



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO  
PREVIO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE CUATRO ENRAIZANTES PARA LA  
REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE YUCA DE RATÓN  
(*Gliricidia sepium*) EN LA COMUNA LIMONCITO SANTA  
ELENA**

**AUTORA**

**RENDÓN RAMÍREZ YURY YANINA**

**TUTOR**

**ING. ALBINO DECIDERIO ÁVILA FRANCO M.Sc.**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

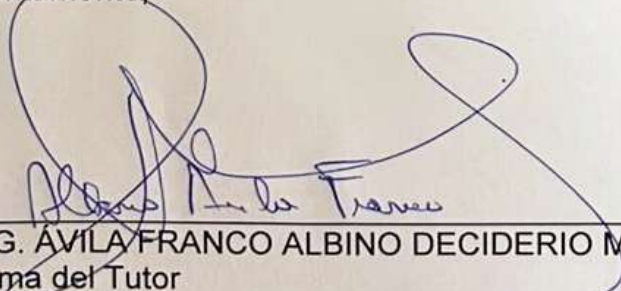
**2026**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA AGRONOMÍA**  
**APROBACIÓN DEL TUTOR**

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE CUATRO ENRAIZANTES PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE YUCA DE RATÓN (*Gliricidia sepium*) EN LA COMUNA LIMONCITO SANTA ELENA, realizado por la estudiante RENDÓN RAMÍREZ YURY YANINA; con cédula de identidad 0955008917 de la carrera AGRONOMÍA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,



ING. ÁVILA FRANCO ALBINO DECIDERIO M.Sc.  
Firma del Tutor

Guayaquil, 15 de junio del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "EFECTO DE CUATRO ENRAIZANTES PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE YUCA DE RATÓN (*Gliricidia sepium*) EN LA COMUNA LIMONCITO SANTA ELENA", realizado por el estudiante RENDÓN RAMÍREZ YURY YANINA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Kléber Medina Rodríguez, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

Ing. Darlyn Amaya Márquez, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Ing. Ricardo Moreira Macias, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Ing. Albino Ávila Franco, M.Sc.  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 8 de junio del 2026

## DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la sabiduría, la fortaleza y la constancia necesaria para culminar esta etapa tan importante. En los momentos de dificultad fue mi refugio, y en los momentos de alegría, mi guía.

A mi madre, Manuela Ramírez, gracias por su entrega, tus sacrificios silenciosos y por enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo siempre tienen recompensa. A mi padre, Julio Rendón, gracias por su ejemplo de responsabilidad, trabajo y constancia. Por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por impulsarme siempre a seguir adelante.

A mis hermanas, Magaly, Mafer y Anyi, gracias por su compañía, sus palabras de ánimo y por celebrar cada pequeño avance conmigo. Tenerlas a mi lado ha sido una bendición. A mi hermano Joel, que está en el cielo, este logro también es tuyo. Aunque no estés físicamente, siento tu presencia en cada paso que doy. Espero que estés orgulloso de mí, porque gran parte de mi motivación ha sido honrar tu memoria.

A mis amigas Sofía y Andrea, gracias por su apoyo incondicional, por escucharme, animarme y estar presentes en cada momento de estrés, cansancio y también de alegría. Su amistad fue un pilar fundamental durante este proceso.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi sincero agradecimiento se extiende a la Fundación Ing. Agr. Juan José Castello Zambrano, la cual siempre me brindo su significativo apoyo a lo largo de mi trayectoria académica gracias por confiar en mí. Asimismo, expreso mi profunda gratitud a mi tutor, el Ing. Albino Ávila Franco por su constante dedicación y orientación durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. Sin duda alguna extendo mi agradecimiento de manera fraterna a el Ing. Darlyn Amaya y al Ing. Antonio Álava por su experta asesoría técnica y su precisa orientación en la aplicación metodológica no solo fueron fundamentales para la correcta formulación de este estudio, sino que también aseguraron la coherencia y la rigurosidad en cada etapa del análisis, permitiendo la culminación efectiva de los objetivos planteados en el presente trabajo de titulación. Su dedicación y conocimientos enriquecieron sustancialmente la calidad final de esta investigación.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo RENDÓN RAMÍREZ YURY YANINA, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “EFECTO DE CUATRO ENRAIZANTES PARA LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE YUCA DE RATÓN (*Gliricidia sepium*) EN LA COMUNA LIMONCITO SANTA ELENA” para optar el título de INGENIERA AGRONOMA, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, Junio 15 del 2026

RENDÓN RAMÍREZ YURY YANINA

C.I. 0955008917

## RESUMEN

La *Gliricidia sepium*, también llamada yuca de ratón es un árbol agroforestal que crece con rapidez y ayuda a incrementar la fertilidad del terreno por medio de su sistema radicular profundo, el cual absorbe los nutrientes del perfil del suelo. Su uso en la agricultura constituye una opción sostenible para agricultores con recursos escasos, debido a que contribuye a mejorar la productividad de las cosechas y a disminuir el empleo de fertilizantes químicos. El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de distintos enraizantes, tanto naturales como comerciales, sobre la brotación, el desarrollo radicular y el crecimiento vegetativo de esquejes de *Gliricidia sepium*. Por ende, la investigación destacó la importancia de los enraizantes y los bioestimulantes, debido a su influencia en los procesos fisiológicos relacionados con el desarrollo inicial y la formación de raíces. Para este propósito, se aplicaron distintos tratamientos de enraizamiento, incluyendo gel de Aloe vera, canela en polvo, el enraizante comercial SeaRoot y extracto de lentejas. Se evaluaron variables como la longitud y el número de raíces, la cantidad de brotes, el número de hojas por brote y el crecimiento foliar, durante un periodo de seguimiento de hasta 80 días. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con Aloe vera favoreció una brotación más temprana, mientras que el enraizante comercial SeaRoot mostró un desempeño superior en variables relacionadas con el desarrollo estructural de las plantas. Asimismo, se observó que, a partir de los 40 días, los tratamientos comenzaron a generar efectos diferenciados en el desarrollo radicular.

**Palabras clave:** *bioestimulantes, enraizantes, Gliricidia sepium, propagación vegetativa.*

## ABSTRACT

*Gliricidia sepium*, commonly known as quickstick or mouse yucca, is a fast-growing agroforestry tree that enhances soil fertility through its deep root system, which recovers nutrients from lower soil profile. Its integration into agriculture offers a sustainable option for resource-limited farmers by improving crop productivity and reducing dependency on chemical fertilizers. This study aimed to analyze the effect of various natural and commercial rooting agents on the sprouting, root development, and vegetative growth of *Gliricidia sepium* cuttings. Different treatments were evaluated including Aloe vera gel, cinnamon powder, lentil extract, and de commercial rooting agent SeaRoot. Key variables- such as root length and count, shoot number, leaf count per shoot, and foliar growth-were monitored over an 80-day period. The results indicated that *the Aloe vera* treatment promoted earlier sprouting, whereas the commercial agent SeaRoot demonstrated superior performance in variables related to structural plants development. Additionally, distinct differences in root development among the treatments became evident starting at 40 days.

**Keywords:** biostimulants, rooting agentes, *Gliricidia sepium*, vegetative propagation,

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
Autorización de Autoría Intelectual .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema .....	17
<i>1.2.1 Planteamiento del problema .....</i>	<i>17</i>
<i>1.2.2 Formulación del problema .....</i>	<i>17</i>
1.3 Justificación de la investigación .....	18
1.4 Delimitación de la investigación .....	19
1.5 Objetivo general .....	19
1.6 Objetivos específicos.....	19
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	19
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática .....	21
<i>2.2.1 Origen del cultivo de la yuca de ratón (Gliricidia sepium) .....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.2 Distribución nacional de la yuca de ratón .....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.3 Clasificación taxonómica de la yuca de ratón (Gliricidia sepium)</i> .....	22
<i>2.2.4 Características agronómicas.....</i>	<i>22</i>
<i>2.2.5 Reproducción de la yuca ratón (Gliricidia sepium) .....</i>	<i>22</i>
2.2.5.1. Reproducción sexual .....	22
2.2.5.2. Reproducción asexual .....	23
<i>2.2.6 Uso de enraizantes naturales y sintéticos .....</i>	<i>23</i>

2.2.6.1. Enraizante natural de Aloe vera .....	23
2.2.6.2. Enraizante natural de lentejas .....	23
2.2.6.3. Enraizante natural de canela .....	24
2.2.6.4. Enraizante químico SeaRoot .....	24
2.2.7 <i>Condiciones agroecológicas de Santa Elena (Ecuador)</i> .....	24
2.2.8 <i>Ensayos experimentales en propagación vegetal</i> .....	24
2.2.9 <i>Condiciones de vivero para el enraizamiento de estacas</i> .....	25
2.3 Marco legal.....	25
2.3.1 <i>Código Orgánico del Ambiente</i> .....	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1 Enfoque de la investigación .....	27
3.1.1 <i>Tipo de investigación</i> .....	27
3.1.1.1. Investigación experimental.....	27
3.1.2 <i>Diseño de investigación</i> .....	27
3.2 Metodología .....	27
3.2.1 <i>Variables</i> .....	27
3.2.1.1. Variable independiente .....	27
3.2.1.1.1. <i>Enraizante de aloe vera</i> .....	27
3.2.1.1.2. <i>Enraizante de lentejas</i> .....	28
3.2.1.1.3. <i>Enraizante de canela en polvo</i> .....	28
3.2.1.1.4. <i>Enraizante químico Searoot</i> .....	28
3.2.1.2.1. <i>Longitud de la raíz</i> .....	28
3.2.1.2.2. <i>Número de raíces</i> .....	28
3.2.1.2.3. <i>Número de brotes vegetativos</i> .....	28
3.2.1.2.4. <i>Número de hojas por brote</i> .....	28
3.2.1.2.5. <i>Longitud de la hoja</i> .....	29
3.2.1.2.6. <i>Ancho de la hoja</i> .....	29
3.2.2 <i>Tratamientos</i> .....	29
3.2.3 <i>Diseño experimental</i> .....	29
3.2.4 <i>Recolección de datos</i> .....	30
3.2.4.1. Recursos .....	30
3.2.4.1.1. <i>Recursos técnicos</i> .....	30
3.2.4.1.2. <i>Recursos humanos</i> .....	31
3.2.4.1.3. <i>Recursos bibliográficos</i> .....	31

3.2.4.1.4. Recursos económicos.....	31
3.2.4.2. Métodos y técnicas.....	31
3.2.4.2.1. Métodos de investigación.....	31
3.2.5.2.2. Técnicas de investigación.....	32
3.2.6 Análisis estadístico .....	34
3.2.6.1. Hipótesis .....	34
4. RESULTADOS.....	35
4.1 Estimación del tiempo de crecimiento de los primeros brotes de la yuca de ratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ) en la zona de estudio.....	35
4.2 Determinación del mejor tratamiento en base a los enraizantes aplicados en la yuca de ratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	36
4.3 Estimación de la relación entre las variables evaluadas de yuca de ratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	41
5. DISCUSIÓN .....	43
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
6.1 Conclusiones.....	46
6.2. Recomendaciones.....	46
BIBLIOGRAFÍA .....	47
ANEXOS .....	52

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la yuca de ratón .....	22
Tabla 2. Ficha técnica del SeaRoot .....	24
Tabla 3. Tratamientos a evaluar.....	29
Tabla 4. Descripción del diseño experimental en campo .....	30
Tabla 5. Presupuestos .....	31
Tabla 6. Análisis de varianza .....	34
Tabla 7. Clasificación del nivel de brotación según el tratamiento aplicado....	35
Tabla 8. Longitud de raíz(cm) durante 80 días de evaluación.....	37
Tabla 9. Número de raíz durante 80 días de evaluación.....	37
Tabla 10. Número de brotes durante 80 días .....	38
Tabla 11. Número de hojas por brotes durante 80 días de evaluación.....	39
Tabla 12. Longitud de la hoja(cm) durante 80 días de evaluación.....	40
Tabla 13. Ancho de la hoja(cm) durante 80 días de evaluación.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis de componentes principales .....	42
Figura 2. Diseño de parcela .....	52
Figura 3. Análisis de suelo .....	52
Figura 4. Elaboración del sustrato.....	53
Figura 5. Llenado de fundas.....	53
Figura 6. Enraizante de Extracto de Aloe vera.....	54
Figura 7. Esquejes en remojo con el Extracto de Aloe vera.....	54
Figura 8. Trasplante de los esquejes de Aloe vera .....	55
Figura 9. Enraizante químico SeaRoot .....	55
Figura 10. Esquejes en remojo con Enraizante SeaRoot.....	56
Figura 11. Trasplante de los esquejes con el Enraizante SeaRoot.....	56
Figura 12. Aplicación del Enraizante de Canela en polvo .....	57
Figura 13. Elaboración del Enraizante de extracto de lentejas .....	57
Figura 14. Enraizante de extracto de lentejas .....	58
Figura 15. Esquejes en remojo con el Enraizante de Extracto de lentejas .....	58
Figura 16. Aparición de los primeros brotes.....	59
Figura 17. Conteo de los brotes a la primera semana .....	59
Figura 18. Registro de datos .....	60
Figura 19. Aparición de hojas.....	60
Figura 20. Recolección de datos.....	61
Figura 21. Conteo de las hojas al día 80.....	61
Figura 22. Esqueje con Enraizante de Aloe vera a los 80 días .....	62
Figura 23. Esqueje con Enraizante de Extracto de lenteja a los 80 días .....	62
Figura 24. Esqueje con Enraizante de Canela en polvo a los 80 días. ....	63
Figura 25. Esqueje con Enraizante SeaRoot a los 80 días .....	63
Figura 26. Comparación de los cuatros tratamientos.....	64
Figura 27. Longitud de las hojas en el día 80 con Enraizante SeaRoot.....	64
Figura 28. Tratamientos a los 80 días.....	65
Figura 29. Revisión por el tutor .....	65
Figura 30. Longitud de raíz .....	66
Figura 31. Número de raíces.....	66
Figura 32. Número de brotes .....	67
Figura 33. Número de hojas por brote .....	67

Figura 34. Longitud de la hoja(cm)..... 68  
Figura 35. Ancho de la hoja(cm) ..... 68

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

La yuca de ratón (*Gliricidia sepium*) es una especie arbórea de uso agroforestal caracterizada por su rápido crecimiento y por desarrollar un sistema radicular profundo, lo que le permite aprovechar nutrientes lixiviados a lo largo del perfil del suelo y ponerlos a disposición del sistema productivo. Esta capacidad favorece el reciclaje de nutrientes que no son fácilmente accesibles para otros cultivos. En este contexto, pequeños productores han reportado beneficios económicos asociados al incremento en el rendimiento de sus cosechas, así como a la disminución en el uso de fertilizantes minerales, cuyo costo suele ser elevado. Adicionalmente, la incorporación de *Gliricidia sepium* en sistemas de cultivo intercalado contribuye a la sostenibilidad ambiental, ya que puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector agrícola (Alamu et al., 2023).

Cumple un papel fundamental en las prácticas agroforestales y en la rehabilitación de suelos. Esta planta tiene un alto valor ecológico y económico debido a su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo, servir como forraje, y para diversos usos en la medicina tradicional. Sin embargo, uno de los mayores desafíos en su propagación es la eficiencia de los métodos de reproducción vegetativa, como el uso de esquejes (Solis et al., 2018).

Yáñez et al. (2018) menciona “Que el arreglo agroforestal con *Gliricidia sepium*, supera en un 9.37% la producción de un testigo convencional, (monocultivo), genero expectativa en años posteriores en mantener estas tendencias, siendo los sistemas agroforestales un método de producción sostenible” (p.201).

Los estudios de *Gliricidia sepium* evidencian su elevado valor nutricional debido a su buena calidad nutritiva para los rumiantes. No obstante, se deben realizar investigaciones fisiológicas que vinculan la frecuencia de corte, nivel de uso de los nutrientes por el animal y su efecto ecológico en las reacciones de ciertos metabolitos secundarios en las respuestas específicas. Los animales experimentan cambios en las funciones fisiológicas y productivas al consumir la planta en esas condiciones del edafoclimáticas (Oreste La O León et al., 2018).

El aprovechamiento de árboles y residuos foliares de *Gliricidia sepium*, ya sea en forma de mantillo, biocarbón o mediante su incorporación en sistemas de cultivo intercalado, ha demostrado efectos positivos sobre la fertilidad del suelo, rendimiento de cultivos como el maíz y alcanzo incrementos productivos de hasta tres veces en comparación con sistemas convencionales. En arreglos agroforestales, esta especie contribuye significativamente a la fijación biológica de nitrógeno y al aumento del carbono orgánico del suelo, lo que favorece la mejora de sus propiedades fisicoquímicas. Asimismo, su presencia puede mitigar la disponibilidad y toxicidad de metales pesados, promoviendo condiciones más adecuadas para el desarrollo y crecimiento de los cultivos (Alamu et al., 2023).

La especie *Gliricidia sepium* presenta una alta tolerancia al estrés hídrico, y la identificación de su punto de no retorno resulta clave para planificar adecuadamente las labores de establecimiento, garantiza su supervivencia en condiciones de campo. No obstante, es necesario profundizar en investigaciones relacionadas con la dinámica y distribución de carbohidratos dentro de la planta, a fin de comprender los procesos asociados al crecimiento y la formación de tejidos que constituyen la biomasa. De igual manera, el análisis de fenómenos como el embolismo xilemático y la disminución de la capacidad de absorción radicular permitirá entender con mayor precisión los efectos del estrés hídrico desde una perspectiva hidrológica (Valverde Otárola y Arias, 2020).

Funciona como un reservorio de poderosos compuestos bioactivos, como aceites volátiles, flavonoides y saponinas, entre otros, que se han extraído de distintas partes de esta planta. Es objeto de una amplia investigación porque tiene muchas aplicaciones tradicionales, que abarcan el tratamiento de infecciones bacterianas y protozoarias, el asma, la tos, las quemaduras, la urticaria, las dermatitis, los sarpullidos y la sarna; en este último caso actúa como un antipruriginoso cutáneo. A lo largo del tiempo, se han identificado múltiples aplicaciones medicinales para *Gliricidia sepium*, entre las que se encuentran: actividad trombolítica anti-falciforme, acción antimicrobiana, cicatrización de heridas, actividad antibacteriana, acción citotóxica, función mosquitocida y función antiinflamatoria (Wafaey et al., 2023).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La etapa de enraizamiento es crucial para la propagación vegetal, puesto que establece la factibilidad y el éxito de la reproducción de nuevas plantas. El uso de diversos enraizantes (como sustancias naturales o químicas que fomentan la aparición de raíces en los esquejes) podría ser una estrategia eficaz para incrementar la velocidad de enraizamiento y asegurar el éxito de la propagación de *Gliricidia sepium*. No obstante, todavía no hay un método estandarizado para establecer cuáles son los enraizantes más eficaces para esta especie específica.

En la comuna Limoncito, Santa Elena, donde la *Gliricidia sepium* tiene un gran potencial para mejorar la calidad del suelo y ser utilizada como fuente de forraje, no existen estudios locales que permitan conocer qué tipo de enraizante maximiza la efectividad del proceso de enraizamiento en los esquejes de esta planta. Por lo tanto, el propósito de este estudio es examinar el impacto de cuatro diferentes enraizantes sobre la reproducción vegetativa de *Gliricidia sepium* en la comuna Limoncito Santa Elena, con el fin de establecer cuál de ellos promueve de manera más efectiva el crecimiento de raíces en los esquejes. El conocimiento sobre el enraizamiento eficaz de esta especie puede brindar datos útiles tanto para los productores locales como para iniciativas de recuperación ecológica, incrementando la productividad y sostenibilidad de esta planta en la zona.

A pesar de eso, en la comuna Limoncito, provincia de Santa Elena, el impacto de diferentes enraizantes en el enraizamiento de esquejes de *Gliricidia sepium* no se registra, lo que muestra una oportunidad para analizar estrategias agronómicas que optimicen la eficiencia en su reproducción vegetal. Dado el valor ecológico y económico de esta especie, analizar las repercusiones de diversos enraizantes puede proporcionar datos útiles para su gestión sostenible y expansión exitosa en la zona. Existen muchas investigaciones realizadas dentro y fuera del país, que comprueban la efectividad de *Gliricidia sepium*, donde se indica los beneficios tanto nutritivos y de fertilidad que esta contiene al estudiarlo con otros cultivos. Este árbol deseado también por las propiedades medicinales que contiene juega un rol muy importante en la estabilidad del ecosistema de los bosques secos.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Con que tipo de enraizante se mejorará la reproducción vegetativa de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*) en la comuna Limoncito Santa Elena?

### 1.3 Justificación de la investigación

La expansión vegetal de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*) es crucial tanto para la preservación del suelo como para su aplicación agroforestal en varias comunidades rurales. Esta especie se distingue por su habilidad para incrementar la fertilidad del terreno, debido a su papel como fijadora de nitrógeno, y por su utilidad en la nutrición animal y en la reforestación. Aunque, uno de los obstáculos principales del impedimento para su expansión es la ausencia de métodos eficientes de enraizamiento que garanticen un adecuado crecimiento de los esquejes, lo que restringe la cantidad de plantas disponibles para su utilización. En la comuna Limoncito, Santa Elena, la *Gliricidia sepium* juega un papel importante en la economía local y la conservación ambiental.

No obstante, aún existe una limitada disponibilidad de información precisa sobre los métodos más adecuados para su propagación vegetativa. En este sentido, evaluar el efecto de distintos enraizantes podría contribuir a optimizar las tasas de enraizamiento, facilitando una reproducción más eficiente y económicamente viable de la especie. Esto tendría un impacto directo en la productividad agrícola, al permitir que los productores locales dispongan de un mayor número de ejemplares de *Gliricidia sepium* para su implementación en sistemas agroforestales y programas de restauración ecológica.

Es esencial seleccionar enraizantes apropiados para garantizar un alto índice de enraizamiento en los esquejes. Hay productos tanto naturales y comerciales, pero aún no se determina cuál es el más eficaz para la *Gliricidia sepium*, en el escenario específico de la zona Limoncito. Esta investigación permitirá cubrir este vacío de saber y proporcionará instrumentos útiles que los agricultores y técnicos puedan emplear para mejorar la propagación de la planta, para incrementar su disponibilidad y optimizar las prácticas de manejo sostenible del suelo.

Además, esta investigación ayudará a transmitir saberes técnicos a los agricultores locales, quienes podrán utilizar los resultados en sus actividades diarias, para impulsar la eficacia en la producción y promueve la implementación de prácticas agroforestales más sustentables. Con el tiempo, el logro en la propagación de *Gliricidia sepium* no solo favorecerá a los agricultores, sino que también contribuirá a la preservación del entorno natural y a la mejora de las condiciones socioeconómicas de la comuna.

#### 1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El trabajo experimental se llevó a cabo en la Comuna “Limoncito” ubicada en la parroquia Julio Moreno, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.
- **Tiempo:** Este trabajo experimental y de finalización de la tesis con su documentación final se realizó en un tiempo de cinco meses.
- **Población:** Esta investigación ayudará a todas las personas de la comunidad y además a entes que trabajen con el tema agroforestal.

#### 1.5 Objetivo general

Evaluar los efectos de cuatro enraizantes para la reproducción vegetativa de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*) en la comuna Limoncito Santa Elena.

#### 1.6 Objetivos específicos

- Estimar el tiempo de crecimiento de los primeros brotes de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*) en la zona de estudio.
- Determinar el mejor tratamiento en base a los enraizantes aplicados en la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*).
- Estimar la relación entre las variables evaluadas de yuca de ratón (*Gliricidia sepium*).

#### 1.7 Hipótesis o idea a defender

Se espera que el uso de los enraizantes (naturales y sintético) mejoren de una manera significativa en el porcentaje de enraizamiento en la reproducción vegetativa de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*), bajo las condiciones de vivero de la comuna Limoncito Santa Elena.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

En una investigación realizada en la Universidad Estatal de Quevedo sobre la propagación vegetativa de *Gliricidia sepium* en cafetales de Jipijapa, se comprobó que uno de los tratamientos donde se le aplicó biol presentó diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, incrementó la cantidad de brotes y número de raíces (Acuña, 2016). De manera que en la evaluación de número de hojas a los 24 días se observó una diferencia estadística entre los tratamientos. El tratamiento conformado por estacas de 1.5 m con la aplicación de biol obtuvo el mayor número de hojas, alcanzando 14 hojas por planta y superó al tratamiento sin aplicación de biol. Según el autor, la aplicación de biol mejora la capacidad de formación de hojas y acelera el desarrollo vegetativo de las estacas.

Moncada Crespo (2022), menciona que el establecimiento de estacas de *Gliricidia sepium* en ambientes controlados favorece el efecto de las hormonas enraizadoras, permitiendo una mejor emisión de raíces y brotes durante los primeros días de desarrollo.

El propósito de este estudio fue valorar la factibilidad de la propagación vegetal mediante esquejes en el desarrollo del enraizamiento y brotación de *Gliricidia sepium* en diversas concentraciones de ácido indolbutírico (AIB). El experimento se realizó en un invernadero con un diseño completo al azar y concentraciones ascendentes de AIB de 0, 625, 1250 y 3000 mg.L<sup>-1</sup>, con seis repeticiones. Los esquejes se tenían que homogenizar en longitud y diámetro, se sometieron a tratamiento con hipoclorito de sodio y fueron inmersos en distintos niveles de AIB. La longitud, el diámetro, el peso seco de los brotes y el peso seco de las raíces fueron los parámetros evaluados en la planta. La concentración de AIB demostró ser efectiva para elevar todos los parámetros analizados hasta alcanzar la concentración de AIB de 2100 mg.L<sup>-1</sup> y a la concentración más elevada (Rodríguez Holanda, 2023).

La aplicación de enraizantes, ya sean naturales o artificiales, pueden incrementar de manera notable la habilidad de producir raíces en estacas de diversas especies de vegetación. El ácido indolbutírico (AIB), el ácido naftalenacético (ANA) y componentes naturales como el aloe vera (*Aloe barbadensis*), la canela o el sauce, evidenció tener un impacto positivo en el fomento del enraizamiento. En relación con la *Gliricidia sepium*, estudios realizados

en naciones como México, Honduras y Colombia demostró que la aplicación de enraizantes puede incrementar la tasa de supervivencia y crear cultivos más uniformes y robustos (Giraldo et al., 2009).

Los enraizantes de sábila y lenteja al 15% tienen actividad bioestimulante en la plántula de jitomate. El resultado puede atribuirse a las propiedades beneficiosas de las lentejas y el gel de aloe vera, gracias a los nutrientes vitales, enzimas y fitohormonas que contienen. Estos descubrimientos indican que estos estimulantes de enraizamiento pueden ser una alternativa ecológica y económica viable ante los enraizantes químicos en los cultivos de tomate (García et al., 2024).

Según Kumar y Mishra (2013), *Gliricidia sepium* es una leguminosa arbórea de rápido crecimiento con gran capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelo, especialmente en zonas tropicales secas. Esta especie es ampliamente utilizada como árbol de sombra, forraje y cerca viva debido a su resistencia y facilidad de establecimiento. Además, presenta una elevada capacidad de rebrote y rápido crecimiento, características que la convierten en una alternativa viable para programas de reforestación y recuperación de áreas degradadas. Asimismo, posee una importante producción de biomasa y un adecuado contenido nutricional, aspectos que incrementan su valor dentro de los sistemas silvopastoriles (LLera et al., 1998).

## **2.2 Bases científicas y teóricas de la temática**

### **2.2.1 Origen del cultivo de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*)**

La yuca de ratón (*Gliricidia sepium*), también llamada madre de cacao o mata ratón, proviene de México y América Central. Se extiende desde el noroeste de México hasta Panamá, que cubre una zona de alrededor del 18° de latitud. Además, se encuentra en el norte de Sudamérica, abarca Venezuela y las regiones Guayanas. Adicional, ha sido asimilada y naturalizada en numerosas regiones tropicales a nivel global (Vizcaíno et al., 2001).

### **2.2.2 Distribución nacional de la yuca de ratón**

En Ecuador, predomina en áreas costeras y bajas de la región litoral, apta para adaptarse a climas cálidos y soporta sequías. Es habitual hallarla en zonas con lluvias anuales de 900 a 2000 mm, aunque también puede expandirse en áreas más secas con lluvias de 400 a 700 mm. Se encuentra presente en varias provincias, entre las que se incluyen Manabí, Los Ríos, Guayas y El Oro.

### 2.2.3 Clasificación taxonómica de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*)

Tabla 1.

#### Clasificación taxonómica de la yuca de ratón

Taxonomía	Nombre
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Tribu	Robinieae
Genero	Gliricidia
Especie	G. Sepium

Fuente: Ficha técnica yuca de ratón (*Gliricidia sepium*), por Martínez, 2020.

#### 2.2.4 Características agronómicas

La yuca ratón (*Gliricidia sepium*), también llamado matarratón, es una especie con gran potencial para la generación de biomasa para consumo animal, debido a su valor nutricional y a su habilidad para acumular nitrógeno atmosférico. Esta leguminosa, abundante en proteína cruda (de 10 a 25%), podría ser una opción rentable para aumentar la productividad de los animales y disminuir los gastos de producción (Silva et al., 2017).

#### 2.2.5 Reproducción de la yuca ratón (*Gliricidia sepium*)

Se propaga de manera sencilla mediante estacas y semilla sexual; sin embargo, la propagación por estacas ha sido la más utilizada debido a su fácil obtención y a su uso como cerca viva y sombría en diversos cultivos. Sin embargo, en sistemas de producción de forraje intensivos, es imprescindible instalar plantaciones con semilla sexual para alcanzar una mayor persistencia en el cultivo, gracias a su sistema radicular más profundo que permite la extracción de agua y nutrientes a mayor profundidad, y un mayor anclaje al suelo para resistir de manera más efectiva los cortes periódicos realizados. Este sistema presenta una mayor tolerancia a los periodos de sequía, para reducir así las probabilidades de muerte (Cuervo Jiménez et al., 2013).

##### 2.2.5.1. Reproducción sexual

La reproducción sexual de *Gliricidia sepium* se lleva a cabo en su mayoría mediante semillas, que pueden ser sembradas de manera directa en el suelo o en viveros antes de ser trasplantadas. Se aconseja que para la reproducción sexual del matarratón es imprescindible ajustar la profundidad de siembra entre 1 y 1.5

cm, mientras no exceda los 2 cm. Además, se debe regular la descarga de la semilla de manera que permita una separación entre plantas de 0.25 m y entre filas de 1.0 metro, para alcanzar una población cercana de 40000 plantas por hectárea, con alrededor de 4 o 5 kg de semilla (Cuervo Jiménez et al., 2013).

#### **2.2.5.2. Reproducción asexual**

La reproducción asexual en plantas se lleva a cabo mediante estructuras distintas a la semilla, como tallos (estacas, tubérculos, bulbos, rizomas y estolones), hojas, hijuelos, yemas, así como a través de técnicas como el injerto, el cultivo de meristemos, callos, células somáticas, protoplastos o la formación de embriones asexuales por apomixis. Este tipo de propagación permite conservar y multiplicar genotipos superiores de interés agronómico, generando un elevado número de individuos genéticamente idénticos, independientemente del grado de heterocigosidad de la planta madre. En este contexto, el mejoramiento vegetal puede aprovechar individuos con características sobresalientes en cualquier etapa del programa, asegurando su conservación mediante propagación clonal. Asimismo, la multiplicación y manejo de estas plantas suele ser más sencilla en comparación con especies que dependen exclusivamente de la reproducción sexual (Trujillo Ramos, 2018).

#### **2.2.6 Uso de enraizantes naturales y sintéticos**

Según Guamán et al. (2019) menciona que "los enraizantes naturales resultan tan beneficiosos como los enraizantes comerciales, siendo los primeros mas económicos y ecológicos mas amigables, por lo tanto es aconsejable para su uso para la propagación de esquejes de café robusta".(p.93)

##### **2.2.6.1. Enraizante natural de Aloe vera**

Dadas muchas investigaciones sobre el uso del *Aloe Vera* como enraizante natural, tienes como beneficios la promoción del desarrollo de las raíces, la defensa contra hongos y bacterias, y la provisión de nutrientes vitales para el crecimiento de las plantas, en cuanto a los resultados han sido muy exitosos en los esquejes de hortensia y otros (Montes, 2017).

##### **2.2.6.2. Enraizante natural de lentejas**

Un enraizante natural elaborado con lentejas puede fomentar el desarrollo de raíces en esquejes o plantas tempranas, para contribuir a su rápido desarrollo y adaptación al terreno. Las lentejas poseen fitohormonas que fomentan el

crecimiento de las raíces, y en la germinación se liberan aún más (Peña et al., 2025).

### 2.2.6.3. Enraizante natural de canela

El uso de canela en polvo como un enraizante natural es beneficioso para las plantas. Funciona como un impulsor natural del desarrollo de las raíces y también posee características antifúngicas, que contribuyen así a salvaguardar los esquejes de enfermedades. Es posible aplicarlo de manera directa en el esqueje o elaborar una solución para sumergirlo antes de plantarlo (Quiroz, 2021).

### 2.2.6.4. Enraizante químico SeaRoot

**Tabla 2.**

#### ***Ficha técnica del SeaRoot***

<b>Características generales</b>	
Nombre del producto:	SeaRoot
Grupo:	Bioestimulante agrícola
Ingrediente activo:	Extracto de algas ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ).....4.4% p/p Polisacáridos (laminaria, fucoidanos, ácido algínico).....20% p/p
Formulación:	Líquido soluble o polvo soluble para la aplicación en riego foliar.
Distribuidor:	Ecuaquímica y Syngenta.
Mecanismo de acción:	Actúa estimulando los procesos naturales de la planta, mejorando la adsorción de nutrientes y promoviendo el desarrollo de los pelos radiculares.

**Elaborada por: La autora 2026.**

### 2.2.7 Condiciones agroecológicas de Santa Elena (Ecuador)

Las condiciones agroecológicas de Santa Elena se distinguen por terrenos secos y pocas lluvias, lo que la hace una región con retos para la agricultura, pero también con capacidad para cultivar productos adaptados a estas circunstancias, como el maíz, el aguacate y las uvas. La provincia ha puesto en marcha un Plan Hidráulico que ha facilitado el crecimiento agrícola, que promueven prácticas agroecológicas para incrementar la productividad y la sostenibilidad (Peralta et al., 2015).

### 2.2.8 Ensayos experimentales en propagación vegetal

El resultado de los estudios experimentales de propagación de *Gliricidia sepium* suelen incluir la comparación de diversos métodos de propagación (semilla

frente a esquejes) y el estudio del crecimiento y evolución de plántulas que se generan. Se analizan elementos como la rapidez de crecimiento, la acumulación de biomasa, y el impacto de la precedencia y las condiciones del entorno (Toapanta y González, 1995).

### **2.2.9 Condiciones de vivero para el enraizamiento de estacas**

La propagación vegetativa en vivero hace posible controlar factores del entorno, como la temperatura, la humedad y el acceso al agua, lo que contribuye a que se desarrollen las raíces y a que las estacas se establezcan. Las condiciones de vivero aumentan la tasa de prendimiento y de supervivencia de los propágulos vegetativos en especies forrajeras y forestales, como la *Gliricidia sepium* (Contreras & Ochoa, 2003).

## **2.3 Marco legal**

### **2.3.1 Código Orgánico del Ambiente**

#### **TITULO VI**

#### **REGIMEN NACIONAL FORESTAL**

#### **CAPITULO V MANEJO Y CONSERVACION DE BOSQUES NATURALES**

**Art. 109.-** Disposiciones generales para el manejo forestal sostenible. Las disposiciones generales deberán orientarse a:

1. Mejorar los rendimientos productivos de los recursos y productos forestales; para lo cual la tasa de aprovechamiento no puede exceder la capacidad de recuperación del bosque;
2. Respetar los ciclos mínimos de corta;
3. Conservar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el paisaje;
4. Establecer la responsabilidad compartida en el manejo;
5. Mantener la cobertura boscosa;
6. Proteger y recuperar los recursos hídricos;
7. Prevenir, evitar y detener la erosión o degradación del suelo;
8. Facilitar las condiciones para el acceso a los recursos forestales y sus beneficios a los bosques de propiedad del Estado, bajo las regulaciones que se determinen según la categoría de manejo y uso; y,
9. Prevenir y reducir los impactos ambientales y sociales. En la norma secundaria se determinarán los modelos y mecanismos de manejo forestal sostenible. Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades podrán elaborar y presentar propuestas, desde su cosmovisión, a la Autoridad Ambiental Nacional, que sean complementarias para el manejo y conservación de los recursos y productos forestales en sus tierras, siempre que guarden armonía con las normas generales para el manejo establecidas en este Código. No se requieren instrumentos de manejo si se realizan actividades dentro del mismo predio con fines tradicionales, subsistencia o de carácter ritual o ceremonial que no implique actividad comercial, de conformidad con los lineamientos establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional. (p.38)

**Art. 110.-** Fomento. Se fomentarán los usos o actividades que utilicen menores cantidades del recurso forestal, por productos de mayor valor

agregado, la búsqueda de materiales alternativos de menor impacto, la capacitación a los usuarios y la investigación de las condiciones de producción. Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades recibirán asistencia técnica por parte del Estado de manera prioritaria en las áreas protegidas, de conformidad con el plan de manejo del área y según las características de las especies. (p.38)

#### **CAPITULO VI**

#### **RESTAURACION ECOLOGICA, PLANTACIONES FORESTALES Y SISTEMAS AGROFORESTALES**

**Art. 118.-** Restauración ecológica. En las actividades de restauración ecológica de suelos o ecosistemas se priorizará la regeneración natural cuando esta sea posible técnica, económica y socialmente. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en el marco de sus competencias, darán atención prioritaria a los suelos degradados o en proceso de desertificación, bajo lineamientos de la Autoridad Ambiental Nacional. (p.40)

**Art. 119.-** Prioridad nacional. Las plantaciones forestales con fines de conservación y producción son de prioridad nacional. Se impulsarán e implementarán programas o proyectos de reforestación con fines de conservación o restauración, especialmente en las zonas de manglar o servidumbres ecológicas afectadas, y en general, en todas aquellas áreas que se encuentren en proceso de degradación. Solo procederán las plantaciones forestales con fines de conservación que se ejecuten con una **combinación** de especies nativas o con fines de enriquecimiento y aceleración de la sucesión secundaria o en programas especiales para zonas prioritarias seleccionadas. Las plantaciones forestales y sistemas agroforestales de producción constituirán medios para aliviar la presión sobre los bosques naturales, por la demanda de madera y sus derivados. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, p.40)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

Este estudio adoptó un enfoque de investigación experimental, que se llevó a cabo bajo condiciones controladas de vivero.

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se realizó es:

##### **3.1.1.1. Investigación experimental**

Dado que este trabajo se desarrolló en un contexto local poco estudiado, el enfoque experimental permitió obtener una primera aproximación sobre la efectividad de diferentes enraizantes naturales y sintético en esta especie. Esta fase facilitó la identificación de los tratamientos con mayor potencial para promover el enraizamiento y desarrollo de los esquejes, para tener una base inicial de ayuda para futuras investigaciones más profundas que busquen optimizar técnicas de propagación y fortalecer su uso en sistemas agroforestales y programas de restauración ecológica en la región.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

Esta investigación es de tipo experimental ya que se efectuó bajo un diseño completo al azar (DCA), el mismo que cuenta con cuatro tratamientos y 25 repeticiones en donde permite garantizar la aleatorización y también asegurar la validez de los datos recolectados facilitó la obtención de resultados confiables para así alcanzar los objetivos planteados en el trabajo de vivero.

#### 3.2 Metodología

##### **3.2.1 Variables**

Para llevar a cabo el estudio, se clasificó en dos grupos las variables: independientes y dependientes, ya que estas reflejan los elementos claves del análisis y permiten estructurar el proceso de recopilación de datos.

##### **3.2.1.1. Variable independiente**

Las variables independientes son los enraizantes aplicados:

##### **3.2.1.1.1. Enraizante de aloe vera.**

Se elaboró a partir de la pulpa de hojas frescas de aloe vera (*Aloe barbadensis*), licuadas hasta obtener un extracto homogéneo. La aplicación se realizó mediante la inmersión basal de los esquejes en la solución durante 30 minutos antes de su siembra (Villón Torres y León Mejía, 2021).

#### **3.2.1.1.2. Enraizante de lentejas.**

Se preparó al poner a germinar las semillas de lenteja (*Lens culinaris*) durante cinco días hasta que desarrollaron radículas de 2 cm, luego se licuo con agua potable hasta formar un extracto espeso. Los esquejes se los sumergió en esta solución durante 30 minutos previo a su establecimiento en el sustrato (Morales Coque, 2021).

#### **3.2.1.1.3. Enraizante de canela en polvo.**

Se utilizó canela en polvo comercial (*Cinnamomum verum*) espolvoreada de manera directa sobre la base del esqueje antes de su siembra, para asegurar la cobertura uniforme de la zona basal para estimular el enraizamiento y prevenir infecciones fúngicas (Chaupis y Vera, 2024).

#### **3.2.1.1.4. Enraizante químico Searoot.**

Se empleo según las indicaciones del fabricante, se diluyó la dosis recomendada en agua y realizo la inmersión basal de los esquejes durante el tiempo especificado (30 minutos) antes de su siembra en el sustrato experimental (Luna et al., 2024).

#### **3.2.1.2. Variable dependiente**

Las variables dependientes son las que mediremos en los periodos establecidos:

##### **3.2.1.2.1. Longitud de la raíz.**

Esta variable de longitud de la raíz fue medida con una regla o calibrador, tuvo una evaluación periódica que se realizó a los 10, 20, 30 y 40 días después de la siembra, para registrar el tiempo en que cada esqueje comenzó a emitir raíces.

##### **3.2.1.2.2. Número de raíces.**

Esta variable de número de raíces se evaluó de manera directa con un conteo manual y se registró los datos obtenidos cada 10, 20, 30 y 40 días.

##### **3.2.1.2.3. Número de brotes vegetativos.**

Esta variable de número de brotes vegetativos se evaluó a los 20, 40, 60 y 80 días desarrollos en cada uno de los tratamientos, se realizó una observación directa y conteo manual.

##### **3.2.1.2.4. Número de hojas por brote.**

Se realizó un conteo manual cada 20, 40, 60 y 80 días para tener datos del desarrollo de las hojas por brotes y además también se tomó fotografías que

permitió comparar el vigor vegetativo entre tratamientos a lo largo del periodo experimental.

#### **3.2.1.2.5. Longitud de la hoja.**

La longitud de la hoja es una medida morfológica que se refiere a la distancia desde la base de la hoja hasta el ápice. La cual se midió con una regla con periodos cada 20, 40, 60 y 80 días para tener el registro del crecimiento vegetativo y se realizó de manera manual y directa.

#### **3.2.1.2.6. Ancho de la hoja.**

El ancho de la hoja se medirá con una regla o calibrador, de manera visual se identificó la parte más ancha de la hoja que puede ser en el centro y en otros casos un poco más abajo o arriba, luego se procedió a medir en línea recta de un borde al otro esta evaluación se tomó cada 20, 40, 60 y 80 días.

### **3.2.2 Tratamientos**

En el presente estudio utilizó un diseño completo al azar con cuatro tratamientos y 25 unidades experimentales. Los tratamientos corresponden a la aplicación de diferentes tipos de enraizantes en los esquejes de *Gliricidia sepium*. Se evaluó tres enraizantes naturales y un enraizante químico. Cada tratamiento permitió comparar el efecto de los enraizantes sobre el enraizamiento, desarrollo vegetativo de los esquejes bajo las condiciones de vivero y agroecológicas de la comuna Limoncito. A continuación, se detallan los tratamientos evaluados:

**Tabla 3.**

#### **Tratamientos a evaluar**

<b>Tratamiento</b>	<b>Enraizante</b>	<b>Concentración (ml)</b>	<b>Nº de unidades experimentales</b>
T1	Extracto de Aloe vera	500g de gel x 1 litro de agua	25
T2	Extracto de lenteja	2lbs de extracto de lenteja x un litro de agua	25
T3	Canela en polvo	Espolvoreada en el esqueje	25
T4	SeaRoot (Testigo Convencional)	10ml x 1 litro de agua	25

**Elaborado por: La autora, 2026.**

#### **3.2.3 Diseño experimental**

El estudio se ejecutó bajo un diseño completo al azar (DCA), durante 12 semanas, se evaluó cuatro tratamientos de 25 unidades experimentales. Los

tratamientos corresponden a la aplicación de diferentes enraizantes en esquejes de *Gliricidia sepium*. Cada unidad experimental estará compuesta por 1 funda con esquejes, generando un total de 100 unidades experimentales por el ensayo bajo condiciones controladas de vivero. El experimento se llevó a cabo durante un período de 80 días, tiempo en el cual se realizó el seguimiento al desarrollo de los esquejes. La siembra de los esquejes se efectuó en fundas con sustrato homogéneo y la aplicación de los tratamientos se realizó en el momento de la siembra, sumergiendo la base de cada esqueje en el enraizante correspondiente antes de colocarlo en el sustrato.

Las mediciones de las variables de respuesta como el tamaño de raíz, número de hojas, yemas y ramas se registraron con una frecuencia de cada 10 y 20 días, complementándose con una evaluación final al término del periodo experimental. Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) y, en caso de detectarse diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey para identificar los tratamientos más efectivos. Este diseño garantizó la obtención de resultados estadísticos confiables, que contribuirán a mejorar la eficiencia en la propagación vegetativa de *Gliricidia sepium* en la comuna Limoncito.

**Tabla 4.**

***Descripción del diseño experimental en campo***

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
Número de tratamientos	4
Número de unidades experimentales por tratamiento	25
Número total de plantas	100

**Elaborado por: La autora, 2026.**

**3.2.4 Recolección de datos**

**3.2.4.1. Recursos**

**3.2.4.1.1. Recursos técnicos.**

Se empleó instrumentos de medición precisos como regla para determinar el tamaño de las raíces. Además, se utilizó una cámara para registrar de manera visual el desarrollo de las plantas. Se contó con el material para registrar datos, como cuadernos de campo y hojas de observación. Para el análisis de los datos se usó en el software como Infostat y Microsoft Excel.

### **3.2.4.1.2. Recursos humanos.**

Los recursos humanos incluyen al investigador principal, cargado del desarrollo integral del estudio, y al tutor académico, responsable de la dirección, revisión y retroalimentación técnica del trabajo.

### **3.2.4.1.3. Recursos bibliográficos.**

Para realizar la investigación, se tomó fuentes confiables como revistas científicas, artículos, el repositorio de la Universidad Agraria del Ecuador, libros, que fueron útiles para tener una información concreta.

### **3.2.4.1.4. Recursos económicos.**

El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos del económicos propios del tesista.

**Tabla 5.**

#### **Presupuestos**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
Enraizante SeaRoot	1	8.50	8.50
Fundas	100	2	2
Malla Saran Rashel	10 m	2	20
Extracto de lentejas	2 libras	1.20	2.40
Aloe vera	5 libras	1	5
Canela en polvo	2 libras	5	10
Llenado de funda	100	0.10 ctvs	10
Análisis de suelo	1	45	45
<b>Total</b>			<b>102.90</b>

**Elaborado por: La autora, 2026.**

### **3.2.4.2. Métodos y técnicas**

Dentro de este método se permitió visualizar los resultados obtenidos tomando en cuenta que el único objetivo era cumplir con todas las metas propuestas a través de los objetivos.

#### **3.2.4.2.1. Métodos de investigación.**

- **Método inductivo**

Con este método se logró observar los resultados que se obtuvo al final de cumplir con los objetivos e hipótesis proyectadas.

- **Método deductivo**

Este método permitió observar las investigaciones anteriores ya realizadas donde se observó leyes teorías y principios básicos referente al tema.

- **Método experimental**

Fue el método principal del estudio, dado que se implementó ensayos bajo condiciones controladas de vivero, de manera que se pudo manipular la variable independiente (tipo de enraizante) para observar su efecto sobre variables dependientes como tamaño de raíz, número de yemas, hojas y ramas. Este método permitió establecer relaciones de causa y efecto entre los enraizantes evaluados y la respuesta morfofisiológica de los esquejes.

- **Método analítico**

Se aplicó este método para descomponer y examinar de manera detallada los resultados generados en cada evaluación periódica, para interpretar con precisión los datos obtenidos y establecer diferencias cuantitativas entre los tratamientos.

- **Método comparativo**

Se utilizó para contrastar los resultados de los distintos tratamientos, para comparar la efectividad de cada enraizante en la inducción y desarrollo de raíces, yemas, hojas y ramas. Este método facilitó la determinación del enraizante más eficiente para la reproducción vegetativa de *Gliricidia sepium* en la zona de estudio.

#### **3.2.5.2.2. Técnicas de investigación.**

- **Preparación y análisis del sustrato**

Se elaboró el sustrato con un mes de anticipación, elaborado con una mezcla compuesta por tierra negra, tamo de arroz, arena y tierra de sembrado, para asegurar su adecuada homogenización. Después, se tomó una muestra representativa que se envió al laboratorio para su respectivo análisis de suelo, con el fin de determinar su contenido de nitrógeno, fósforo, potasio (NPK), materia orgánica y pH, para tener así condiciones óptimas para el enraizamiento de los esquejes.

- **Selección y preparación de esquejes**

Se seleccionó esquejes uniformes de *Gliricidia sepium* con un buen estado fitosanitario adecuado. La preparación se realizó en el vivero bajo condiciones

controladas, se eliminó algún brote o hojas que se encontraba en los esquejes para empezar de 0 con la aplicación de los sustratos y toma de datos.

- **Aplicación de enraizantes**

Cada esqueje se sumergió en cada uno de los cuatro tratamientos de enraizantes: extracto de aloe vera, extracto de lenteja, canela en polvo y enraizante químico SeaRoot. La aplicación consistió en una inmersión basal durante un tiempo estándar de 30 segundos a un minuto en los tratamientos líquidos y químicos, mientras que la canela en polvo se aplicó espolvoreada de manera directa sobre la base del esqueje antes de su siembra.

- **Siembra en vivero**

Los esquejes tratados fueron plantados en las fundas individuales que contenían el sustrato analizado y acondicionado, para mejorar la compactación ligera, permitir un óptimo contacto basal, humedad y aireación adecuadas.

- **Monitoreo del crecimiento radicular**

Se realizó un monitoreo periódico cada 10 a 20 días para medir el tamaño de la raíz principal utilizaremos una regla o calibrador digital, para registrar además el tiempo en que cada esqueje comienza a emitir raíces visibles. Todos los datos fueron anotados en hojas de campo y complementados con fotografías que permitan el seguimiento visual del proceso de enraizamiento.

- **Evaluación del crecimiento vegetativo**

De acuerdo a los días establecidos se llevó un registro manual del número de hojas, yemas y ramas desarrolladas por los esquejes en cada tratamiento, mediante observación directa y conteo manual. Asimismo, se tomó documentación fotográfica para comparar el vigor vegetativo entre los diferentes enraizantes aplicados a lo largo del periodo experimental.

- **Sistematización de datos**

Las mediciones obtenidas se organizaron de forma sistemática en cuadros de registro digital y físico, con la finalidad de facilitar el análisis estadístico y la interpretación de resultados sobre el efecto de los enraizantes evaluados.

- **Análisis económico**

Se realizó un registro detallado de todos los costos asociados a la preparación del sustrato y aplicación de cada enraizante, incluido insumos, mano de obra y materiales utilizados. Asimismo, se cuantificó la producción efectiva, el

porcentaje de enraizamiento exitoso y el vigor de las plantas. Con esta información se elaboró un análisis económico comparativo para determinar la rentabilidad de cada tratamiento, para presentar los resultados en tablas y gráficos que faciliten la interpretación y su aplicación práctica en viveros locales.

### 3.2.6 Análisis estadístico

En el presente trabajo de investigación se realizó un análisis estadístico que adoptó un diseño completo al azar con cuatro tratamientos. Los datos obtenidos de las variables evaluadas (tamaño de raíz, número de hojas, yemas y ramas) fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. En caso de existir, se aplicó una prueba de comparación de medias (Tukey) para identificar los tratamientos más efectivos. El procesamiento de la información se llevó a cabo con el software Infostat.

**Tabla 6.**

#### **Análisis de varianza**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>GL</b>
Tratamientos	$t-1$	4-1	3
Error experimental	$(n-1) - (t-1)$	$(25-1) - (4-1)$	21
Total	$n-1$	24-3	21

**Elaborado por: La autora, 2026.**

#### 3.2.6.1. Hipótesis

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** La aplicación de los diferentes enraizantes no produjo diferencias significativas en el enraizamiento ni en el crecimiento vegetativo de los esquejes de *Gliricidia sepium*.

**Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** La aplicación de al menos uno de los enraizantes generó un efecto significativo en el enraizamiento y crecimiento vegetativo de los esquejes de *Gliricidia sepium*.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Estimación del tiempo de crecimiento de los primeros brotes de la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*) en la zona de estudio

La investigación demostró que el *Aloe vera* provocó el nivel más alto de brotación y la aparición más temprana (5 días) en los esquejes de *Gliricidia sepium*, precedido de SeaRoot con una reacción intermedia (6 días). En comparación, al extracto de lentejas y la canela en polvo que presentó un tiempo de aparición más largo (10 y 8 días, respectivamente) y niveles bajos de brotación.

La superioridad del *Aloe vera* sugiere un efecto bioestimulante asociado a la presencia de fitohormonas y compuestos orgánicos que favorecen la activación meristemática. SeaRoot mostró eficacia moderada, posiblemente relacionada con su composición hormonal. Por otro lado, la canela en polvo evidenció una limitada acción en la inducción de brotes, mientras que el extracto de lentejas presentó una respuesta tardía, lo que indica menor eficiencia bajo las condiciones evaluadas.

Considerando el análisis químico el sustrato mostró condiciones suficientes de pH, materia orgánica y disponibilidad de nutrientes, se puede argumentar que las diferencias observadas en la brotación no estuvieron relacionadas con limitaciones edáficas, sino principalmente con el enraizante aplicado. Estos resultados posicionan al *Aloe vera* como el tratamiento más eficiente para la inducción temprana de brotes.

**Tabla 7.**

#### ***Clasificación del nivel de brotación según el tratamiento aplicado***

<b>Tratamiento</b>	<b>Tiempo de aparición (días)</b>	<b>Nivel de brotación</b>	<b>Criterio de clasificación</b>
<i>Aloe vera</i>	5 días	Alto	Mayor número de plantas brotadas y menor tiempo de aparición
SeaRoot	6 días	Medio	Brotación intermedia, segundo en rapidez
Canela en polvo	8 días	Bajo	Pocas plantas brotadas y mayor tiempo de aparición
Extracto de lentejas	10 días	Bajo	Emisión de brotes más tardío.

**Elaborado por: La autora, 2026.**

En base a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), debido a que los resultados demostraron diferencias entre tratamientos en el tiempo de aparición de los brotes. El enraizante de *Aloe vera* presentó la brotación más temprana a los 5 días, seguido de SeaRoot a los 6 días, mientras que la canela en polvo y el extracto de lenteja mostraron respuestas más tardías (8 y 10 días respectivamente). Estos resultados evidencian que el tipo de enraizante sí influyó en la estimación del tiempo de brotación de los esquejes de *Gliricidia sepium*.

#### **4.2 Determinación del mejor tratamiento en base a los enraizantes aplicados en la yuca de ratón (*Gliricidia sepium*)**

La tabla 8 presenta la longitud promedio de raíz (cm) obtenida bajo cuatro tratamientos enraizantes. Los resultados incluyen las medias y su comparación estadística mediante una prueba de comparación múltiple (probablemente Tukey o similar), indicada por las letras asignadas a cada media. El tratamiento con enraizante de SeaRoot registró la mayor longitud de raíz (17.21 cm), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, ya que se identifica con la letra "b", mientras que los otros tratamientos presentan la letra "a".

Los tratamientos Aloe vera (10.68 cm), extracto de lenteja (7.94 cm) y canela en polvo (7.53 cm) no muestran diferencias estadísticas significativas entre sí, debido a que comparten la misma letra ("a"), lo que indica que su efecto sobre la longitud de raíz es similar.

El valor  $p = 0.0006$  evidencia que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre al menos uno de los tratamientos evaluados ( $p < 0.05$ ), confirmando que el tipo de enraizante influye de manera significativa en el crecimiento radicular. En resumen, el uso de SeaRoot resulta significativamente más efectivo para promover el crecimiento de raíces en comparación con los enraizantes naturales evaluados, los cuales presentan un desempeño estadísticamente equivalente entre sí.

**Tabla 8.*****Longitud de raíz(cm) durante 80 días de evaluación.***

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias<sup>1</sup></b>
1	Enraizante de Aloe Vera	10.68 a
2	Enraizante de extracto de lenteja	7.94 a
3	Enraizante de canela en polvo	7.53 a
4	Enraizante de SeaRoot	17.21 b
	p-valor	0.0006

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Elaborado por: La autora, 2026.**

La tabla 9 muestra el número promedio de raíces obtenido bajo cuatro tratamientos enraizantes, junto con la comparación estadística de sus medias mediante una prueba de comparación múltiple (indicada por letras). El tratamiento con enraizante de SeaRoot presentó el mayor número de raíces (23.47), diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos al estar identificado con la letra “b”. Esto indica que su efecto es significativamente superior en la inducción de raíces. Por otro lado, los tratamientos Aloe vera (13.72), extracto de lenteja (11.19) y canela en polvo (13.00) comparten la misma letra (“a”), lo que señala que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos, es decir, tienen un comportamiento similar en cuanto a la formación de raíces.

El valor  $p = 0.0017$  indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.05$ ), confirmando que el tipo de enraizante influye de manera significativa en el número de raíces producidas. En síntesis, el enraizante comercial SeaRoot demuestra una mayor eficacia para estimular la formación de raíces en comparación con los enraizantes naturales, los cuales no presentan diferencias significativas entre sí.

**Tabla 9.*****Número de raíz durante 80 días de evaluación.***

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias<sup>1</sup></b>
1	Enraizante de Aloe Vera	13.72 a
2	Enraizante de extracto de lenteja	11.19 a
3	Enraizante de canela en polvo	13.00 a
4	Enraizante de SeaRoot	23.47 b

p-valor	0.0017
---------	--------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Elaborado por: La autora, 2026.**

La tabla 10 presenta el número promedio de brotes obtenidos bajo cuatro tratamientos enraizantes, junto con el análisis de comparación de medias. Los resultados muestran que los tratamientos Aloe vera (2.32), extracto de lenteja (2.03), canela en polvo (2.29) y SeaRoot (1.94) comparten la misma letra ("a"), lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos en cuanto al número de brotes producidos.

A pesar de que el valor  $p = 0.0262$  es menor a 0.05, lo que sugiere diferencias globales significativas entre tratamientos, la prueba de comparación múltiple no detectó diferencias entre pares de medias, posiblemente debido a la variabilidad de los datos o a la cercanía entre los valores promedio. El coeficiente de variación (20.34%) indica un nivel de variabilidad moderado en los datos experimentales, lo que puede haber influido en la falta de diferenciación estadística entre tratamientos.

En síntesis, ninguno de los enraizantes evaluados mostró superioridad estadística en la producción de brotes, evidenciando que este parámetro no fue significativamente afectado por los tratamientos aplicados bajo las condiciones del experimento.

**Tabla 10.**

***Número de brotes durante 80 días de evaluación.***

Nº	Tratamientos	Medias <sup>1</sup>
1	Enraizante de Aloe Vera	2.32 a
2	Enraizante de extracto de lenteja	2.03 a
3	Enraizante de canela en polvo	2.29 a
4	Enraizante de SeaRoot	1.94 a
	p-valor	0.0262
	Coef. Variación (%)	20.34%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por: La autora, 2026.**

En la tabla 11 se presenta el efecto de diferentes tratamientos enraizantes sobre el número de hojas por brote. El análisis estadístico evidenció diferencias

significativas entre tratamientos ( $p = 0.0086$ ). El enraizante comercial SeaRoot registró el mayor promedio de hojas por brote (4.24), siendo estadísticamente superior al tratamiento con extracto de lenteja (3.12), el cual presentó el valor más bajo. Por otro lado, los tratamientos con Aloe vera (3.92) y canela en polvo (3.54) mostraron valores intermedios, sin diferencias significativas respecto a los tratamientos extremos, ya que comparten al menos una letra en la prueba de comparación múltiple. El coeficiente de variación fue de 26.33%, lo que indica una variabilidad moderada en los datos experimentales.

**Tabla 11.**

***Número de hojas por brotes durante 80 días de evaluación.***

N°	Tratamientos	Medias <sup>1</sup>
1	Enraizante de Aloe Vera	3.92 ab
2	Enraizante de extracto de lenteja	3.12 b
3	Enraizante de canela en polvo	3.54 ab
4	Enraizante de SeaRoot	4.24 a
	p-valor	0.0086
	Coef. Variación (%)	26.33%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por: La autora, 2026.**

En la tabla 12 se muestra el efecto de los diferentes tratamientos enraizantes sobre la longitud de la hoja. El análisis estadístico evidenció diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p = 0.0001$ ). El enraizante SeaRoot presentó la mayor longitud promedio de hoja (2.19 cm), siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos. En contraste, los tratamientos con Aloe vera (1.34 cm), extracto de lenteja (1.39 cm) y canela en polvo (1.39 cm) no mostraron diferencias significativas entre sí, ya que comparten la misma letra en la prueba de comparación múltiple, y registraron los valores más bajos. El coeficiente de variación fue de 24.12%, lo que indica una variabilidad moderada en los datos experimentales.

**Tabla 12.****Longitud de la hoja(cm) durante 80 días de evaluación.**

N°	Tratamientos	Medias <sup>1</sup>
1	Enraizante de Aloe Vera	1.34 b
2	Enraizante de extracto de lenteja	1.39 b
3	Enraizante de canela en polvo	1.39 b
4	Enraizante de SeaRoot	2.19 a
	p-valor	0.0001
	Coef. Variación (%)	24.12%

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Elaborado por: La autora, 2026.**

En la tabla 13 se presenta el efecto de los diferentes tratamientos enraizantes sobre el ancho de la hoja. El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p = 0.0001$ ). El enraizante SeaRoot registró el mayor ancho promedio de hoja (1.48 cm), siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Por otro lado, los tratamientos con Aloe vera (0.96 cm), extracto de lenteja (1.01 cm) y canela en polvo (0.91 cm) no presentaron diferencias significativas entre sí, ya que comparten la misma letra en la prueba de comparación múltiple, y evidenciaron los valores más bajos. El coeficiente de variación fue de 23.22%, lo que indica una variabilidad moderada en los datos obtenidos.

**Tabla 13.****Ancho de la hoja(cm) durante 80 días de evaluación.**

N°	Tratamientos	Medias <sup>1</sup>
1	Enraizante de Aloe Vera	0.96 b
2	Enraizante de extracto de lenteja	1.01 b
3	Enraizante de canela en polvo	0.91 b
4	Enraizante de SeaRoot	1.48 a
	p-valor	0.0001
	Coef. Variación (%)	23.22%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Elaborado por: La autora, 2026.**

### 4.3 Estimación de la relación entre las variables evaluadas de yuca de ratón (*Gliricidia sepium*).

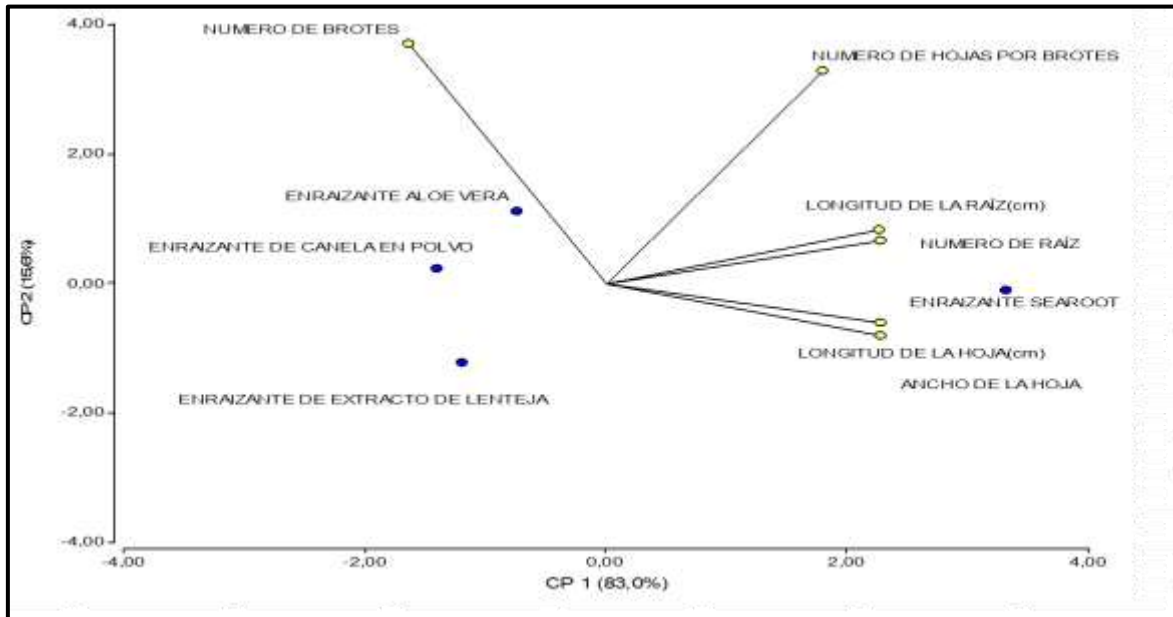
Se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP) con el objetivo de examinar cómo los diferentes tratamientos enraizantes afectan las variables morfofisiológicas del desarrollo de las plantas. El 98.6% de la variabilidad total de los datos fue explicada por los dos componentes iniciales. El Componente Principal 1 (CP1) explicó el 83.0% y el Componente Principal 2 (CP2) el 15.6%. Esto demuestra una reducción dimensional apropiada y una representación fiable de la conducta multivariada.

El CP1 se relacionó sobre todo con factores de desarrollo radicular y crecimiento vegetativo, como la longitud (en centímetros) de la hoja y de la raíz, el número de raíces y hojas por brote, así como el ancho de la hoja. Esto sugiere que dicho eje ilustra un gradiente de vigor general en las plantas. Por su lado, el CP2 estuvo asociado sobre todo con la cantidad de brotes, lo cual indica que este componente distingue la habilidad para emitir estructuras aéreas.

En el biplot, se puede apreciar que la longitud y el número de raíces, así como la longitud y el ancho de las hojas están positivamente correlacionados, lo cual se evidencia en la cercanía angular de sus vectores. Además, la cantidad de hojas por brote mostró una correlación positiva con estos elementos, lo que señala un modelo de crecimiento integral coordinado. Por el contrario, las variables que se encuentran en cuadrantes opuestos muestran relaciones inversas o un grado más bajo de asociación.

Respecto a los tratamientos analizados, el enraizante comercial Searoot se situó en el cuadrante positivo del CP1, lo que indica una mayor relación con las variables relacionadas con el crecimiento de las raíces y las hojas. Esto sugiere que tiene un efecto positivo importante sobre la evolución estructural de las plantas. El tratamiento con *aloe vera* mostró una relación moderada con el número de brotes y las variables de crecimiento, mientras que el enraizante de canela en polvo tuvo una relación intermedia, aportando menos a los parámetros analizados. En cuanto al extracto de lenteja, este se posicionó dentro del cuadrante negativo del CP2, lo que implica un rendimiento relativamente más bajo en relación con los otros tratamientos.

Figura 1.

**Análisis de componentes principales**

Elaborado por: La autora, 2026.

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la estimación del tiempo de aparición de los primeros brotes en esquejes de *Gliricidia sepium* muestran que el tratamiento con *Aloe vera* promueve una brotación más temprana (5 días) en comparación con SeaRoot, canela en polvo y extracto de lentejas. Este comportamiento coincide con lo reportado por Acuña (2016), quien indica que la aplicación de bioestimulantes en estacas de *Gliricidia sepium* produce diferencias significativas en el desarrollo vegetativo y aumenta la formación de estructuras como hojas y brotes. En este sentido, la respuesta obtenida con el uso de *Aloe vera* sugiere que los compuestos bioactivos presentes en este material vegetal pueden contribuir a la activación de procesos fisiológicos relacionados con la brotación en estacas de la especie.

De igual forma, los resultados guardan relación con lo señalado por García et al. (2024), quienes mencionan que los enraizantes naturales como el gel de *aloe vera* presentan actividad bioestimulante debido a la presencia de nutrientes, enzimas y fitohormonas que favorecen el crecimiento vegetal. Aunque su estudio se realizó en plántulas de jitomate, la respuesta positiva observada en esta investigación sugiere que estos compuestos también influyen en el desarrollo inicial de otras especies, entre ellas *Gliricidia sepium*, sobre todo durante la fase de establecimiento vegetativo.

En cuanto a la determinación del mejor tratamiento en función de los enraizantes aplicados, el análisis de varianza muestra que las diferencias entre tratamientos aparecen a partir de los 40 días de evaluación. Este comportamiento indica que en las etapas iniciales del desarrollo radicular las estacas presentan respuestas fisiológicas similares, mientras que en etapas posteriores los tratamientos influyen de forma diferenciada en el crecimiento de las raíces. Este resultado coincide con lo indicado por Rodríguez Holanda (2023), quien señala que la aplicación de reguladores de crecimiento como el ácido indolbutírico (AIB) incrementa parámetros asociados con el desarrollo radicular y vegetativo en esquejes de *Gliricidia sepium*. Aunque en dicho estudio se utilizan concentraciones de AIB, ambos trabajos coinciden en que la aplicación de sustancias estimulantes favorece el desarrollo radicular durante el crecimiento de la planta.

Asimismo, el aumento del número de raíces y la mayor elongación radicular observada en algunos tratamientos durante las evaluaciones finales guarda relación con lo descrito por Giraldo et al. (2009), quienes indican que el uso de

enraizantes incrementa la capacidad de formación de raíces y mejora la tasa de supervivencia en plantas propagadas por estacas. En este contexto, los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que los enraizantes, tanto naturales como comerciales, influyen en la emisión y desarrollo de raíces en *Gliricidia sepium*, aunque con diferentes niveles de efectividad según el tipo de producto utilizado.

En relación con el desarrollo vegetativo, variables como el número de brotes, número de hojas por brote y crecimiento foliar muestran incrementos durante el periodo de evaluación, sobre todo entre los 30 y 60 días, etapa en la que la especie presenta mayor actividad vegetativa. Este comportamiento es similar al descrito por Acuña (2016), quien reporta que la aplicación de bioestimulantes en estacas de *Gliricidia sepium* incrementa el número de hojas y mejora la capacidad de formación de estructuras vegetativas. Aunque en dicho estudio se utiliza biol como bioestimulante, ambos trabajos evidencian que la aplicación de sustancias estimulantes favorece el crecimiento vegetativo de la especie.

Por otra parte, el análisis de componentes principales permite identificar una relación positiva entre variables asociadas al desarrollo radicular y foliar, tales como longitud de raíz, número de raíces, longitud de hoja, ancho de hoja y número de hojas por brote. Este comportamiento indica que el crecimiento de estas estructuras presenta una relación estrecha y responde a un patrón de desarrollo coordinado en la planta. En este sentido, los resultados coinciden con lo señalado por Rodríguez Holanda (2023), quien reporta que el uso de reguladores de crecimiento produce incrementos simultáneos en diferentes parámetros morfológicos asociados al vigor vegetal.

Por último, la distribución de los tratamientos dentro del análisis multivariado muestra que el enraizante comercial SeaRoot presenta mayor relación con variables asociadas al desarrollo estructural de las plantas, mientras que el tratamiento con *aloe vera* presenta relación con la emisión de brotes. Este resultado coincide con lo indicado por Giraldo et al. (2009), quienes señalan que diferentes tipos de enraizantes generan respuestas fisiológicas distintas durante la propagación vegetativa, situación que depende de la composición del producto y de la especie vegetal evaluada.

Los resultados obtenidos permiten aceptar parcialmente la hipótesis planteada, ya que el uso de enraizantes sí influye significativamente en el proceso

de enraizamiento de *Gliricidia sepium*. El tratamiento SeaRoot presenta los mejores resultados en longitud y número de raíces, mientras que el *Aloe vera* favorece una brotación más temprana. No obstante, algunas variables como el número de brotes no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

La estimación del tiempo de crecimiento de los primeros brotes en esquejes de *Gliricidia sepium* permitió determinar que el tratamiento con Aloe vera favoreció una brotación más temprana en comparación con los demás enraizantes evaluados, lo cual indica una mayor rapidez en la activación del crecimiento vegetativo durante la fase inicial de establecimiento de las estacas.

La determinación del mejor tratamiento en función de los enraizantes aplicados evidencia que los tratamientos influyen en el desarrollo radicular y vegetativo de *Gliricidia sepium* a partir de los 40 días de evaluación, con diferencias en variables como longitud de raíz, número de raíces, número de brotes y desarrollo foliar, lo que confirma que el efecto de los enraizantes se manifiesta con mayor claridad en las etapas intermedias y finales del crecimiento.

La estimación de la relación entre las variables evaluadas demuestra que existió una asociación positiva entre el desarrollo radicular y el crecimiento foliar, lo que indicó que variables como longitud y número de raíces, longitud y ancho de hoja y número de hojas por brote forman parte de un patrón de crecimiento vegetal integrado que refleja el vigor general de las plantas de *Gliricidia sepium*.

### 6.2. Recomendaciones

Se recomienda aplicar Aloe vera en la propagación vegetativa de *Gliricidia sepium* en viveros o sistemas productivos donde se requiera un establecimiento rápido del material vegetal, debido a que este tratamiento favorece la aparición temprana de brotes y facilita el desarrollo inicial de las estacas.

Asimismo, se recomienda seleccionar el tipo de enraizante según el objetivo de producción del material vegetal, ya que los resultados evidencian que los tratamientos generan respuestas distintas en el desarrollo radicular y vegetativo de *Gliricidia sepium*, lo cual puede influir en la calidad y vigor de las plantas obtenidas.

De igual forma, se recomienda considerar de manera conjunta el crecimiento radicular y el desarrollo foliar durante el manejo de plantas de *Gliricidia sepium*, debido a que ambas variables presentan una relación positiva que refleja el vigor estructural de la planta y permite una mejor evaluación del establecimiento del cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J. H. (2016). *Evaluación morfológica en la propagación vegetativa de Gliricidia sepium (yuca de ratón), en cafetales de un cantón de Jipijapa*. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo], Repositorio Institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec>
- Alamu, E., Adesokan, M., Fawole, S., Chikoye, D., Mehreteab, T., & Busie Maziya, D. (2023). Gliricidia sepium (Jacq.) Walp Applications for Enhancing Soil Fertility and Crop Nutritional Qualities: A Review. *Journal Forest*, 14(3), 9-13. <https://doi.org/10.3390/f14030635>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (12 de Abril de 2017). Código Orgánico del Ambiente. *Registro Oficial Suplemento N° 983 del 12 de Abril del 2017*. <https://www.ambiente.gob.ec/>
- Chaupis, E., & Vera, C. (2024). *Obtención de plántulas de Cedrón (Aloysia triphylla) a partir de esquejes, usando reguladores de crecimiento naturales en condiciones de la Provincia de Ambo - Huánuco, 2022*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión], Repositorio Institucional. <http://repositorio.undac.edu.pe/>
- Contreras, V., & Ochoa, Á. (2003). Estacas cortas y gruesas: Una opción agronómica para la siembra vegetativa de Gliricidia sepium. *Revista Zootecnia tropical*, 21(4), 413-423. <https://ve.scielo.org/scielo/>
- Cuervo Jiménez, A., Narváez Solarte, W., & Hahn von-Hessberg, C. (2013). Características forrajeras de la especie Gliricidia sepium (Jacq.) Stend, Fabaceae. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17(1), 33-45. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/>
- García, F., Tapia Zayago, F., Pérez Ríos, S., Madariaga Navarrete, A., Cenobio Galindo, A., & Hernández Soto, I. (2024). Enraizantes a base de lenteja y

- sábila: una alternativa ecológica en la producción de tomate. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 10(20), 10-15.  
<https://doi.org/10.29057/icap.v10i20.12371>
- Giraldo, L., Ríos, H., & Polanco, M. (2009). Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*(1), 41-47.  
<https://doi.org/10.22490/21456453.1966>
- Guamán, R., Leython, S., & Martínez, T. (2019). Enraizantes Naturales en *Coffea canephora* var. robusta (L. Linden) A. Chev. *Revista UEES*(12), 93-102.  
<https://doi.org/10.31095/investigatio.2019.12.6>
- Kumar, P., & Kumar, P. (2013). Cultivation of *Gliricidia sepium* (*Gliricidia*) and its use for improving soil fertility. *Journal of The Kalash Science*, 1(1), 131-133.  
<https://www.researchgate.net/>
- LLera, M., Vargas, J., Gonzáles, V., Velásquez, A., & Jasso, J. (1998). Análisis de crecimiento de propagulos vegetativos y sexuales de cocoite (*Gliricidia sepium*). En *Agrociencia*. Colegio de Postgraduados.
- Luna, P., Munguia , H., Mogollón, I., Saavedra, E., Romero, C., Siancas , M., . . . Cántaro, H. (2024). Influence of *Ascophyllum nodosum* extract on rooting of *Mentha spicata* L. *Agronomía Costarricense*, 48(2), 152-158.  
<https://doi.org/10.15517/rac.v48i2.62549>
- Martínez, F. (15 de mayo de 2020). *Pastos y forrajes*. Ficha Técnica Matarratón (*Gliricidia sepium*) : <https://infopastosyforrajes.com/conocenos/>
- Moncada, A. (2022). *Evaluación de hormonas enraizadoras en la propagación vegetativa de *Gliricidia sepium*, sembrada por estacas, para el uso forrajero,*

- Río Verde, Santa Elena.* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena], Repositorio Institucional. <http://repositorio.upse.edu.ec/>
- Montes, I. (2017). *Comparativo entre el gel de sábila (aloe vera l.) Frente a tres dosis de AIB, en el enraizamiento de esquejes de tres variedades de hortensia (hydrangea macrophylla t.), Bajo condiciones de invernadero, en el distrito de Caraz, provincia de Huaylas.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo], Repositorio Institucional. <http://repositorio.unasam.edu.pe/>
- Morales Coque, A. (2021). *Evaluación de la eficacia de dos enraizantes naturales a base de lenteja (Lens culinaris) y sábila (Aloe vera) en álamo plateado y aliso en el vivero de Las Acacias del barrio San Sebastián de Salcedo durante el periodo actual.* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi], Repositorio Institucional. <https://repositorio.utc.edu.ec/>
- Oreste La O León, Gonzalez, H., Vázquez, M., & Ledea Rodríguez, J. (2018). Nutritional characterization of *Gliricidia sepium* in a saline and high drought ecosystem of the Cauto river basin, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(3), 347-356. <https://www.cjascience.com/>
- Peña, R., Bernales, A., Villegas, P., Zumaeta, D., & Moreno, S. (2025). Enraizamiento de esquejes de stevia (*Stevia rebaudiana*Bertoni) con diferentes enraizadores naturales en Yarinacocha, Ucayali, Perú. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 4(1). <https://doi.org/10.56926/repia.v4i1.108>
- Peralta, E., Murillo, A., Rodriguez, D., Mazón, N., Minchala, L., & Mina, D. (2015). Evaluación de 239 accesiones y 30 líneas de quiua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las condiciones agroecológicas de la Península de Santa Elena,

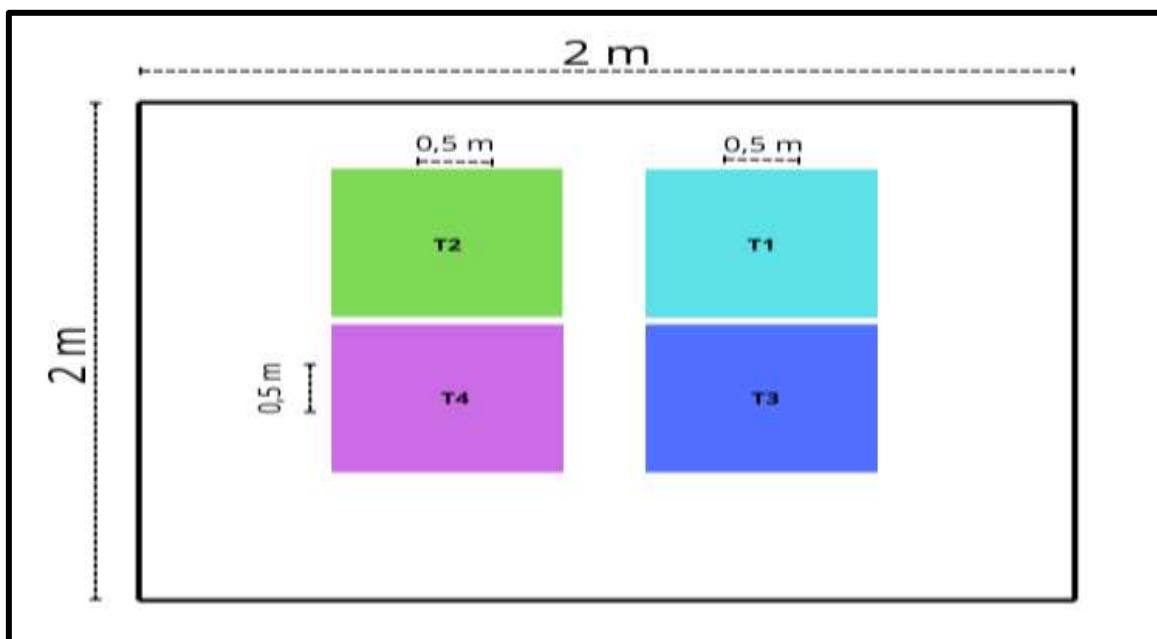
- Ecuador. *Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy*(1), 1-10.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/>
- Quiroz, M. (2021). *Análisis de efectividad de los diferentes tipos de enraizantes naturales para la agricultura*. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena], Repositorio Institucional.  
<https://repositorio.upse.edu.ec/>
- Rodríguez Holanda, F. (2023). Effect of indolebutyric acid on rooting and budding of cuttings of glycidium sepium. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 04(04), 297-303.  
<https://doi.org/10.24221/jeap.4.4.2019.2633.297-303>
- Silva, S., Carneiro, M., Edvan, R., Pereira, E., Neto, L., Pinto, A., & Camilo, D. (2017). Agronomic characteristics and chemical composition of Gliricidia sepium grown under different residual heights in different seasons. *Ciencia e Investigación Agraria*, 44(1), 35-42. <https://doi.org/10.7764/rcia.v44i1.1579>
- Solis, C., Canché, A., Castillo, L. S., Sandoval, G., Álayon, J. G., Piñeiro, A. V., . . . Vera, K. (2018). Gliricidia sepium(Jacq)Kunth ex Walp. Una especie arbórea multipropósito para la sustentabilidad de los agroecosistemas tropicales. *Revista de Agroproductividad*, 11(10), 195-200.  
<https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1268>
- Toapanta, W., & González, K. (1995). Comportamiento agronómico y productivo de la matarratón (Gliricidia sepium) en tres edades de corte en la Granja Mishilí de Santo Domingo de los Tsáchilas. *Revista Social Frontiza*, 4(2), 1-14.  
[https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)161](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)161)

- Trujillo Ramos, R. (2018). *Método de mejoramiento en plantas de reproducción asexual*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Ucali], Repositorio Institucional. <https://repositorio.unu.edu.pe/>
- Valverde Otárola, J., & Arias, D. (2020). Efectos del estrés hídrico en crecimiento y desarrollo fisiológico de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. *Colombia Forestal*, 23(1), 29-53. <https://doi.org/10.14483/2256201x.14786>
- Villón Torres, A., & León Mejía, Á. (2021). *Evaluación de dosis de aloe vera como enraizante natural en esquejes de café robusta Coffea canephora en el centro de apoyo Manglaralto*. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena], Repositorio Institucional. <https://repositorio.upse.edu.ec/>
- Vizcaíno , A., Palma, J., & Ruiz, T. (2001). Asociación de *Gliricidia sepium* con gramíneas y leguminosas en el trópico seco de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(2), 175-181. <https://www.redalyc.org/>
- Wafaey, A., Eldin , S., Kirolos, F., & Fayed, M. (2023). An Overview On *Gliricidia Sepium* In The Pharmaceutical. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(1), 479-496. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2022.129184.5713>
- Yáñez , C., Racines, M., Sangoquiza , C., & Cuesta, X. (2018). Aportes Nutricionales de *Gliricidia sepium*, *Flemigia macrophyla* al Cultivo de Palma Africana, Bajo Sistema Agroforestal en el Cantón Joya de los Sachas. *Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 199-201. <https://repositorio.iniap.gob.ec/>

## ANEXOS

Figura 2.

## Diseño de parcela



Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 3.

## Análisis de suelo

N° LABORATORIO		IDENTIFICACIÓN	PH	% H	% M.O	% N	ppm								C.E.	
3503 A		SUSTRATO	6,3		3,7	0,5	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	m S
							491	4572								1,40

Determinación	Preparación de Muestras	Metodología	Técnica
NH4 (Nitrógeno)	Digestión Humeda con Ácido Sulfúrico y Catalizador	Refléjehí	Destilación y Valoración Volumétrica
P (Fósforo)	Digestión Humeda HNO <sub>3</sub> - HClO <sub>4</sub> , Relación 1:5	Colorimetría UV	Espectrofotometría UV/VIS
K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn	Abono Orgánico: Agua (1:1,5) Biol Directo	Absorción Atómica	Espectrofotometría Absorción Atómica
pH		Potenciometría	Potenciometría
M.O (Materia Orgánica)	Oxidación con Dicromato de Potasio/Ácido Sulfúrico	Potenciometría	Potenciometría
C.E (Conductividad Eléctrica)	Abono Orgánico: Agua Extracto de Pasta Saturada Biol Directo	Walkley Black	Volumetría
		Conductímetro	Conductimetría
		Electrométrico	Conductimetría

NOTA: El Laboratorio no es responsable de la toma de las muestras  
 < LC: Menor al Límite de Cuantificación  
 ND: No detectable

  
 Ing. Diana Acosta Jaramillo  
 RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO

Elaborado por: La autora, 2026.

**Figura 4.**

***Elaboración del sustrato***



Elaborado por: La autora, 2026.

**Figura 5.**

***Llenado de fundas***



Elaborado por: La autora, 2026.

**Figura 6.**

***Enraizante de Extracto de Aloe vera***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 7.**

***Esquejes en remojo con el Extracto de Aloe vera***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

Figura 8.

**Trasplante de los esquejes de Aloe vera**

Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 9.

**Enraizante químico SeaRoot**

Elaborado por: La autora, 2026.

**Figura 10.**

***Esquejes en remojo con Enraizante SeaRoot***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 11.**

***Trasplante de los esquejes con el Enraizante SeaRoot***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 12.**

***Aplicación del Enraizante de Canela en polvo***



Elaborado por: La autora, 2026.

**Figura 13.**

***Elaboración del Enraizante de extracto de lentejas***



Elaborado por: La autora, 2026.

**Figura 14.**

***Enraizante de extracto de lentejas***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 15.**

***Esquejes en remojo con el Enraizante de Extracto de lentejas***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 16.**

***Aparición de los primeros brotes***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 17.**

***Conteo de los brotes a la primera semana***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 18.**

***Registro de datos***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 19.**

***Aparición de hojas***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

Figura 20.

*Recolección de datos*



Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 21.

*Conteo de las hojas al día 80*



Elaborado por: La autora, 2026.

**Figura 22.**

***Esqueje con Enraizante de Aloe vera a los 80 días***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 23.**

***Esqueje con Enraizante de Extracto de lenteja a los 80 días***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 24.**

***Esqueje con Enraizante de Canela en polvo a los 80 días.***



**Elaborado por: La Autora, 2026.**

**Figura 25.**

***Esqueje con Enraizante SeaRoot a los 80 días***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 16.**

***Comparación de los cuatros tratamientos***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 27.**

***Longitud de las hojas en el día 80 con Enraizante SeaRoot***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 28.**

***Tratamientos a los 80 días***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

**Figura 29.**

***Revisión por el tutor***



**Elaborado por: La autora, 2026.**

Figura 30.

**Longitud de la raíz(cm)**

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
LONGITUD DE LA RAÍZ (cm)	ENRAIZANTE ALOE VERA	18	10,67	8,14	11,50	17,37	0,0006
LONGITUD DE LA RAÍZ (cm)	ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..	17	7,53	5,91	8,00		
LONGITUD DE LA RAÍZ (cm)	ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..	16	7,94	7,33	7,50		
LONGITUD DE LA RAÍZ (cm)	ENRAIZANTE SEAROOT	19	17,21	6,31	16,00		

Trat.	Medias Ranks
ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..	7,53 26,59 A
ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..	7,94 27,09 A
ENRAIZANTE ALOE VERA	10,67 34,78 A
ENRAIZANTE SEAROOT	17,21 51,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 31.

**Número de raíces**

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
NUMERO DE RAÍZ ENRAIZANTE ALOE VERA		18	13,72	11,67	12,00	15,02	0,0017
NUMERO DE RAÍZ ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..		17	13,00	13,25	10,00		
NUMERO DE RAÍZ ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..		16	11,19	13,33	7,50		
NUMERO DE RAÍZ ENRAIZANTE SEAROOT		19	23,47	10,36	20,00		

Trat.	Medias Ranks
ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..	11,19 26,00 A
ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..	13,00 30,50 A
ENRAIZANTE ALOE VERA	13,72 32,92 A
ENRAIZANTE SEAROOT	23,47 50,42 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 32.

**Número de brotes vegetativos**

RAIZ_NUMERO DE BROTES					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
RAIZ NUMERO DE BROTES	70	0,13	0,09	20,34	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,87	3	0,62	3,28	0,0262
TRATAMIENTOS	1,87	3	0,62	3,28	0,0262
Error	12,55	66	0,19		
Total	14,42	69			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38932  
Error: 0,1901 gl: 66

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
ENRAIZANTE ALOE VERA	2,32	18	0,10 A
ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..	2,29	17	0,11 A
ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..	2,03	16	0,11 A
ENRAIZANTE SEAROOT	1,94	19	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 33.

**Número de hojas por brote**

RAIZ_NUMERO DE HOJAS POR BROTES					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
RAIZ NUMERO DE HOJAS POR B..	70	0,16	0,12	26,33	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,23	3	4,08	4,22	0,0086
TRATAMIENTOS	12,23	3	4,08	4,22	0,0086
Error	63,73	66	0,97		
Total	75,97	69			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,87740  
Error: 0,9657 gl: 66

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
ENRAIZANTE SEAROOT	4,24	19	0,23 A
ENRAIZANTE ALOE VERA	3,92	18	0,23 A B
ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..	3,54	17	0,24 A B
ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..	3,12	16	0,25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 34.

**Longitud de hoja(cm)**

RAIZ_LONGITUD DE LA HOJA(cm)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
RAIZ LONGITUD DE LA HOJA(c..	70	0,49	0,47	24,12	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,36	3	3,12	21,03	<0,0001
TRATAMIENTOS	9,36	3	3,12	21,03	<0,0001
Error	9,79	66	0,15		
Total	19,14	69			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34381					
Error: 0,1483 gl: 66					
TRATAMIENTOS		Medias	n	E.E.	
ENRAIZANTE SEAROOT		2,19	19	0,09	A
ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..		1,39	17	0,09	B
ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..		1,39	16	0,10	B
ENRAIZANTE ALOE VERA		1,34	18	0,09	B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Elaborado por: La autora, 2026.

Figura 35.

**Ancho de la hoja(cm)**

RAIZ_ANCHO DE LA HOJA					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
RAIZ ANCHO DE LA HOJA	70	0,45	0,42	23,22	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,58	3	1,19	17,83	<0,0001
TRATAMIENTOS	3,58	3	1,19	17,83	<0,0001
Error	4,42	66	0,07		
Total	8,00	69			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23109					
Error: 0,0670 gl: 66					
TRATAMIENTOS		Medias	n	E.E.	
ENRAIZANTE SEAROOT		1,48	19	0,06	A
ENRAIZANTE DE EXTRACTO DE ..		1,01	16	0,06	B
ENRAIZANTE ALOE VERA		0,96	18	0,06	B
ENRAIZANTE DE CANELA EN PO..		0,96	17	0,06	B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Elaborado por: La autora, 2026.