



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZADORES PARA LA
CALIDAD DE PLANTAS DE LIMÓN (*Citrus × limon* Linneo)
VARIETADES MEYER Y FINO EN VIVERO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: SISA HUITA SHIGUANGO TANGUILA

DIRECTOR: Ing. ROQUE ORLANDO GARCÍA ZANABRIA, PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Sisa Huita Shiguango Tanguila

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Sisa Huita Shiguango Tanguila, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de mayo 2024



Sisa Huita Shiguango Tanguila

C. I: 1550009839

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZADORES PARA LA CALIDAD DE PLANTAS DE LIMÓN (*Citrus × limon* Linneo) VARIEDADES MEYER Y FINO EN VIVERO**, realizado por la señorita: **SISA HUITA SHIGUANGO TANGUILA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-05-16
Ing. Roque Orlando García Zanabria, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-16
Ing. Marcela Yolanda Brito Mancero, MgS. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-16

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Jaime Shiguango y Clarita Tanguila, por su apoyo incondicional, su esfuerzo y su amor; siempre por mi bienestar y educación a lo largo de mi vida, estando siempre a mi lado.

Sisa

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por mi salud y sabiduría, a mis padres, mi familia, y todas las personas que estuvieron apoyándome en esta etapa de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, y a la Carrera de Agronomía en particular, por compartir sus conocimientos conmigo y, lo más importante, por moldearme hasta convertirme en profesional.

Sisa

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2. <i>Objetivo específico</i>	2
1.3. Justificación	2
1.4. Hipótesis.....	3
1.4.1. <i>Hipótesis Nula</i>	3
1.4.2. <i>Hipótesis Alternativa</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Enraizadores naturales	4
2.1.1. <i>Sábila (Aloe vera)</i>	4
2.1.2. <i>Canela (Cinnamomum verum)</i>	4
2.2. Propagación vegetativa	4
2.3. Esquejes	4
2.3.1. <i>Tipos de esquejes</i>	5
2.3.1.1. <i>Tallo</i>	5
2.3.1.2. <i>Esquejes de hojas</i>	5
2.3.1.3. <i>Esquejes de raíz</i>	5
2.4. Cultivo de limón.....	5
2.4.1. <i>Clasificación taxonómica</i>	5
2.4.2. <i>Características botánicas</i>	6

2.5.	Requerimientos edafoclimáticos.....	6
2.6.	Variedades de Limón.....	6
2.6.1.	<i>Limón Meyer</i>	6
2.6.2.	<i>Limón fino</i>	7
2.7.	Manejo del cultivo	7
2.8.	Plagas y enfermedades	7
2.9.	Importancia económica	8
2.10.	Labores culturales	8
2.10.1.	<i>Selección de árboles madre</i>	8
2.10.2.	<i>Obtención de esquejes</i>	8
2.10.3.	<i>Herramientas requeridas</i>	8
2.10.4.	<i>Desinfección del sustrato</i>	8
2.10.5.	<i>Medio de enraizamiento</i>	9
2.10.6.	<i>Preparación de los enraizadores</i>	9
2.10.7.	<i>Siembra del esqueje</i>	9
2.10.8.	<i>Control fitosanitario</i>	9

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	10
3.1.	Características del lugar.....	10
3.1.1.	<i>Localización</i>	10
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica del ensayo</i>	10
3.2.	Materiales	11
3.2.1.	<i>Material vegetativo</i>	11
3.2.2.	<i>Insumos</i>	11
3.2.3.	<i>Material de campo</i>	11
3.2.4.	<i>Materiales de oficina</i>	11
3.2.5.	<i>Materiales de laboratorio</i>	11
3.3.	Metodología	11
3.3.1.	<i>Factores en estudio</i>	11
3.3.2.	<i>Características de la unidad experimental</i>	11
3.3.3.	<i>Tratamientos</i>	12
3.3.4.	<i>Diseño experimental</i>	12
3.3.5.	<i>Análisis estadístico</i>	12
3.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	12
3.4.	Métodos de evaluación y datos registrados.....	13

3.4.1.	<i>Porcentaje de prendimiento de esquejes</i>	13
3.4.2.	<i>Registro de datos</i>	13
3.4.2.1.	<i>Altura del brote</i>	13
3.4.2.2.	<i>Número de brotes</i>	13
3.4.2.3.	<i>Longitud de la raíz</i>	13
3.4.2.4.	<i>Vigor de la planta</i>	13
3.4.2.5.	<i>Índice de Dickson</i>	14
3.4.2.6.	<i>Relación Beneficio/Costo</i>	15
3.5.	<i>Manejo del ensayo</i>	15
3.5.1.	<i>Labores culturales</i>	15
3.5.1.1.	<i>Instalación del ensayo</i>	15
3.5.1.2.	<i>Preparación del medio de enraizamiento</i>	15
3.5.1.3.	<i>Desinfección del sustrato</i>	15
3.5.1.4.	<i>Enfundado y colocación de las fundas</i>	15
3.5.1.5.	<i>Selección de árboles para la extracción de esquejes</i>	15
3.5.1.6.	<i>Obtención de esquejes</i>	16
3.5.1.7.	<i>Preparación de los enraizadores naturales</i>	16
3.5.1.8.	<i>Siembra del esqueje</i>	16
3.5.1.9.	<i>Deshierbe</i>	16
3.5.1.10.	<i>Control fitosanitario</i>	16

CAPÍTULO IV

4.	<i>MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN</i>	17
4.1.	<i>Resultados</i>	17
4.1.1.	<i>Porcentaje de prendimiento de esquejes de limón a los 90 días</i>	17
4.1.2.	<i>Número de brotes a los 90 días</i>	18
4.1.3.	<i>Altura del Brote a los 120 días</i>	19
4.1.4.	<i>Longitud de la raíz (cm) a los 120 días</i>	21
4.1.5.	<i>Vigor de la planta a los 120 días</i>	22
4.1.6.	<i>Índice de Dickson a los 120 días</i>	23
4.1.7.	<i>Análisis económico</i>	24
4.2.	<i>Discusión</i>	25
4.2.1.	<i>Porcentaje de prendimiento de esquejes de limón a los 90 días</i>	25
4.2.2.	<i>Número de brotes</i>	26
4.2.3.	<i>Altura del brote a los 120 días</i>	26
4.2.4.	<i>Número de brotes</i>	26

4.2.5.	<i>Longitud de la raíz (cm)</i>	26
4.2.6.	<i>Vigor de la planta a los 120 días</i>	26
4.2.7.	<i>Índice de Dickson</i>	27
4.2.8.	<i>Análisis económico</i>	27

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
5.1.	Conclusiones	28
5.2.	Recomendaciones	29

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1:	Ubicación geográfica del ensayo	10
Tabla 3-2:	Tratamientos en campo.....	12
Tabla 3-3:	Análisis de varianza ADEVA	12
Tabla 3-4:	Evaluación del vigor de la planta	14
Tabla 4-1:	Análisis de la Varianza para el porcentaje de prendimiento a los 90 días.....	17
Tabla 4-2:	Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento a los 90 días.....	17
Tabla 4-3:	Análisis de la Varianza para el número de brotes a los 90 días.....	18
Tabla 4-4:	Prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 90 días.....	19
Tabla 4-5:	Análisis de la Varianza para altura del brote a los 120 días	20
Tabla 4-6:	Prueba de Tukey al 5% para altura del brote a los 120 días.	20
Tabla 4-7:	Análisis de la Varianza para la longitud de la raíz a los 120 días	21
Tabla 4-8:	Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz a los 120 días.	21
Tabla 4-9:	Análisis de la Varianza para el estado fitosanitario a los 120 días.	22
Tabla 4-10:	Prueba de Tukey al 5% para el vigor de la planta a los 120 días.	22
Tabla 4-11:	Índice de calidad de planta a nivel de vivero a los 120 días.	23
Tabla 4-12:	Relación Beneficio costo de los tratamientos de estudio.	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Ubicación geográfica.....	10
Ilustración 4-1:	Porcentaje de prendimiento.....	18
Ilustración 4-2:	Número de brotes a los 90 días.....	19
Ilustración 4-3:	Altura del brote a los 120 días.....	20
Ilustración 4-4:	Longitud de la raíz a los 120 días.....	21
Ilustración 4-5:	Vigor de la planta a los 120 días.....	23
Ilustración 4-6:	Índice de calidad en vivero a los 120 días.....	24
Ilustración 4-7:	Beneficio/Costo en vivero a los 120 días.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PREPARACIÓN DEL SUSTRATO Y DESINFECCIÓN
- ANEXO B:** APLICACIÓN DE ENRAIZADORES Y SIEMBRA DE ESQUEJES
- ANEXO C:** NÚMERO DE BOTRES
- ANEXO D:** ALTURA DEL BROTE
- ANEXO E:** LONGITUD DE LA RAÍZ

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos enraizadores naturales para la calidad de plantas de limón (*Citrus × limon* Linneo.) variedades Meyer y Fino a nivel vivero, en la parroquia Cotundo, comunidad San Roque. La investigación experimental se realizó mediante un diseño de bloques completamente al azar en arreglo bifactorial, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; considerando como tratamientos dos enraizadores naturales (Sábila y Canela). Los datos que se analizaron son el porcentaje de prendimiento de esquejes y número de brotes a los 90 días, además se evaluó la altura del brote, longitud de la raíz y el índice de Dickson a los 120 días, para posterior encontrar la relación beneficio/costo de cada tratamiento. En los resultados Sábila se destaca como el mejor enraizador natural para la producción de plantas de limón de calidad a nivel de vivero, de igual forma la variedad Meyer supera a la variedad Fino debido a su mejor desempeño en los indicadores de calidad de planta evaluados, el mejor tratamiento fue el enraizador de Sábila con la variedad Meyer mostrando un beneficio costo de 2,47 USD. Dada su efectividad a nivel de vivero, se recomendó el uso del enraizador de Sábila con la variedad Meyer, en la Comunidad de San Roque.

Palabras clave: < *CITRUS × LIMON* LINNEO.>, <ENRAIZADORES>, <SÁBILA>, <CANELA>, <LIMÓN>, <VIVERO>, <MEYER>, <FINO>.

0658-DBRA-UPT-2024

06-05-2024



SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the effect of two natural rooting agents on the quality of lemon plants (*Citrus × limon* Linnaeus.) Meyer and Fino varieties at nursery level, in Cotundo parish, San Roque community. The experimental research was carried out using a completely randomized block design in bifactorial arrangement, with four treatments and four replications; considering as treatments two natural rooting agents (Aloe and Cinnamon). The data analyzed were the percentage of cuttings and number of sprouts at 90 days, as well as the height of the sprout, root length and Dickson's index at 120 days, to later find the benefit/cost ratio of each treatment. In the results, Aloe stands out as the best natural rooter for the production of quality lemon plants at nursery level, likewise the Meyer variety surpasses the Fino variety due to its better performance in the plant quality indicators evaluated, the best treatment was the rooting of Aloe with the Meyer variety showing a cost benefit of 2.47 USD. Given its effectiveness at the nursery level, the use of the Aloe rooter with the Meyer variety was recommended in the San Roque Community.

Key words: <LEMON (*Citrus × limon* Linnaeus.)>, <ROOTERS>, <ALOE VERA>, <CINNAMON>, <NURSERY>, <MEYER>, <FINO>.

0658-DBRA-UPT-2024

06-05-2024



Lcda. Elsa A. Basantes A. Mgs.
C.C:0603594409

INTRODUCCIÓN

El cultivo de limón (*Citrus × limon* Linneo.) es uno de los productos principales de consumo humano por sus beneficios y propiedades que contiene el fruto, al ser uno de los cítricos con mayor uso culinario, medicinal e industrial.

Ecuador posee una posición geográfica ventajosa, por esta razón, existen familias de la región amazónica ecuatoriana, dedicadas a la producción de cítricos, sin embargo, los altos costos de los enraizadores sintéticos y el desconocimiento sobre el uso de hormonas naturales, ha generado bajos porcentajes de producción.

El limón se puede reproducir mediante la propagación asexual lo que permite la formación y desarrollo de las plantas mediante material vegetativo, para ello es importante el manejo adecuado del cultivo desde el establecimiento a nivel de vivero y la selección de plantas madre libres de enfermedades (Hartmann & Kester, 1988 p. 78).

Una de las alternativas para la propagación asexual mediante esquejes es la utilización de los enraizadores naturales disponibles para el agricultor, ya que favorecen la formación del sistema radicular que permite el crecimiento y desarrollo de una nueva planta.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente los productores de la comunidad San Roque, se ven afectados por el bajo porcentaje de plantas de calidad en el cultivo de limón debido a los altos costos de los enraizadores sintéticos, y el desconocimiento sobre el uso de hormonas naturales.

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto de dos enraizadores naturales para la calidad de plantas de limón (*Citrus × limon* Linneo.) variedades Meyer y Fino, en vivero.

1.2.2. *Objetivo específico*

- Determinar el mejor enraizador natural en la calidad de plantas de limón (*Citrus × limon* Linneo.) variedades Meyer y Fino, en vivero.
- Establecer la mejor variedad de limón, en base a indicadores de calidad de planta a nivel de vivero.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio B/C.

1.3. Justificación

Para obtener plantas de calidad y mantener la productividad del limón a nivel de vivero es necesario conocer el uso de los enraizadores naturales disponibles en nuestro sector para la propagación asexual mediante esquejes. Por tal motivo, es necesario e importante el estudio y mejoramiento de técnicas de propagación asexual que aumenten el número de plantas clonales. Ante esta situación, las alternativas para tener mayor éxito en el prendimiento son los enraizadores naturales, ya que ayudan a la formación del sistema radicular que permite el crecimiento y desarrollo de una nueva planta.

Por lo anterior mencionado, el objetivo del estudio es evaluar dos enraizadores naturales para la calidad de plantas de limón (*Citrus × limon* Linneo.) variedades Meyer y Fino en vivero.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis Nula

Ningún enraizador natural utilizado influye en la calidad de plantas de limón (*Citrus × limon* Linneo.) var. Meyer y Fino, en vivero.

1.4.2. Hipótesis Alternativa

Al menos uno de los enraizadores naturales utilizados influye en la calidad de plantas de limón (*Citrus × limon* Linneo.) var. Meyer y Fino, en vivero.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Enraizadores naturales

Son sustancias que favorecen el crecimiento de las raíces primarias y la formación de más raíces subsidiarias. Contienen compuestos biológicamente activos (fitohormonas: auxinas y citoquininas), que son endógenos a las plantas y pueden extraerse de ellas. También contienen aminoácidos libres (Ticona, 2022 pp. 39-40).

2.1.1. *Sábila (Aloe vera)*

Compuesto por aloína, que protege contra los depredadores y evita la transpiración excesiva, además es utilizado para ayudar al enraizamiento de numerosas especies debido a sus aminoácidos (ácido glutámico y arginina), lactatos y ácidos orgánicos (Chicaiza, 2022 p. 14).

2.1.2. *Canela (Cinnamomum verum)*

Uddin et al. (2020) considera que:

La canela en polvo tiene un alto potencial como agente de control biológico y actúa como un agente de enraizamiento que es útil para iniciar el desarrollo de raíces en todas las variedades de plantas ya que posee compuestos fenólicos que son metabolitos secundarios, estos componentes de importancia morfológica y fisiológica porque juegan un rol importante en el crecimiento y reproducción.

2.2. Propagación vegetativa

Es la capacidad de regenerarse, es decir, la creación de individuos a partir de las partes vegetativas de las plantas, como partes del tallo y hojas que tienen la capacidad de producir nuevas raíces que a su vez absorberán nutrientes necesarios para la formación de un nuevo individuo (Lema, 2012 p. 7).

2.3. Esquejes

Se denomina esqueje a un tallo o raíz de una planta madre que se coloca en zonas propicias para el establecimiento de nuevas plantas (Lema, 2011 p. 7).

2.3.1. Tipos de esquejes

2.3.1.1. Tallo

De acuerdo con López y Gutierrez (1992, p. 58-62):

- a) De madera suave o herbácea, a partir de brotes nuevos de primavera en arbustos y especies leñosas.
- b) De madera semileñosa, en arbustos y especies leñosas durante el verano a partir de tallos del crecimiento de la temporada.
- c) De madera dura o leñosa, en arbustos y especies leñosas en otoño o invierno a partir de tallos leñosos del crecimiento de la temporada anterior.

2.3.1.2. Esquejes de hojas

En este tipo de esqueje se utiliza el limbo de la hoja para iniciar una nueva planta. En la base de la hoja suelen formarse raíces adventicias y un tallo. Las plantas que se reproducen de este modo suelen tener hojas gruesas y carnosas. Por ejemplo, el aloe, la sansevieria, etc (López & Gutierrez, 1992, pp. 58-62).

2.3.1.3. Esquejes de raíz

Las yemas surgen del periciclo, cerca del cambium vascular; en las raíces más viejas, pueden proceder del felógeno de forma exógena. No se deben utilizar esquejes de raíz para cultivar plantas que contengan quimeras, ya que se pierde el rasgo. Por ejemplo, moras, hortensias, etc (López & Gutierrez, 1992, pp. 58-62).

2.4. Cultivo de limón

En el este de la India, en las estribaciones de la cordillera del Himalaya, apareció por primera vez el limón. Según estudios moleculares, el limón procede de un híbrido de naranja agria (*C. aurantium*) y cidra (*C. medica*) (Rosales & Pérez, 2020 p. 4).

2.4.1. Clasificación taxonómica

(SORNOZA, 2022 p. 21), clasifica al Limón en:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliosida

Orden: Sapindales

Familia: Rutaceae

Género: Citrus L.

2.4.2. Características botánicas

De acuerdo con Camas (2023, p. 1) es un árbol perenne, alcanzando una altura de 3 a 4 m de altura. Lleva espinas rígidas y duras en varias de sus ramas. Hojas: oblongas a elíptico-ovadas, de color verde pálido, márgenes aserrados-dentados. Las flores pueden ser solitarias o en racimos, con la parte inferior de pétalos púrpura y la superior de pétalos blancos. El fruto maduro es fácilmente identificable. Es de forma elíptica, de color amarillo pálido, con una corteza lisa o rugosa.

2.5. Requerimientos edafoclimáticos

Según Toala y Moreira (2019, p. 20) mencionan los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de limón:

- Altitud: 2200 msnm
- Suelo: francos arenosos, francos, o franco arcillosas
- pH: 5,5 y 8,5
- Temperatura: 23 y 28 °C
- Humedad relativa: 40 y 70%
- Luz solar: 1.800 hrs/luz/año
- Agua: 9000 y 12000 m³/Ha/año

2.6. Variedades de Limón

Al seleccionar las variedades se basan en el siguiente criterio: contenido de zumo, su calidad, albedo y presencia de semillas, en lo que respecta a la plantación; precios, mercado, demanda, en el área comercial (Infoagro, 2008, p. 1).

2.6.1. Limón Meyer

Los limones Meyer, también conocidos como *Citrus meyerii*, tienen flores blancas con un matiz púrpura, su follaje es verde oscuro. Su fruto es de forma redonda, de sabor más dulce que otros limones, lo que lo hace menos ácido y puede contener hasta 10 semillas. Su piel es una mezcla de

amarillo y naranja que se oscurece a medida que madura (Bustamante, 2023 p. 5).

2.6.2. *Limón fino*

El limón Fino, su fruto es ovalado, de tamaño pequeño a mediano, piel más lisa y un mamelón apical agudo, carece de cuello en la zona pedicular. La pulpa tiene un alto rendimiento de zumo con elevada acidez y pocas semillas (Hernández, 2022. p. 5).

2.7. Manejo del cultivo

Podas: la poda de cítricos consiste en modificar la estructura de la planta cortando o acortando partes de las ramas para favorecer la formación de copas, la entrada de luz y el flujo de aire (Toala & Moreira, 2019 p. 8-9).

Podas de formación, se realiza en los dos o tres primeros años de plantación con el objetivo de obtener una estructura equilibrada de la planta; podas de mantenimiento, recomendables a partir de los 3 años, para mantener la salud y la capacidad productiva de la planta; además, todas las ramas bajas que tocan el suelo deben recortarse a una altura de 40 a 50 cm; poda de renovación, se utiliza cuando una plantación ha experimentado una mala gestión y, en consecuencia, una baja producción. Se trata de podar severamente todas las ramas secundarias, dejando sólo las principales; Cuando una plantación ha crecido de forma descontrolada, se recurre a la poda mecánica con el objetivo de aumentar la iluminación exterior a la vez que se facilita el mantenimiento y la recolección (Toala & Moreira, 2019 pp. 8-9).

2.8. Plagas y enfermedades

Entre de las plagas y enfermedades más importantes que ocasionan daños al cultivo de limón son: ácaros (*Phyllocoptruta oleivora*) atacan principalmente a la corteza de los frutos y hojas; mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) reduce la cantidad de azúcar en los frutos; pulgones (*Toxoptera auranti*, *Aphis gossipii*, *Aphis espiraecola*) provocan necrosis y amarillamiento por la succión de la savia en los tejidos; minador de las hojas (*Phyllocnistiscitrella stainton*) provoca deformaciones en las zonas afectadas; sarna de los cítricos (*Elsinoe fawcettii*) afecta principalmente la parte estética del fruto ocasionando la pérdida de su valor comercial; gomosis (*Phytophthora nicotiane*, *P. citrophthora*) presenta la podredumbre del cuello de la raíz y tronco; fumagina (*Capnodrium citri*) se presenta después de ataques de insectos que secretan sustancias pegajosas, quedando susceptibles a los ataques de áfidos (Vallejo, 2023 pp. 9-10).

2.9. Importancia económica

Ecuador debido a su ubicación geográfica, tiene climas tropicales y subtropicales, lo que favorece el desarrollo del cultivo de limones. Guayas y Manabí son las provincias que más producen, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos. En 2018 se sembraron 5 726 hectáreas, se cosecharon 4 619 hectáreas y se produjeron 24 144 toneladas métricas de producción, lo que se tradujo en 23 143 toneladas métricas de ventas. (Primicias, 2023 p. 1).

2.10. Labores culturales

2.10.1. Selección de árboles madre

Hartmann (1988,p.78), afirma que el material para seleccionar los esquejes es importante utilizar plantas madre libres de enfermedades, fuertes a la hora de elegir el material del que se tomarán los esquejes. Se debe evitar plantas madre que hayan sido gravemente dañadas por las heladas o la sequía, defoliadas por insectos, atrofiadas por un exceso de fructificación o por falta de humedad en el suelo, una nutrición inadecuada o un desarrollo excesivamente vigoroso.

2.10.2. Obtención de esquejes

Por lo general, el tamaño más adecuado estará comprendido entre 10 y 15 cm, siempre y cuando posean estas porciones de tallo, por lo menos 2 o 3 yemas, para asegurar al esqueje su posterior desarrollo (López & Gutierrez, 1992, pp. 54-56).

2.10.3. Herramientas requeridas

Según Aldana (2010,p.18) las herramientas requeridas para la realización de la multiplicación por estacas son navajas con buen filo y tijeras podadoras; previamente desinfectadas.

2.10.4. Desinfección del sustrato

Diez días antes de la siembra, se recomienda limpiar el sustrato. Esto ayudará a erradicar cualquier mala hierba no deseada y a controlar cualquier hongo, insecto, bacteria u otro patógeno. Entre los métodos que se ajustan a las directrices de las Buenas Prácticas Agrícolas se incluye la aplicación directa de agua hirviendo al sustrato con una regadera (Paco, 2014 pp. 9-10).

2.10.5. Medio de enraizamiento

Según Aldana (2010,p.23) la tierra o el sustrato utilizado para rellenar las bolsas es un factor clave para garantizar un crecimiento sano de las raíces y las plantas. La bolsa debe facilitar el almacenamiento de nutrientes y agua, y debe poder drenar el líquido sobrante con facilidad. Un sustrato que tenga cantidades iguales de tierra, arena y compost o abono orgánico descompuesto es óptimo.

2.10.6. Preparación de los enraizadores

Según Aldana (2010,p.27) las sustancias orgánicas conocidas como "hormonas de enraizamiento" aumentan la actividad fisiológica de la planta, lo que favorece y acelera la producción y el crecimiento de las raíces, para inducir la emisión de raíces en esquejes, estaquillas o ramillas.

2.10.7. Siembra del esqueje

Según Aldana (2010,p.32-34) para garantizar el proceso fisiológico de enraizamiento, es esencial humedecer el sustrato antes de la siembra y dejarlo a capacidad de campo, es decir, húmedo, pero no empapado, también es necesario hacer un hueco en el centro del sustrato un poco más ancho que el tallo del esqueje, a una profundidad de 3 a 5 cm.

2.10.8. Control fitosanitario

Según Aldana (2010, p. 36) organizadas las fundas en el vivero se procede a la aplicación de un fungicida que proteja y prevenga la aparición de hongos. Esta aplicación es determinante, ya que se ha demostrado en diferentes trabajos que cuando no se realiza, la pudrición es alta.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Características del lugar

3.1.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en la Comunidad San Roque, Cantón Archidona, Provincia de Napo.



Ilustración 3-1: Ubicación geográfica.

Fuente: Argis 2024.

3.1.2. Ubicación geográfica del ensayo

Tabla 3-1: Ubicación geográfica del ensayo

Ubicación geográfica del ensayo	
Lugar	Comunidad San Roque
Longitud	77°46'51"W
Latitud	0°48'27"S
Altitud	884 msnm

Fuente: GADPO, 2018

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

3.2. Materiales

3.2.1. *Material vegetativo*

Esquejes de limón de las variedades Meyer y Fino

3.2.2. *Insumos*

Enraizadores naturales (canela y sábila) y bioinsecticida.

3.2.3. *Material de campo*

Vivero (4 m de largo * 2.5 m de ancho), sustrato, machete, estacas, etiquetas, cinta métrica, piola, malla sarán, balde y funda vivero.

3.2.4. *Materiales de oficina*

Computadora, cámara fotográfica, libreta de campo, esfero, lápiz, marcador y regla.

3.2.5. *Materiales de laboratorio*

Balanza digital y estufa

3.3. Metodología

3.3.1. *Factores en estudio*

Los factores de estudio estuvieron representados por dos variedades de limón y dos enraizadores naturales.

3.3.2. *Características de la unidad experimental*

Número de fundas con plantas de limón por unidad experimental: 13

Número de repeticiones: 4

Número de tratamientos: 4

Número de unidades experimentales: 16 Número de fundas con plantas de limón: 208

3.3.3. *Tratamientos*

Los tratamientos en estudio se describen en la tabla (3-2).

Tabla 3-2: Tratamientos en campo

N° de tratamientos	Descripción	Nombre
1	E1V1	Meyer + Sábila
2	E2V2	Fino + Canela
3	E1V2	Fino+ Sábila
4	E2V1	Meyer+canela

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

3.3.4. *Diseño experimental*

A nivel vivero los tratamientos se situaron con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en arreglo bifactorial (dos enraizadores y dos variedades), el cual consta de cuatro repeticiones y cuatro tratamientos con un total de 16 unidades experimentales.

3.3.5. *Análisis estadístico*

Se realizó el Análisis de Varianza de acuerdo con la siguiente tabla (3-3).

Tabla 3-3: Análisis de varianza ADEVA

Fuente de Variación	Formula	Grados de libertad
Enraizador	$r-1$	1
Variedad	$t-1$	1
Enraizador*Variedad	$(r-1)(t-1)$	1
Error	$rt(n-1)$	12
Total	$rtn-1$	15

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

3.3.6. *Análisis funcional*

- Se efectuó el análisis de varianza, ANOVA.
- Se aplicó la prueba de Tukey al 5% (Comparación multitratamientos).
- Se realizó el análisis en relación Beneficio/Costo

3.4. Métodos de evaluación y datos registrados

3.4.1. Porcentaje de prendimiento de esquejes

Se evaluó a los 90 días, contando el número de esquejes prendidos en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición.

$$\% \text{Prendimiento} = \frac{\text{Número de esquejes prendidos}}{\text{Número de esquejes sembrados}} * 100$$

3.4.2. Registro de datos

3.4.2.1. Altura del brote

La variable altura del brote se midió a los 120 días, con la ayuda de una regla, desde donde inicia hasta donde termina el brote. Los valores fueron expresados en centímetros.

3.4.2.2. Número de brotes

Se registró el número de brotes en los esquejes prendidos en cada uno de los tratamientos en estudio, después 90 días.

3.4.2.3. Longitud de la raíz

Se midió de manera longitudinal a los 120 días, para lo cual se utilizó la regla y se expresa los valores en cm.

3.4.2.4. Vigor de la planta

Se realizó monitoreos a los 120 días para determinar el vigor de la planta utilizando la escala propuesta:

Tabla 3-4: Evaluación del vigor de la planta

Escala	Valoración	Imagen
1	Débil: Color amarillento, posee pocas hojas y lento crecimiento.	
2	Bueno: Color verde limón, posee una cantidad de 5-9 hojas, crecimiento regular.	
3	Fuerte: Color verde claro, posee una cantidad 10-13 hojas y buen crecimiento.	
4	Excelente: Color verde oscuro, posee mayor de 13 hojas y excelente crecimiento.	

Fuente: (ZELEDÓN&MONTALVÁN, 2022).

3.4.2.5. Índice de Dickson

Se determinó el índice de calidad en vivero con la siguiente fórmula.

$$ICD = \frac{\text{Masa seca total(g)}}{\frac{\text{Altura(cm)}}{\text{Diametro(mm)}} + \frac{\text{Masa seca de la área (g)}}{\text{Peso seco de la raíz (g)}}$$

3.4.2.6. *Relación Beneficio/Costo*

La rentabilidad de cada tratamiento se determinó valorando la relación beneficio - costo, para demostrar la inversión y la ganancia, expresada en dólares (USD).

3.5. **Manejo del ensayo**

3.5.1. *Labores culturales*

3.5.1.1. *Instalación del ensayo*

En el vivero se construyó cuatro bloques para los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

3.5.1.2. *Preparación del medio de enraizamiento*

Como sustrato se utilizaron cantidades iguales de arena de río y de tierra del sector San Roque con alto contenido en materia orgánica.

3.5.1.3. *Desinfección del sustrato*

El método que se utilizó para la desinfección de posibles patógenos fue aplicar agua caliente directamente al sustrato, 10 días antes de realizar la siembra del esqueje.

3.5.1.4. *Enfundado y colocación de las fundas.*

El sustrato preparado fue colocado en fundas de polietileno negro de 20 cm de alto por 15 ancho fueron colocadas en las camas para evitar el contacto directo con el suelo.

3.5.1.5. *Selección de árboles para la extracción de esquejes*

Se seleccionó 2 árboles madres para cada variedad de aproximadamente 3 años de edad, ubicados en el sector de San Roque. Estos árboles presentaban buenos rasgos agronómicos, incluido un follaje abundante y de gran calidad.

3.5.1.6. *Obtención de esquejes*

Se seleccionó ramas semileñosas de 15 a 18 cm de longitud, dejando 3 o 4 nudos por cada esqueje, luego se eliminó la mayor parte del follaje. El corte se lo realizo en forma de bisel.

3.5.1.7. *Preparación de los enraizadores naturales*

- Para enraizante de *Aloe vera*, primero se extrajo 200 g de cristal y se procedió a licuar. Se mezcló en 1 litro de agua.
- Para el enraizante de canela, se añadió 30 gramos de canela a un litro de agua.

Una vez preparado las soluciones correspondientes se dejó reposar toda la noche y luego se filtró. Se colocó los esquejes por 30 minutos.

3.5.1.8. *Siembra del esqueje*

Antes de realizar la siembra se regó el sustrato que contienen las fundas a capacidad de campo, es decir, húmedo, para permitir que la hormona y los esquejes iniciaran el proceso fisiológico de enraizamiento. Luego se procedió a sembrar el esqueje a una profundidad de 5 cm.

3.5.1.9. *Deshierbe*

Se lo realizó manualmente cada 30 días para evitar que compitieran por los nutrientes.

3.5.1.10. *Control fitosanitario*

Se realizó la aplicación de Jabón Potásico+ Aceite de Neem Puro (bioinsecticida orgánico) en dosis de 5ml/L, cada 30 días, para el control de plagas y enfermedades.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de prendimiento de esquejes de limón a los 90 días.

El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de esquejes de limón a los 90 días (Tabla 4-1), presenta diferencias altamente significativas para el enraizador, la variedad e interacción. Se obtuvo un coeficiente de variación de 1,46%.

Tabla 4-1: Análisis de la Varianza para el porcentaje de prendimiento a los 90 días.

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Enraizador	2529,83	1	2529,83	1788,22	<0,0001	**
Variedad	360,63	1	360,63	254,91	<0,0001	**
Enraizador*Variedad	0,42	1	0,42	0,30	<0,0001	**
Error	67,91	48	1,41			
Total	2958,79	51				
C.V.	1,46%					

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Tabla 4-2: Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento a los 90 días.

Tratamientos	Medias	Grupo
E1 V1	90,91	A
E1 V2	85,83	B
E2 V1	77,14	C
E2 V2	71,70	D

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

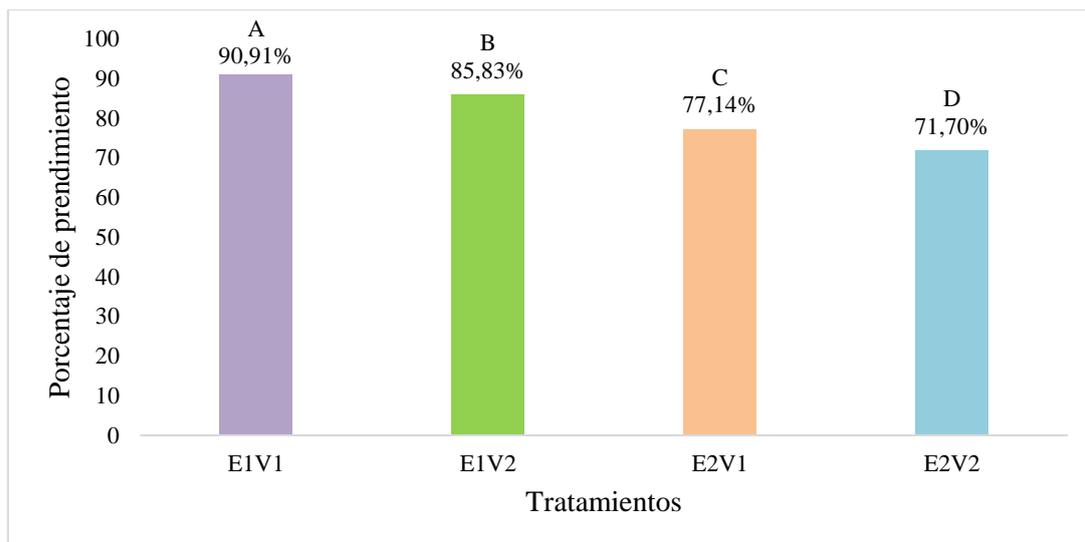


Ilustración 4-1: Porcentaje de prendimiento

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Según la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento a los 90 días se obtuvo que, para la interacción Enraizadores*variedades, se identificaron tres grupos: el grupo A, el tratamiento E1V1 (Sábila y Meyer) con una media de 90,91; el grupo B, el tratamiento E1V2 (Sábila y Fino) con una media de 85,83; en el grupo C, el tratamiento E2V1 (Canela y Meyer) con una media de 77,14 y en el grupo D, el tratamiento E2V2 (Canela y Fino) con una media de 71,70.

4.1.2. Número de brotes a los 90 días

El análisis de varianza para el número de brotes a los 90 días después de la siembra (Tabla 4-3), presenta diferencias altamente significativas para el enraizador, la variedad e interacción.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 12,61%.

Tabla 4-3: Análisis de la Varianza para el número de brotes a los 90 días después de la siembra.

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Enraizador	114,02	1	114,02	284,59	<0,0001	**
Variedad	46,17	1	46,17	115,25	<0,0001	**
Sustrato*Variedad	1,56	1	1,56	3,89	0,0002	**
Error	19,23	48	0,40			
Total	180,98	51				
C.V.	12,61%					

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Tabla 4-4: Prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 90 días

Tratamientos	Medias	Grupo
E1 V1	7,62	A
E1 V2	5,38	B
E2 V1	4,31	C
E2 V2	2,77	D

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

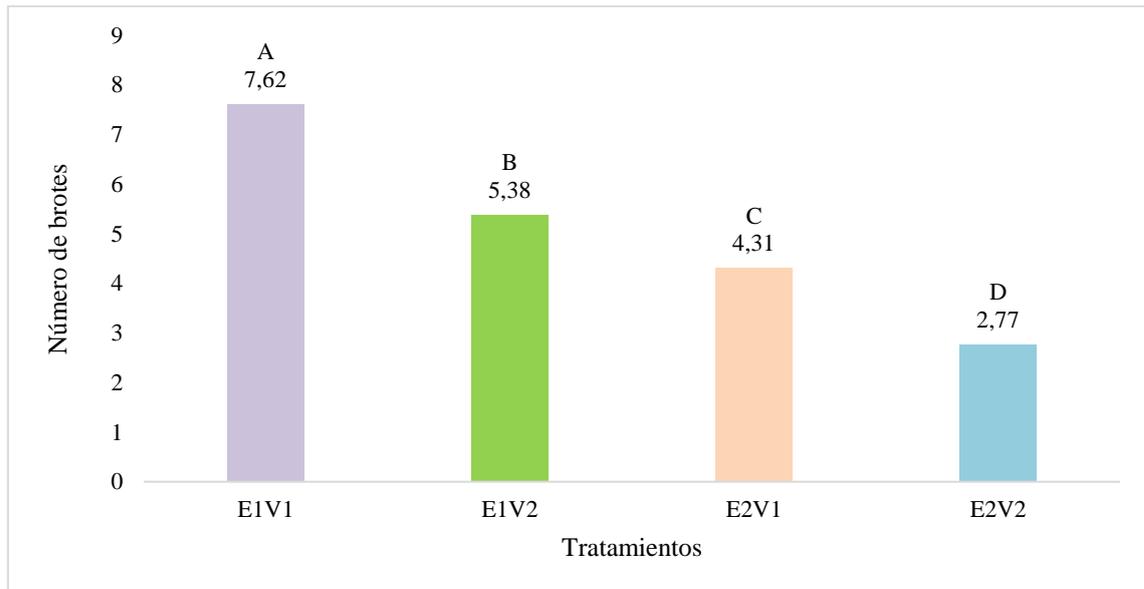


Ilustración 4-2: Número de brotes a los 90 días.

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Según la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 90 días se obtuvo que, para la interacción Enraizadores*variedades, se identificaron tres grupos: el grupo A, el tratamiento E1V1 (Sábila y Meyer) con una media de 7,62; el grupo B, el tratamiento E1V2 (Sábila y Fino) con una media de 5,38; en el grupo C, el tratamiento E2V1 (Canela y Meyer) con una media de 4,31 y en el grupo D, el tratamiento E2V2 (Canela y Fino) con una media de 2,77.

4.1.3. *Altura del Brote a los 120 días*

El análisis de varianza para del brote a los 120 días (Tabla 4-5), presenta diferencias altamente significativas para enraizador, variedad e interacción. Se obtuvo un coeficiente de variación de 15,46%.

Tabla 4-5: Análisis de la Varianza para altura del brote a los 120 días después de la siembra

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Enraizador	459,99	1	459,99	135,08	<0,0001	**
Variedad	158,48	1	158,48	46,54	<0,0001	**
Enraizador*Variedad	3,94	1	3,94	1,16	<0,0001	**
Error	163,45	48	3,41			
Total	785,87	51				
C.V.	15,46%					

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Tabla 4-6: Prueba de Tukey al 5% para altura del brote a los 120 días.

Tratamientos	Medias	Grupo
E1 V1	16,93	A
E1 V2	12,89	B
E2 V1	10,43	C
E2 V2	7,49	D

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

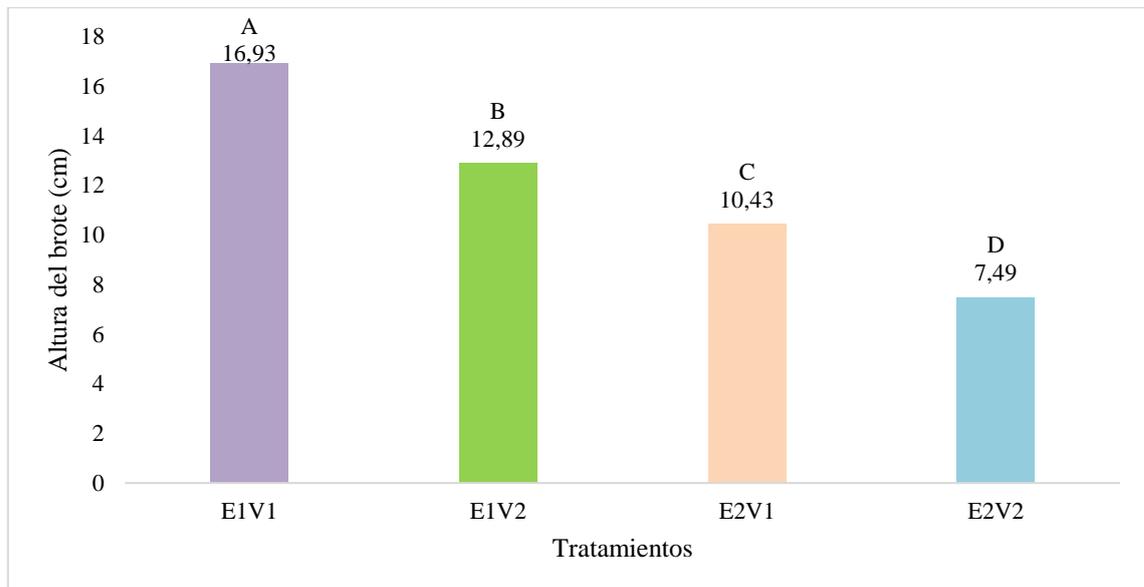


Ilustración 4-3: Altura del brote a los 120 días

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Según la prueba de Tukey al 5% para la altura del brote a los 120 días se obtuvo que, para la interacción Enraizadores*variedades, se identificaron tres grupos: el grupo A, el tratamiento E1V1 (Sábila y Meyer) con una media de 16,93 cm; el grupo B, el tratamiento E1V2 (Sábila y Fino) con una media de 12,89 cm; en el grupo C, el tratamiento E2V1 (Canela+ Meyer) con una

media de 10,43 cm; mientras que para el grupo D, el tratamiento E2V2 (Canela+ Fino) con una media de 7,49 cm.

4.1.4. Longitud de la raíz (cm) a los 120 días

El análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 120 días después de la siembra (Tabla 4-7), presenta diferencias altamente significativas para el enraizador, variedad e interacción, con un coeficiente de variación de 3,50%.

Tabla 4-7: Análisis de la Varianza para la longitud de la raíz a los 120 días

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Enraizador	80,50	1	80,50	519,47	<0,0001	**
Variedad	19,82	1	19,82	127,87	<0,0001	**
Enraizador*Variedad	2,37	1	2,37	15,29	0,0003	**
Error	7,44	48	0,15			
Total	10,13	51				
C.V.	3,50%					

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Tabla 4-8: Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz a los 120 días.

Tratamientos	Medias	Grupo
E1 V1	12,91	A
E1 V2	12,10	B
E2 V1	10,85	C
E2 V2	9,18	D

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

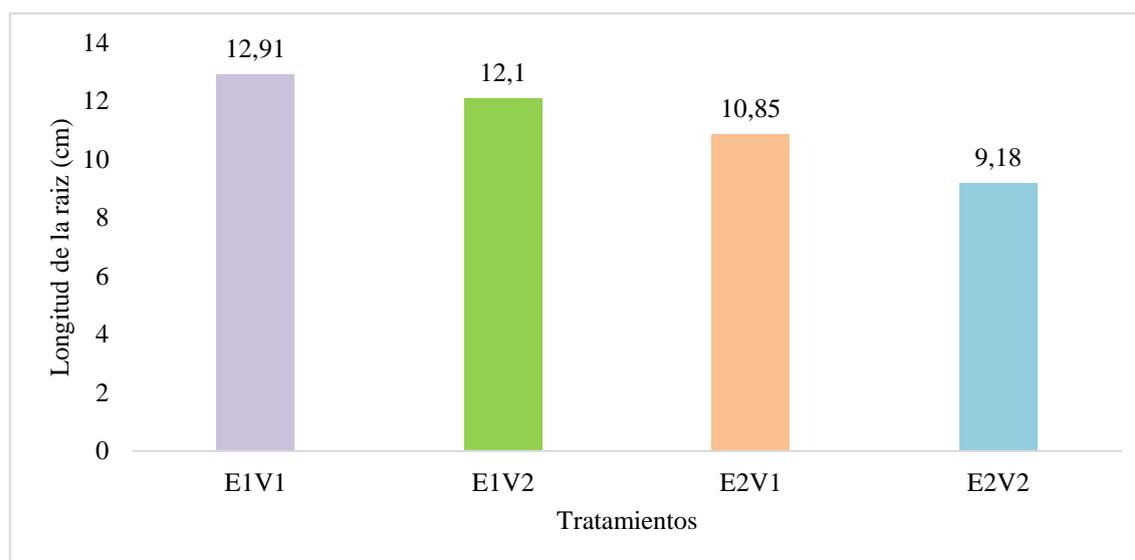


Ilustración 4-4: Longitud de la raíz a los 120 días.

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Según la prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz a los 120 días se obtuvo que, para la interacción Enraizadores*variedades, se identificaron tres grupos: el grupo A, el tratamiento E1V1 (Sábila y Meyer) con una media de 12,91; el grupo B, el tratamiento E1V2 (Sábila y Fino) con una media de 12,10; en el grupo C, el tratamiento E2V1 (Canela y Meyer) con una media de 10,85 y en el grupo D, el tratamiento E2V2 (Canela y Fino) con una media de 9,18

4.1.5. Vigor de la planta a los 120 días

El análisis de varianza para el vigor de la planta a los 120 días después de la siembra (Tabla 4-9), presenta diferencias altamente significativas para el enraizador, variedad e interacción, con un coeficiente de variación de 13,21%.

Tabla 4-9: Análisis de la Varianza para el estado fitosanitario a los 120 días.

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Enraizador	14,43	1	14,43	80,40	<0,0001	**
Variedad	4,32	1	4,32	24,09	<0,0001	**
Enraizador*Variedad	1,54	1	1,54	8,56	<0,0001	**
Error	8,79	49	0,18			
Total	28,72	52				
C.V.	13,21%					

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024

Tabla 4-10: Prueba de Tukey al 5% para el vigor de la planta a los 120 días.

Tratamientos	Medias	Grupo
E1 V1	3,98	A
E1 V2	2,90	B
E2 V1	2,00	C
E2 V2	1,14	D

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

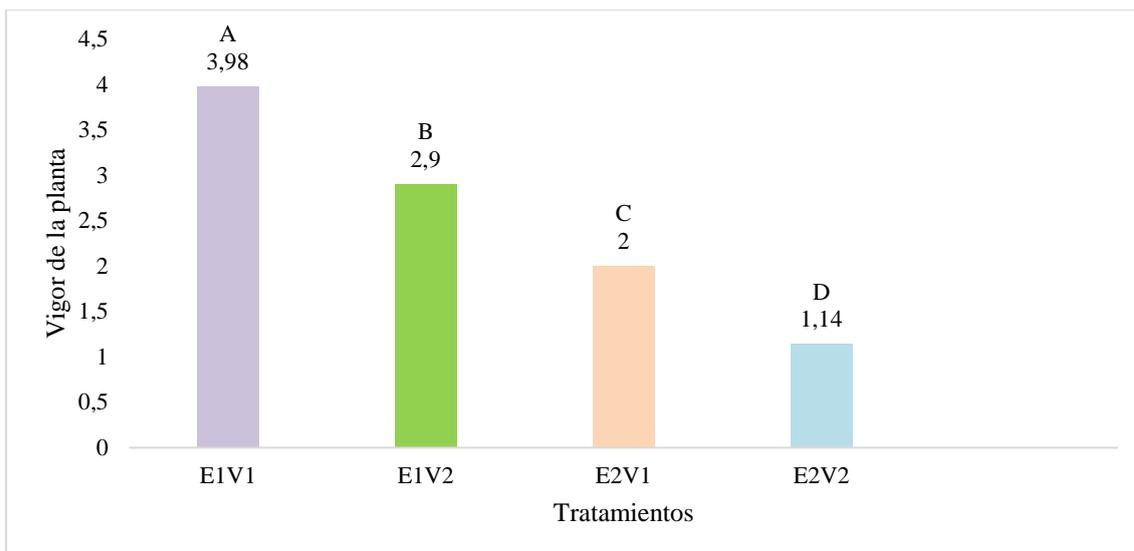


Ilustración 4-5: Vigor de la planta a los 120 días.

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024.

Según la prueba de Tukey al 5% para el estado vigor de la planta a los 120 días se obtuvo que, para la interacción Enraizadores*variedades, se identificaron cuatro grupos: el grupo A, el tratamiento E1V1 (Sábila y Meyer) con una media de 3,98; en el grupo B, el tratamiento E1V2 (Sábila y Fino) con una media de 2,9; en el grupo C, el tratamiento E2V1 (Canela y Meyer) con una media de 2 y en el grupo D, el tratamiento E2V2 (Canela y Fino) con una media de 1,14.

4.1.6. Índice de Dickson a los 120 días

Tabla 4-11: Índice de calidad de planta a nivel de vivero a los 120 días.

Combinación	Tratamientos	I.Dickson
E1V1	Sábila+ Meyer	0,83
E1V2	Sábila+ Fino	0,76
E2V1	Canela+Meyer	0,63
E2V2	Canela Fino	0,24

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024

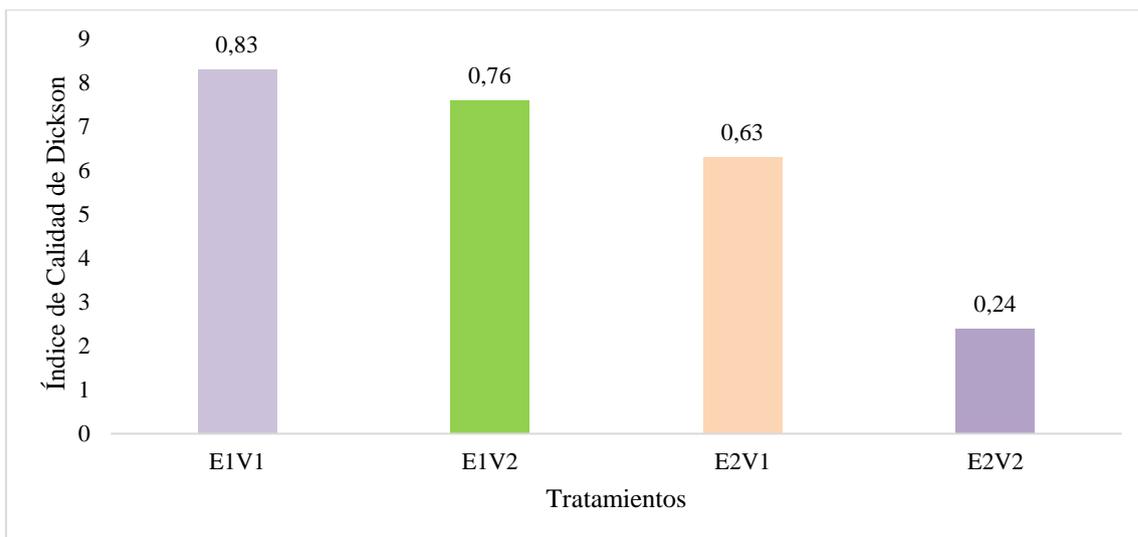


Ilustración 4-6: Índice de calidad en vivero a los 120 días.

Realizados por: Shiguango, Sisa, 2024

El índice de calidad de Dickson en plantas de limón a los 120 días a nivel de vivero, los tratamientos E1V1 (Sábila y Meyer); E1V2 (Sábila y Fino) y E2V1 (Canela y Meyer) presentaron plantas de mayor calidad, con valores de 0,83, 0,76 y 0,63, (Tabla 4-11) respectivamente; mientras que el tratamiento E2V1 (Canela y Meyer) presentó plantas de menor calidad, con un valor de 0,24.

4.1.7. Análisis económico

El análisis de beneficio costo tiene en cuenta los costos de producción de planta de limón a nivel de vivero por tratamiento.

Tabla 4-12: Relación Beneficio costo de los tratamientos de estudio.

Combinación	Tratamientos	Ingreso	Costo Total	B/c
E1 V1	Sábila+ Meyer	4.090,13	1.659,08	2,47
E1 V2	Sábila+ Fino	3.862,35	1.824,08	2,12
E2 V1	Canela+ Meyer	2.918,63	1.846,66	1,58
E2 V2	Canela+ Fino	2.689,00	1.987,87	1,35

Realizado por: Shiguango, Sisa, 2024

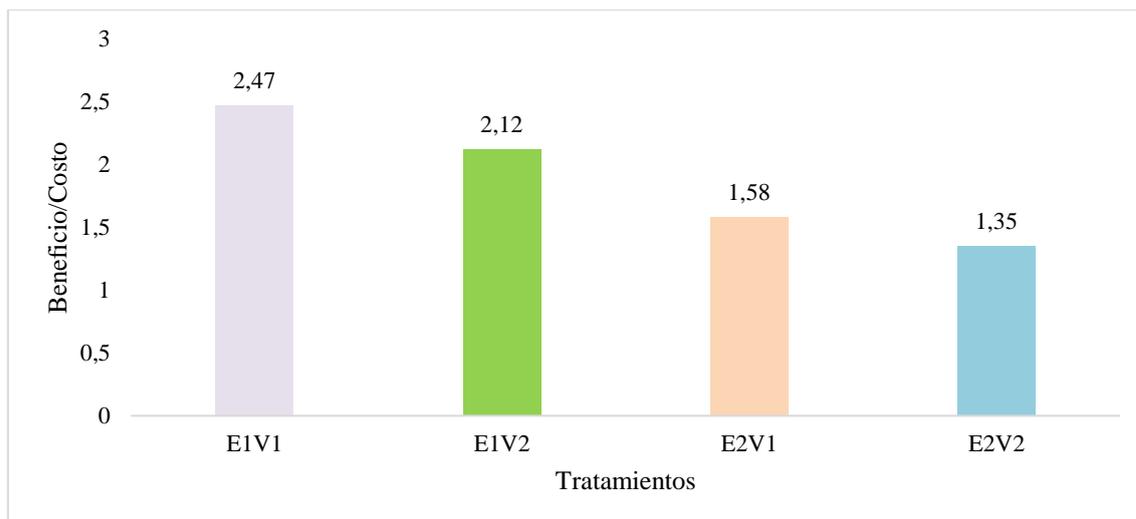


Ilustración 4-7: Beneficio/Costo en vivero a los 120 días.

Realizados por: Shiguango, Sisa, 2024

En la Ilustración 8-4 se aprecia la relación Beneficio/Costo de los tratamientos en estudio, donde la mayor relación Beneficio/Costo es de 2,47 que lo obtuvo el tratamiento E1V1 (Sábila y Meyer), por otro lado, la menor relación Beneficio/Costo fue de 1,35 que lo obtuvo el tratamiento E2V2 (Canela y Fino).

4.2. Discusión

4.2.1. Porcentaje de prendimiento de esquejes de limón a los 90 días

El enraizamiento obtenido a los 90 días después de siembra muestra que el mejor tratamiento fue el enraizador de Sábila con la variedad Meyer a lo largo del ensayo con un 90,91% de prendimiento; mientras que el tratamiento del enraizador de Canela con la variedad Fino con un 71,70% resulto ser de menor prendimiento. Según Córdova (2019, p.43) al aplicar extractos vegetales en la propagación asexual de estacas de valeriana obtuvo los mejores resultados en el porcentaje de prendimiento, el tratamiento con extracto de *aloe vera*, con una media del 92,36% en el primer intervalo. Por otro lado, Cruz (2021,p.57) menciona que las diferencias para cada tratamiento en porcentaje de prendimiento se deben a la cantidad de enraizador absorbido por los esquejes y a la calidad del enraizador (determinado por la concentración auxinas, citoquininas y/o giberelinas) al momento de la siembra. Así, posiblemente los esquejes que absorbieron mayor cantidad del enraizador con mayor concentración de hormonas, auxinas principalmente, indujeron la iniciación y elongación de raíces para su anclaje en el sustrato, mientras que los esquejes que absorbieron menores cantidades de enraizador con menores concentraciones de hormonas no lograron enraizar a falta de las mismas.

4.2.2. Número de brotes

Evaluando el número de brotes a los 90 días de siembra a nivel de vivero, el tratamiento con mayor número brotes fue E1V1 (Sábila + Meyer) con 7,62; mientras que el menor número de brotes tiene el tratamiento E2V2 (Canela + Fino) con 2,77; estos resultados al comparar con Ticona, es similar al número de brotes quien indica al utilizar el extracto de Sábila tuvo 6,8, debido a que los efectos se observan inmediatamente debajo de las hojas y los brotes, al ser productores de auxina, debe existir una comunicación de tránsito desde el ápice hasta la base (Ticona, 2022 p. 73).

4.2.3. Altura del brote a los 120 días

Analizando los datos de la altura del brote a los 120 días se observa que, el tratamiento E1V1 (Sábila + Meyer), presenta la mayor altura con 16,93 cm respectivamente; mientras que la menor altura tiene el tratamiento E2V2 (Canela + Fino) con 7,49 cm; estos resultados son superiores a los obtenidos por Moreira al utilizar enraizadores químicos quien indica que a los 60 días tuvo 7,79 cm (Moreira & Bravo, 2023, p. 35).

Así mismo, Ledesma menciona que al aplicar sábila como enraizante, se pueden mejorar las condiciones del suelo alrededor de las raíces de la planta. Permite aumentar la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes del suelo, que a su vez puede promover un crecimiento más rápido y una mayor altura (Ledesma, 2023, p. 9).

4.2.4. Longitud de la raíz (cm)

Evaluando la longitud de la raíz a los 120 días a nivel de vivero, el tratamiento E1V1 (Sábila + Meyer) presenta mayor longitud de la raíz con 12,91 cm; mientras que el tratamiento E2V2 (Canela + Fino) tiene una menor longitud de la raíz con 9,18 cm; comparando los resultados con la investigación de Ticona quien evaluó enraizamiento de saúco (*Sambucus Nigra* L) para la producción de plantines, con el enraizador de Sábila tuvo resultados a los 150 días de evaluación de 17,13 cm, siendo estos valores mayores a los encontrados, cabe destacar que son diferentes especies y un tiempo más prolongado (Ticona, 2022 p. 73).

4.2.5. Vigor de la planta a los 120 días

De acuerdo con Zeledón y Montalván (2023, p. 20), en la escala propuesta para el vigor de la planta el tratamiento de E1V1 (Sábila + Meyer) presenta un excelente vigor; mientras que el tratamiento E2V2 (Canela + Fino) presenta un vigor débil, relativamente inferior en relación con los

tratamientos con Sábila. Alcántara menciona que el gel de *Aloe vera* contiene al menos 14 proteínas con propiedades antioxidantes, fungicidas, bacteriostáticas y cicatrizantes, lo que podría influir significativamente vigor de la planta (Alcántara et al. (2021, p. 57).

4.2.6. Índice de Dickson

Según el criterio de Sáenz et al. (2014, p.98-111), la calidad Dickson se clasifica entre $< 0,2$ baja calidad y $> 0,5$ buena calidad. En relación con lo anteriormente expuesto, evaluando el índice de calidad de Dickson en plantas de limón a los 120 días a nivel de vivero, el tratamiento E1V1 (Sábila + Meyer) presenta plantas de mayor calidad, con un valor de 0,83; mientras que el tratamiento E2V2 (Canela + Fino) presenta plantas de menor calidad, con un valor de 0,24.

4.2.7. Análisis económico

Con relación al análisis económico se tomó en cuenta que el Tratamiento E1V1 (Sábila + Meyer) presentó los mejores resultados para enraizamiento de esquejes. En este sentido, los resultados de producción se compensan con los obtenidos del análisis económico, donde la aplicación del Tratamiento E1V1 (Sábila + Meyer) resultó ser más rentable, dado que presentó los mayores valores beneficio/costo (2,47 USD); mientras que el tratamiento E2V2 (Canela + Fino) presentó un menor costo beneficio (1,35 USD).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La Sábila se destaca como el mejor enraizador natural para la producción de plantas de limón de calidad a nivel de vivero, presenta el mayor porcentaje de prendimiento, altura de brote, número de brotes, longitud de la raíz, vigor de la planta e índice de dickson a los 90 y 120 días después de la siembra, mientras que la Canela como enraizante natural alcanza un porcentaje menor para estos parámetros evaluados.

La variedad Meyer supera a la variedad Fino en porcentaje de prendimiento, altura de brote, número de brotes, longitud de la raíz, vigor de la planta e índice de dickson. Estos resultados sugieren que la variedad Meyer podría ser la elección preferida para el cultivo en vivero debido a su mejor desempeño en los indicadores de calidad de planta evaluados.

Desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento fue el enraizador de Sábila con la variedad Meyer mostrando un beneficio costo de \$2,47, lo que indica que la producción de limones a nivel vivero es económicamente viable.

5.2. Recomendaciones

Dada su efectividad a nivel de vivero, se recomienda el uso del enraizador de Sábila con la variedad Meyer, en la Comunidad de San Roque. Propiciando el manejo sostenible.

Llevar el trabajo de investigación a nivel de campo para observar el desarrollo de las plantas.

Se recomienda realizar otras investigaciones para la calidad de plantas de limón a nivel de vivero, utilizando otros enraizadores y variedades en la Comunidad de San Roque.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALDANA GARCIA, Manuel.** *Multiplicación por estaca o enraizamiento de ramilla.* Colombia : Programa MIDAS de USAID, 2010. págs. 18-36.
2. **BUSTAMANTE CRIOLLO, Vanessa Alexandra.** Modelo logístico del manejo de postcosecha de limón meyer *citrus meyerii* en la provincia del Carchi, cantón Bolívar, en la comunidad de Pueblo. (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra-Ecuador. 2023. pág. 5.
3. **CAMAS, Jose Angel.** Anatomía Y Morfología Del Arbol De Limon. *Infografía*, 2023, pág. 1.
4. **CHICAIZA CASTRO, Evelyn Morelia.** Evaluación de dos enraizantes con tres tipos de sustratos para la propagación de *Magnolia grandiflora (magnolia)* en el vivero. (Trabajo de Titulación). ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba-Ecuador. 2022. pág. 14.
5. **CÓRDOVA RUIZ, Rosa Elizabeth.** Aplicación de extractos vegetales en la propagación asexual de estacas de valeriana (*Valeriana* sp). (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato-Ecuador. 2019. pág. 43.
6. **CRUZ CHAVEZ, Douglas.** Evaluación del efecto de tres enraizadores naturales en la propagación vegetativa de la kiswara (*Buddleja incana* Ruíz y Pav.) en el Centro Experimental Cota Cota. (Trabajo de Titulación). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 2021. pág. 57.
7. **HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, Licet.** Evaluación de cultivares de limoneros en las condiciones de Jagüey Grande. (Trabajo de Titulación). (Doctoral). Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Matanzas-Cuba. 2022. pág. 5.
8. **INFOAGRO.** El cultivo de los limones. Online: <https://infoagro.com/citricos/limon.htm>, 2008. pág. 1.
9. **JAMAL UDDIN, et al.** Impact of natural substances and synthetic hormone on grapevine cutting. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 2020, vol. 25, no 01, págs. 2069-2074.
10. **KESTER, HARTMANN.** Principios y prácticas de propagación de plantas. 1988. pág. 78.

- 11. LEDESMA PAZMIÑO, Johanna Alexandra.** Efecto de cuatro hormonas enraizantes sobre varetas de cacao (*Teobroma cacao* L.) de la variedad CNN-51 en la zona de Babahoyo, provincia Los Ríos. (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo-Ecuador. 2023. pág. 9.
- 12. LEMA GUAMÁN, Luis Rolando.** Evaluación de la Eficacia de seis Enraizadores en la Propagación por Esquejes de tres Cultivares de *Hypericum* (*Hypericum* sp). (Trabajo de Titulación). ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba-Ecuador. 2011. pág. 7.
- 13. LÓPEZ SÁNCHEZ, Carlos Manel & GUTIERREZ ORTIZ, José De Jesús.** Importancia de la reproducción asexual en el desarrollo de un vivero. (Trabajo de Titulación). Universidad de Guadalajara, Facultad de Agronomía. Guadalajara-México. 1992. págs. 58-62.
- 14. MOREIRA BRAVO, Pierina Marianella & ZAMBRANO ZAMBRANO, Angelo Isaac.** Aplicación de enraizadores en la reproducción asexual de tres especies forestales en etapa de vivero en el cantón Montecristi. (Trabajo de Titulación). Universidad Estatal Sur del Manabí, Facultad de Recursos Naturales y de la Agricultura. Manabí-Ecuador. 2023. pág. 35.
- 15. PACO MARIÑO, Jenny Mirian.** Evaluación del efecto de tres tratamientos pregerminativos en tres tipos de sustrato en la germinación de la Tara (*Caesalpinia spinosa*) en Centro Experimental Cota Cota Facultad de Agronomía. (Trabajo de Titulación). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 2014. págs. 9-10.
- 16. PRIMICIAS.** ¿Por qué el precio del limón ha subido en Ecuador en las últimas semanas?. Online. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/limon-caro-precio-ecuador-produccion/#:~:text=El%20precio%20del%20lim%C3%B3n%20ha%20subido%20de%20forma%20significativa%20en,con%20agosto%20de%20a%C3%B1o%20pasado.> 2023. pág. 1
- 17. ROSALES ESCALON, Jerlin Yolai & PÉREZ RUÍZ, Lesmar Enrique.** Efecto de micorrizas arbusculares sobre el desarrollo vegetativo de porta injertos de cítricos (*Citrus limón* L.) en el vivero de OIRSA, Masaya. (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua-Nicaragua. 2020. pág. 4.
- 18. SÁENZ REYES, J., et al.** Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2014, vol. 5, no 26, págs. 98-111.
- 19. SORNOZA CHOEZ, Ariel Carlos.** Efecto de tres frecuencias de riego en el desarrollo

morfo-fenotípico en el cultivo de limón (*Citrus limón*)(L.) Burm. F. (Trabajo de Titulación). Universidad Estatal Sur del Manabí, Facultad de Recursos Naturales y de la Agricultura. Manabí-Ecuador. 2022. pág. 21.

20. TICONA MEDINA, Elba Soledad. Evaluación del enraizamiento de saúco (*Sambucus nigra* L.) bajo el uso de enraizadores naturales para la producción de plantines en el centro experimental Cota Cota. (Trabajo de Titulación). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 2022. págs. 39-73.

21. TOALA MISE, Dennisse Katuska & MOREIRA LOOR, Merly Lourdes. *Producción forzada del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Christm. Swingle) con la aplicación de auxinas (Ácido naftalanacético) y giberelinas (Ácido giberélico).* Universidad Técnica del Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Manabí-Ecuador. 2019. págs. 8-9.

22. VALLEJO RIOFRIO, Jonathan Adrián. Evaluación del extracto vegetal *Maitenus leavis* para el control de áfidos mediante endoterapia vegetal en el cultivo de limón sutil (*Citrus aurantifolia*). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato-Ecuador. 2023. págs. 9-10.

23. ZELEDÓN MONZÓN, Jason Josué & MONTALVÁN MARTÍNEZ, Julio César. Yema de *Citrus latifolia* L. (Tahití), *Citrus ×sinensis* L. (Pineapple) injertado sobre Citrange. (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 2023. pág. 20.



ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DEL SUSTRATO Y DESINFECCIÓN



ANEXO B: APLICACIÓN DE ENRAIZADORES Y SIEMBRA DE ESQUEJES



ANEXO C: NÚMERO DE BOTRES



ANEXO D: ALTURA DEL BROTRE



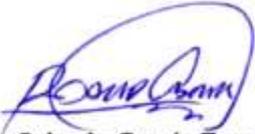
ANEXO E: LONGITUD DE LA RAÍZ





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 11/06/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: DIANA STEFANIA CANDO CARRILLO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: AGRONOMÍA
Título a optar: INGENIERA AGRÓNOMA
 Ing. Roque Orlando García Zanabria, PhD. Director del Trabajo de Integración Curricular
 Ing. Hernán Eriberto Chamorro Sevilla, MSc. Asesor del Trabajo de Integración Curricular