 8.42 cm, seguido del B2: 4mg/l con 7.78 cm, en cambio que B1: 2mg/l con 5.60 cm, mientras que B4: Testigo registró el menor promedio de 2.97 cm.

Estos resultados evidencian una respuesta al uso de auxinas, particularmente del ácido indolacético (AIA), en la elongación radicular. El efecto positivo observado en B3 puede atribuirse a la capacidad del AIA para estimular la división celular en la zona meristemática de la raíz, así como la expansión celular en tejidos diferenciados, sugiere que una dosis de 6 mg/l optimiza este proceso fisiológico, sin generar efectos de toxicidad. Por su parte, el bajo desempeño del tratamiento sin fitohormonas resalta la importancia de su aplicación en fases tempranas del enraizamiento.

**Tabla 40**

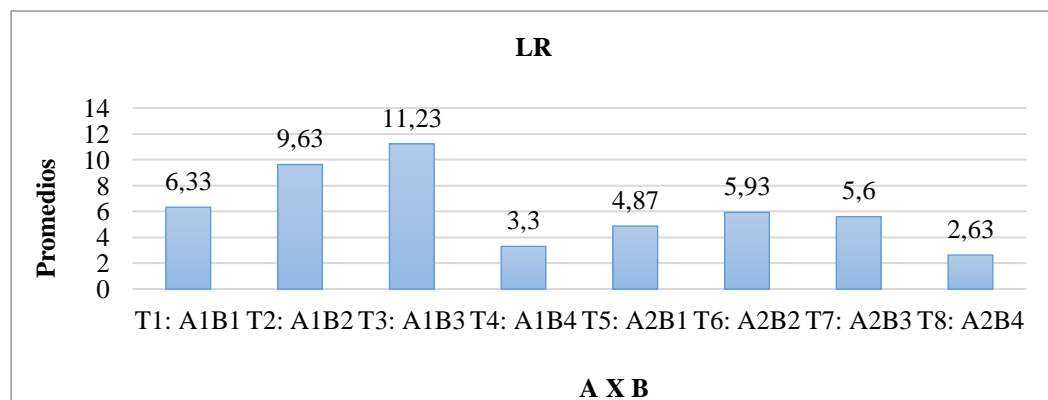
*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en la longitud de raíz (LR).*

<b>Tra</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1	6.33	B
T2	9.63	A
T3	11.23	A
T4	3.3	CD
T5	4.87	BC
T6	5.93	B
T7	5.60	B
T8	2.63	D

*Nota: \*\*=Altamente significativo Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

**Figura 21**

*Promedios para la longitud de raíces (LR), en la interacción de factores (AxB) fitohormonas por dosis de concentraciones*



La respuesta del efecto de las fitohormonas auxínicas por dosis de concentración en la longitud de raíz (LR) estadísticamente muy diferente el tratamiento 3: A1B3 (Ácido indolacético + 6mg/l) registró el mayor promedio con 11.23 cm, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento 8: A2B4 (Testigo) con 2.63 cm.

Estos datos permiten inferir que la concentración de 6 mg/L de AIA representa una dosis fisiológicamente eficiente para inducir y sostener el crecimiento de raíces en estacas, posiblemente al activar genes implicados en la elongación celular y en la expansión del tejido radicular. Se sugiere considerar este tratamiento (A1B3) como una estrategia viable para mejorar la eficiencia en la propagación vegetativa, particularmente en especies con dificultades de enraizamiento.

#### 4.1.9 Porcentaje de sobrevivencia (PS)

**Tabla 41**

*Resultados del análisis de regresión lineal en el porcentaje de sobrevivencia (PS).*

VARIABLE	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
PS	24	0.28	0.00

*Nota:* R<sup>2</sup> = Coeficiente de regresión, R<sup>2</sup>Aj = Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, la variable porcentaje de sobrevivencia (PS) no mostró variabilidad entre tratamientos, registrando un valor constante del 0 % de mortalidad, lo que indica que las fitohormonas aplicadas no tuvieron efecto significativo sobre esta variable. Esto sugiere que la sobrevivencia de las estacas no dependió de la aplicación de auxinas ni de sus concentraciones, sino posiblemente de otros factores como el manejo agronómico, condiciones ambientales o características del material vegetal.

**Tabla 42**

*Resultados del análisis de varianza ADEVA, en los PS.*

VARIABLE	GL	CM	F	p-valor	CV %
PS (ns)	1	4.17	0.08	0.7851	7.52
Error	16				

De acuerdo con el análisis de varianza detallado en la tabla anterior, la variable días a la brotación (DB) presentó un valor de P 0.7851, lo que indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Por tanto, se concluye que los tratamientos fueron estadísticamente similares para esta variable, considerando un nivel de significancia de  $P > 0.05$ .

**Tabla 43**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A (Fitohormonas) en el porcentaje de sobrevivencia (PS).*

<b>Variables</b>	<b>A1</b>	<b>R</b>	<b>A2</b>	<b>R</b>	<b>MG</b>
PS	98.33	A	97.50	A	97.92

De acuerdo a los análisis estadísticos de la prueba de Tukey al 5 % en el Factor A fitohormonas auxínicas ácido indolacético y ácido indolbutírico en la propagación de estacas de chamburo, corroboran con el análisis de varianza (ADEVA) que la variable; PS fue similar, a  $P > 0.05$ .

**Tabla 44**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor B (Dosis de concentraciones) en el porcentaje de sobrevivencia (PS).*

<b>VARIABLE</b>	<b>B1</b>	<b>R</b>	<b>B2</b>	<b>R</b>	<b>B3</b>	<b>R</b>	<b>B4</b>	<b>R</b>	<b>MG</b>
PS	100	A	100	A	100	A	91.67	A	97.92

*Nota:* NS=No significativo MG= Media general Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

En base a los análisis estadísticos realizados mediante la prueba de Tukey al 5 % para el Factor B, se corroboran los resultados del análisis de varianza (ADEVA), indicando que la variable PS no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, con un valor de  $P > 0.05$ . No obstante, se evidenció un efecto numérico.

**Tabla 45**

*Resultados de la prueba de TUKEY en el Factor A X B en el porcentaje de sobrevivencia (PS).*

<b>Tra</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1	100	A
T2	100	A
T3	100	A
T4	93.33	A
T5	100	A
T6	100	A
T7	100	A
T8	100	A

*Nota:* NS=No significativo; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

De acuerdo con el análisis de varianza para la interacción de los factores A × B (fitohormonas × dosis de concentración), detallado en la Tabla 45, no se observaron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de sobrevivencia (PS) entre los tratamientos, con un valor de  $P > 0.05$ . Esto indica que, independientemente del tipo de fitohormona y su dosis aplicada, la sobrevivencia de las estacas fue estadísticamente similar.

#### 4.1.10 Análisis de correlación

**Tabla 8**

*Resultados del análisis de correlación de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el diámetro de estacas (variable dependiente Y).*

<b>Variabes independientes (Xs) componentes diámetro de estacas (DE).</b>	<b>Coefficiente de correlación (r)</b>
Número de brotes por estaca (NBE)	0.67 **
Longitud de brotes (LB)	0.69 **
Número de hojas por estaca (NHE)	0.58 *
Número de raíces (NR)	0.69 **
Longitud de raíz (LR)	0.75 **

*Nota descripción de la nomenclatura: \*\*= Altamente significativo: \*= Significativo*

#### **Coefficiente de correlación (r)**

En esta investigación, se observó que, dentro de los componentes diámetro de estacas, existieron correlaciones significativas, altamente significativas y positivas en las variables: Número de brotes por estaca (NBE), longitud de brotes (LB), número de hojas por estaca (NHE), número de raíces (NR) y longitud de raíz (LR).

## 4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Dado que los resultados de la prueba de separación de medias muestran diferencias estadísticamente significativas y altamente significativas entre los factores en estudio, esto respalda la hipótesis alterna ( $H_1$ ) la cual planteaba que las dosis de fitohormonas influyen en la propagación asexual de la planta de chamburo, y que dicha influencia está condicionada por la interacción genotipo-ambiente.

Esta afirmación se ve reforzada por los resultados del análisis de regresión lineal, que evidencian altos coeficientes de determinación para varias de las variables evaluadas: 95% para el número de brotes por estaca (NBE), 99% para la longitud de brotes (LB), 96% para el número de hojas por estaca (NHE), 92% para el número de raíces (NR) y 94% para la longitud de raíz (LR). En contraste, se obtuvieron coeficientes de determinación más bajos para el diámetro de estaca (DE), con un 53%, y para la longitud de estaca (LE), con un 65%.

Por lo tanto, en base a los resultados presentados y las diferencias estadísticamente significativas y altamente significativas mostradas en esta investigación, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Hay evidencia estadística de que las variables estudiadas tienen un impacto significativo y altamente significativas en la propagación asexual a través de estacas en chamburo utilizando fitohormonas auxínicas (AIA y AIB) en la investigación.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- El uso de ácido indolacético Fito hormonas mostró una respuesta favorable en las variables de crecimiento, incluyendo el número de brotes por estaca (NBE), la longitud de brotes (LB), el número de hojas por estaca (NHE), el número de raíces (NR) y la longitud de raíz (LR), evidenciando su efecto en el desarrollo vegetativo de las plantas.
- El tratamiento más efectivo (Dosis de concentración) en la propagación de estacas de chamburo fue 6 mg/l, mismo que promovió un desarrollo significativo en el número y longitud de brotes, formación y longitud de raíces, así como el diámetro de las estacas.
- El mejor tratamiento fue (Ácido Indolacético + 6 mg/l) promovió una respuesta fisiológica altamente favorable en la propagación de estacas de chamburo, estimulando procesos esenciales como la división celular, y elongación de tejidos. Esta combinación optimizó la emisión de brotes, formación y expansión foliar, desarrollo radicular y engrosamiento de estacas, lo que resultó en un crecimiento más vigoroso, equilibrado y uniforme. La acción sinérgica entre el regulador de crecimiento y concentración adecuada favoreció una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y agua, fortaleciendo la estructura de las plántulas y mejorando su capacidad de establecimiento.
- Se determinó que dentro de los componentes diámetro de estacas, existieron correlaciones significativas, altamente significativas en las variables: Número de brotes por estaca (NBE), longitud de brotes (LB), número de hojas por estaca (NHE), número de raíces (NR) y longitud de raíz (LR).

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de ácido indolacético (AIA) en la propagación de estacas de chamburo, debido a la estimulación y el crecimiento vegetativo, promoviendo una mayor emisión de brotes, hojas y raíces.
- Se sugiere emplear una concentración de 6 mg/l de AIA, que esta dosis mostró los mejores resultados en el desarrollo de brotes y raíces, optimizando el diámetro y vigor de las estacas.
- Se recomienda aplicar las dosis y reguladores de crecimiento en condiciones controladas de vivero, asegurando una homogeneidad en la propagación y mejorando la tasa de éxito en el establecimiento de las plántulas en campo.
- Se sugiere evaluar diferentes concentraciones y tiempos de aplicación del AIA para determinar posibles ajustes en la dosis óptima, considerando factores ambientales que puedan influir en la respuesta de las estacas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A., & Aguilar, A. (2022). Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado el 31 de Mayo de 2023, de Repositorio Digital UEB: <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4461/1/Antonio-Aguilar-Adolfo-Aguilar.pdf>
- Azpeitia, H. (2022). Azpeitia Castillo, Héctor Miguel (2022) Evaluación de calcio, silicio y nanopartículas de hidroxapatita sobre la calidad de higo (*Ficus carica* L.) producido en dos densidades, en invernadero. Maestría thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León. . Obtenido de REPOSITORIO académico digital : <http://eprints.uanl.mx/23989/>
- Borrero, A. (2019). Fertilización del cultivo de cacao. Obtenido de fertilizacion del cultivo de cacao en sitio definitivo : [https://cadenacacaoca.info/cdoc-deployment/documentos/fertilizacion\\_del\\_cultivo\\_de\\_cacao\\_en\\_sitio\\_definitivo.pdf](https://cadenacacaoca.info/cdoc-deployment/documentos/fertilizacion_del_cultivo_de_cacao_en_sitio_definitivo.pdf)
- Guaman, A. (2022). Saberes ancestrales y educación intercultural. En J. Chamburo (Ed.), *Perspectivas latinoamericanas sobre interculturalidad* (pp. 45–67). Editorial Universitaria Andina.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2018). *Plant propagation: Principles and practices* (9th ed.). Pearson.
- Holdridge, L. R. (1979). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA).
- Mariño, L. (2021). Determinación del cariotipo de Jigacho (*Vasconcellea pubescens*) mediante técnicas citogénicas. Obtenido de Departamento de Ciencias de la vida y de la Agricultura: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/20478/1/T-ESPE-039303.pdf>
- Missouri Botanical Garden . (2018). Tropicos.org. Obtenido de Saborea los colores de la primavera: <https://www.missouribotanicalgarden.org/>

- Montenegro, F. (2019). Obtenido de [https://www.engormix.com/agricultura/miscellaneous/cultivo-babaco-carica-pentagona\\_a27813/](https://www.engormix.com/agricultura/miscellaneous/cultivo-babaco-carica-pentagona_a27813/)
- Naranjo, F. (2019). Elaboración de mermelada y néctar a partir de la fruta andina chamburo, producida en la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar. Obtenido de Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/771/1/UDLA-EC-TIAG-2018-03.pdf>
- Pariona, J. (2019). Universidad Tecnológica De Los Andes. Obtenido de “Enraizamiento de esquejes de higuera (*Ficus carica* L.) con diferentes proporciones de sustrato más hormona Ácido Indolbutírico – Tamburco – Abancay: <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/455/1/Enraizamiento%20de%20esquejes%20de%20higuera%20%28Ficus%20carica%20L.%29-Pariona%20Cardenas%2C%20Jos%C3%A9%20E..pdf>
- Peñañiel, J. (2021). Análisis Ecogeográfico de Chamburo (*Vasconcellea pubescens*) en Ecuador. Obtenido de Mención Recursos Fitogenéticos y de Microorganismos Asociados: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11505/2/PG%20877%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Prado, E. (2019). “Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de chamburo en el cantón montúfar, provincia del carchi. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2404/1/02%20ICO%20301%20TESIS.pdf>
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2020). *Biology of plants* (8th ed.). W. H. Freeman and Company.
- Soza. (2022). Universidad de Cuenca. Obtenido de Desarrollo del chamburo (*Vasconcellea pubescens*) durante los seis primeros meses de la etapa vegetativa con la aplicación de sustrato enriquecido, bajo cubierta plástica : <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/36410>

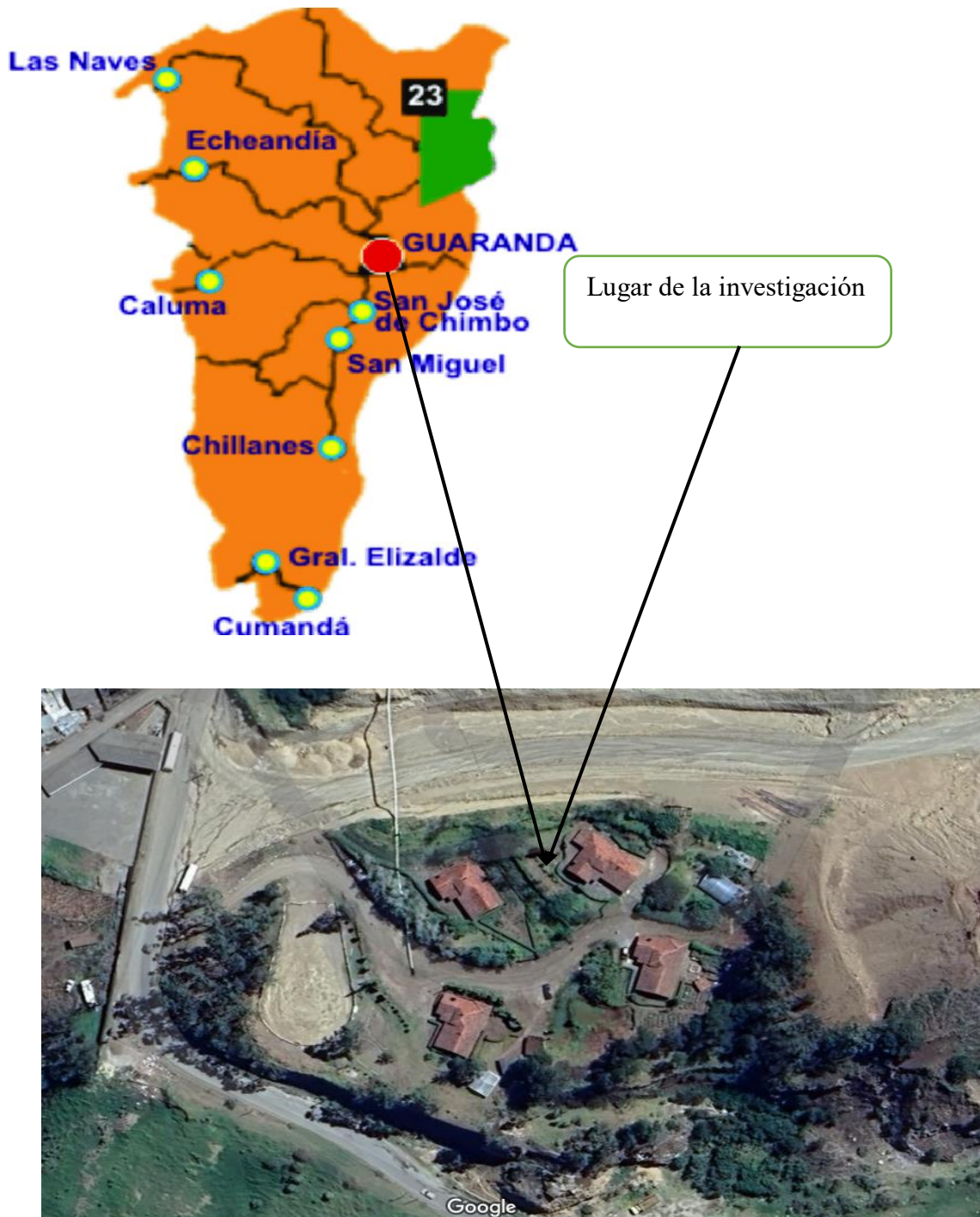
Taiz, L., & Zeiger, E. (2021). *Plant physiology and development* (7th ed.). Sinauer Associates.

Uyaguari, D. (2021). Desarrollo del chamburo (*Vasconcellea pubescens*) durante los seis primeros meses de la etapa vegetativa con la aplicación de sustrato enriquecido, bajo cubierta plástica”. Obtenido de Carrera de Ingeniería Agronómica: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/36410/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>

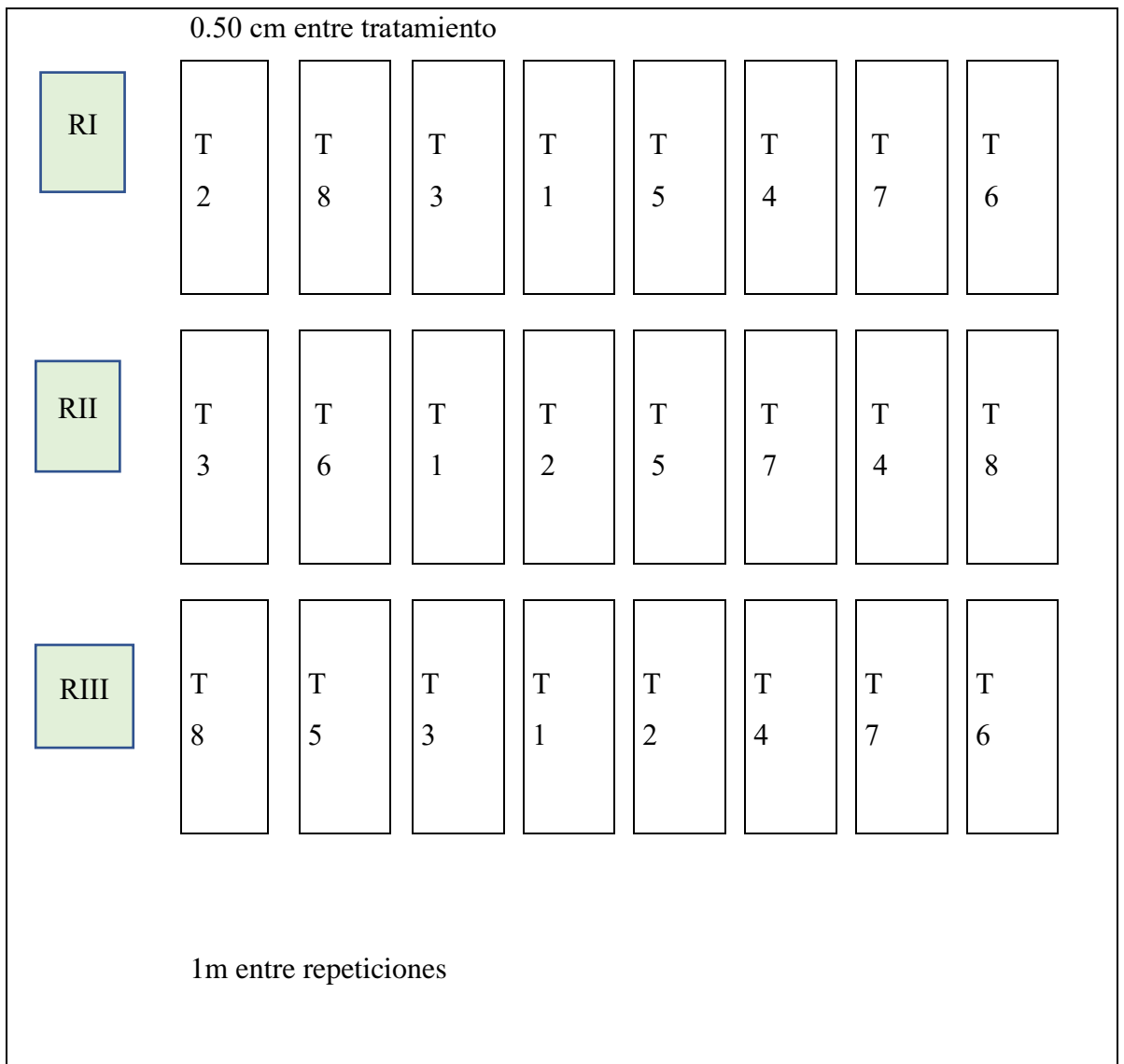
Zavala, G. (2020). Maestría en biodiversidad y recursos genéticos, mención recursos fitogenéticos y de microorganismos asociados. obtenido de artículo científico:<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11505/2/PG%20877%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

# **Anexos**

Anexo 1. Mapa de la ubicación de la investigación.



Anexo 2. Croquis del ensayo

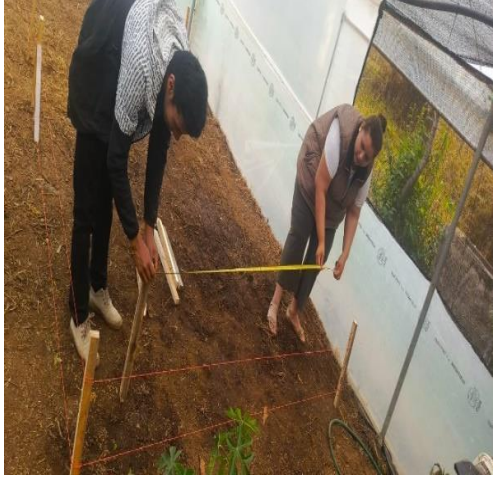


**Anexo 3.-** Base de datos de las variables agronómicas evaluadas.

TRATA	REP	FA	FB	DB	NBE	LB (cm)	NHE	NR	LR (cm)	PS (%)	DE (cm)	LE (cm)
1	1	1	1	30	30	4.4	39	5	7	100	4	61.8
2	1	1	2	30	29	6.6	39	11	10	100	4.8	68
3	1	1	3	30	31	7.7	47	11	11.6	100	5.5	51.8
4	1	1	4	30	22	1.4	22	5	3.2	100	3.9	52.8
5	1	2	1	30	20	2.6	28	4	4.2	100	3.7	51.5
6	1	2	2	30	25	3.8	33	7	5.4	100	4	54
7	1	2	3	30	24	4.4	40	7	6	100	4.2	54.8
8	1	2	4	30	15	1.1	17	2	2.4	100	3.9	51.8
1	2	1	1	30	30	4.7	36	6	4.5	100	4.8	55
2	2	1	2	30	29	7.2	37	10	9.9	100	5.4	68.3
3	2	1	3	30	32	8,2	45	13	11.2	100	4.8	67
4	2	1	4	30	18	1.6	26	3	3.2	100	4.2	52.5
5	2	2	1	30	22	3.1	26	4	5.1	100	4.5	50.5
6	2	2	2	30	26	3.9	31	4	6.2	100	4.4	52.8
7	2	2	3	30	25	4.9	35	5	5.6	100	4	53.5
8	2	2	4	30	16	1.3	18	2	2.8	100	3.7	54.8
1	3	1	1	30	31	4.8	41	6	7.5	100	5.1	54.8
2	3	1	2	30	27	7	37	10	9	100	4.9	67.5
3	3	1	3	30	35	8.3	46	12	10.9	100	4.9	68
4	3	1	4	30	20	1.7	24	4	3.5	80	4.7	52.3
5	3	2	1	30	23	2.9	25	5	5.3	100	4.7	54
6	3	2	2	30	25	3.7	34	4	6.2	100	4.1	55.5
7	3	2	3	30	24	5	38	6	5.2	100	3.7	53.3
8	3	2	4	30	15	1.7	20	2	2.7	70	3.8	53.3

## Anexo 4.- Fotografías

### Cuadrada del terreno y trazado de parcelas



### Llenado de funda y plantación



### Recolección del material vegetal



## Riego



## Control de malezas



## Preparación de las dosis de fitohormonas vegetal



## Aplicación de las diferentes dosis a cada planta



## Toma de datos en las diferentes variables



## Visita de campo



## **Anexo 5.** Glosario de términos técnicos

**Ácido indolacético:** Es una hormona vegetal que regula diversos procesos como: el crecimiento, la división celular y la formación de raíces, entre otras.

**Ácido indolbutírico:** Es una sustancia química que se utiliza en la propagación de plantas para estimular el crecimiento de las raíces y la formación de nuevos brotes y hojas.

**Apical:** Relativo al ápice o extremo superior de una planta, donde a menudo se encuentran los meristemos de crecimiento.

**Auxinas:** Una clase de hormonas vegetales que regulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas, utilizadas en la propagación para promover el enraizamiento de los brotes.

**Antibióticos:** Son sustancia que se utilizan para eliminar las bacterias.

**Estambres:** Es donde se localizan los sacos polínicos que es donde se produce el polen.

**Enraizamiento:** El proceso mediante el cual los brotes formados a partir de explantes de chamburo desarrollan un sistema de raíces, lo que les permite convertirse en plantas independientes que pueden ser trasplantadas al suelo.

**Experimento:** Procedimiento llevado a cabo para apoyar, refutar, o validar una hipótesis.

**Especies nativas:** Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural.

**Fenológico:** Período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas.

**Feminizante:** Son una subcategoría de las semillas foto periódicas, por lo que se aplican las mismas pautas de programación de luz, es el resultado de la manipulación genética de plantas femeninas para fomentar el hermafroditismo, una tarea compleja que las induce a generar polen que contiene solo cromosomas femeninos.

**Fasciculada:** Agrupado desde un mismo punto en las hojas de las Angiospermas, formando como manojos.

**Hermafroditas:** Son aquellas plantas que poseen los órganos masculinos (estambres) y femeninos (pistilo) en la misma flor.

**Hormonas de crecimiento:** Sustancias químicas que regulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas, como las auxinas.

**Lóbulos:** Zonas salientes que poseen las hojas de algunas especies.

**Multiplicación asexual:** La propagación de las plantas de chamburo en condiciones controladas dentro de un invernadero, utilizando técnicas de propagación asexual.

**Multiplicación celular:** Es otra forma de decir división celular. Ambas describen el proceso por el cual una célula se divide en dos, y luego esas dos se dividen, y así sucesivamente, multiplicando así el número de células presentes.

**Oscila:** Crecer y disminuir alternativamente, con más o menos regularidad, su intensidad.

**Pistilos:** Es la región femenina de la planta que está preparada para recibir el polen.

**Raíz tuberosa:** Contienen una estructura fasciculada que, tras la acumulación de las sustancias de reserva, se ensanchan de manera significativa.

**Semileñosa:** Se encuentran a medio camino entre las leñosas y las herbáceas, con tallos que tienen una consistencia intermedia entre las de estos dos.