

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



TEMA:

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ESTIMULANTES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE PATRONES DE ROSAS (*Rosa sp.*) VAR. NATAL BRIER, GUACHALÁ - CAYAMBE

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Ronny Ruben Vaca Cazares

DIRECTOR:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas MSc.

Ibarra, 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ESTIMULANTES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE PATRONES DE ROSAS (*Rosa* sp.) VAR. NATAL BRIER. GUACHALÁ - CAYAMBE

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno MSc.

ASESOR



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003633425
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vaca Cazares Ronny Ruben
DIRECCIÓN:	Cotacachi, Imantag
EMAIL:	rrvacac@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL:	0959023171

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ESTIMULANTES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE PATRONES DE ROSAS (<i>Rosa sp.</i>) VAR. NATAL BRIER, GUACHALÁ - CAYAMBE
AUTOR (ES):	Ronny Ruben Vaca Cazares
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	21 de julio de 2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabzas MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra. a los 22 días del mes de julio 2025

EL AUTOR:



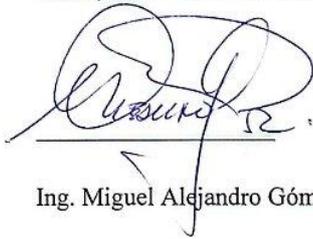
Ronny Rubén Vaca Cazares

CI: 1003633425

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ronny Rubén Vaca Cazares, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 21 días del mes de julio de 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Miguel Alejandro Gómez Cabezas', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 21 días del mes de julio del 2025

Ronny Rubén Vaca Cazares

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ESTIMULANTES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE PATRONES DE ROSAS (*Rosa* sp.) VAR. NATAL BRIER, GUACHALÁ - CAYAMBE

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 21 días del mes de julio del 2025, 63 páginas.

DIRECTOR: Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar estimulantes y sustratos para el enraizamiento de patrones de rosas (*Rosa* sp.) de la variedad Natal Brier en Guáchala, Cayambe

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Comparar la viabilidad de los sustratos y reguladores de crecimiento, sobre el éxito de enraizamiento de los porta-injertos de Natal Brier.
- Determinar las características morfológicas de los patrones con diferentes sustratos y reguladores de crecimiento.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas MSc.

Director de Trabajo de Grado



Ronny Ruben Vaca Cazares

Autor

viii

AGRADECIMIENTO

Un gentil Agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, a la carrera de Agropecuaria y a todos los profes que cruzaron para formarme como profesional, por impartir sus conocimientos y tener mucha paciencia para adquirir la información brindada.

También agradezco a la Empresa Conectiflor Andino CIA LTDA. Por haberme permitido y brindarme la oportunidad de realizar mi Trabajo de Integración Curricular, por la confianza y el apoyo que me dieron para poder graduarme.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Antecedentes	15
1.2 Problemas de investigación.....	18
1.3 Justificación.....	19
1.4 Objetivos.....	20
1.4.1 Objetivo general.....	20
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
1.5 HIPÓTESIS O PREGUNTAS DIRECTRICES	20
Hipotesis.....	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1 La rosa	21
2.1.1 Importancia de la rosa en el comercio.....	21
2.2 Generalidades de la rosa.....	22
2.2.1 Taxonomía.....	22
2.3 Condiciones Climáticas para el enraizamiento de la rosa	23
2.3.1 Temperatura	23
2.3.2 Humedad.....	24
2.4 Reproducción de la rosa	24
2.4.1 Reproducción asexual	24
2.4.2 Selección del material vegetal.....	24
2.4.3 Fisiología del tallo	24

2.4.4 Formación de raíces.....	25
2.5 Fitorreguladores de crecimiento	25
2.5.1 Auxinas	26
2.6 Sustratos	26
2.6.1 Textura	27
2.6.2 Propiedades Físico- Químicas	27
2.2. MARCO LEGAL.....	27
CAPÍTULO III.....	29
MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	29
3.2 MATERIALES	30
3.3 MÉTODOS.....	30
3.3.1 Factores en estudio	31
3.3.2 Tratamientos.....	32
3.3.3 Diseño experimental.....	33
3.3.4 Características del experimento	33
3.3.5 Análisis estadístico	34
3.3.6 Variables a evaluadas.....	36
3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO	37
3.4.1 Características del invernadero	37
3.4.2 Elaboración de sustratos	38
3.4.3 Cosecha y preparación de las varetas	38
3.4.4 Desinfección de las estacas	38
3.4.5 Preparación de los estimulantes	39
3.4.6 Siembra de estacas	39
3.4.7 Riego.....	39
CAPÍTULO IV.....	40

<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	40
4.1 Peso de la materia fresca de la tira savia	40
4.2 Peso de la materia seca de la tira savia	42
4.3 Peso de la materia fresca del área radicular	44
4.4 Peso de la materia seca del área radicular	47
4.5 Longitud de la raíz	49
4.6 Porcentaje de brotación	51
4.7 Porcentaje de enraizamiento.....	53
4.8 Crecimiento de la tira-savia.....	54
4.9 Análisis económico.....	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1 CONCLUSIONES.....	59
5.2 RECOMENDACIONES	59
ANEXO	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Materiales, insumos y herramientas requeridas para el experimento</i>	30
Tabla 2	<i>Factores que fueron evaluados en el experimento</i>	31
Tabla 3	<i>Descripción de los 15 tratamientos que se evaluaron en este estudio, tras un arreglo factorial de sustratos y hormonas</i>	32
Tabla 4	<i>Detalles de la unidad experimental</i>	34
Tabla 5	<i>Análisis de varianza ADEVA</i>	35
Tabla 6	<i>Beneficio costo en la producción de plantas propagadas por esquejes</i>	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Nombres de la estructura morfológica de la rosa</i>	23
Figura 2	<i>Morfología externa de una raíz</i>	25
Figura 3	<i>En la presente figura se encuentra señalado con un punto rojo el lugar donde fue ubicado el lugar de experimentación</i>	29
Figura 4	<i>En la presente figura se detalla cómo se estableció el experimento en campo, su distribución, espaciado y cantidad de plantas a utilizar en los tratamientos</i>	33
Figura 5	<i>Distribución de los esquejes plantados dentro de la unidad experimental</i>	34
Figura 6	<i>Materia fresca de la tira savia de los esquejes sometidos en los diferentes tratamientos, pesados en gramos</i>	41
Figura 7	<i>Materia seca de la tira savia de los esquejes sometidos en los diferentes tratamientos, pesados en gramos</i>	43
Figura 8	<i>Materia fresca del área radicular de los esquejes sometidos en las diferentes hormonas y sustratos, pesado en gramos</i>	46
Figura 9	<i>Materia seca del área radicular de los esquejes sometidos en las diferentes hormonas y sustratos, pesado en gramos</i>	48
Figura 10	<i>La longitud de la raíz (cm) más larga que se encontró en los esquejes de rosa sometidos en las diferentes hormonas y sustratos</i>	50

Figura 11 El porcentaje (%) de brotes en los esquejes de rosa Natal Brier sometidos a las diferentes hormonas y sustratos	52
Figura 12 <i>El porcentaje (%) de esquejes enraizados de rosa Natal Brier sometidos a las diferentes hormonas y sustratos</i>	53
Figura 13 <i>La altura de la tira savia (cm) de los esquejes de rosa sometidos en las diferentes hormonas y sustratos, a partir de la semana 2 hasta la semana 7</i>	56

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ESTIMULANTES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE PATRONES DE ROSAS (*Rosa sp.*) VAR. NATAL BRIER, GUACHALÁ – CAYAMBE

Autor: Ronny Ruben Vaca Cazares

Universidad Técnica del Norte

Correo: rrvavac@utn.edu.ec

RESUMEN

El cultivo de rosas es el más importante en el sector ornamental, Ecuador como el segundo país más importante en exportaciones de rosas, y las fincas siempre buscando nuevas estrategias de producción. Conlleva, al objetivo de este estudio fue evaluar el enraizamiento utilizando diversos sustratos y preparados de estimulantes de raíz, para luego determinar cuál de los tratamientos posee patrones de calidad. Para esto se estableció un diseño en bloques completo al azar con 45 unidades experimentales y 30 plantas evaluadas por unidad experimental, los tratamientos fueron: cuatro preparados hormonales, un testigo y tres sustratos. Los esquejes se colocaron dentro del invernadero y a las siete semanas se determinó el éxito de enraizamiento cuantificando la longitud de la tira-savia, porcentaje de enraizamiento y la masa total de raíz y área foliar. Los tratamientos que ganaron mayor altura fueron T4 T5 T9 T10 (13 cm). En cuanto al porcentaje de esquejes enraizados los tratamientos T3 T4 T5 T8 T9 T10 T13 T14 T15 (96%) fueron estadísticamente similares. Las plantas con mayor masa radicular fueron las cultivadas en los tratamientos T4, T8, T9 (0.168 g) y para la masa del área foliar los tratamientos con mejor ganancia de peso fueron T4, T9, T10 (0.556 g). Concluyendo que T4 tuvo los mejores estándares de calidad, seguido por T9 que contiene un porcentaje de fibra de coco y T5 con la mejor rentabilidad.

Palabras clave: Esquejes, tira-savia, preparados hormonales, características morfológicas.

EVALUATION OF SUBSTRATES AND STIMULANTS FOR ROOTING OF ROSE ROOTSTOCKS (*Rosa* sp.) VAR. NATAL BRIER, GUACHALÁ – CAYAMBE

Author: Ronny Ruben Vaca Cazares
Universidad Técnica del Norte
Email: rrvavac@utn.edu.ec

ABSTRACT

Roses are one of the most important crops in the ornamental sector. Ecuador is the second most important country in rose exports, and farms are constantly seeking new production strategies. The objective of this study was to evaluate rooting using various substrates and root stimulant preparations in order to determine which treatments produce quality rootstocks. A randomized complete block design was established with 45 experimental units and 30 plants evaluated per unit. The treatments included four hormonal preparations, one control, and three substrates. The cuttings were placed in a greenhouse, and after seven weeks, rooting success was assessed by measuring the length of the shoot (tira-savia), rooting percentage, total root mass, and leaf area. The treatments that showed the greatest height were T4, T5, T9, and T10 (13 cm). Regarding the percentage of rooted cuttings, treatments T3, T4, T5, T8, T9, T10, T13, T14, and T15 (96%) were statistically similar. The plants with the greatest root mass were those in treatments T4, T8, and T9 (0.168 g), and for leaf area mass, the best-performing treatments were T4, T9, and T10 (0.556 g). Concluding that T4 had the best quality standards, followed by T9 which contains a percentage of coconut fiber and T5 with the best profitability.

Keywords: Cuttings, shoot (tira-savia), hormonal preparations, morphological characteristics.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La rosa es el cultivo más importante del sector ornamental y representa uno de los productos principales en el mercado comercial de la floricultura. Desde la década de los noventa, su liderazgo se ha consolidado debido, principalmente, a una mejora de las variedades, a la ampliación de la oferta durante todo el año y a su creciente demanda (Arzate M., 2014).

Hasta junio de 2022, las exportaciones de flores alcanzaron los USD 509 millones. Esto significa un incremento del 4% con relación al mismo periodo de 2021. En el primer semestre de 2022, el 72% de las exportaciones de flores las concentraron las rosas. Este comportamiento ubica al Ecuador como el segundo exportador a escala mundial. (Cámara Marítima del Ecuador [CAMAEC] 2022).

Las florícolas se caracterizan siempre por la innovación y búsqueda de nuevas metodologías para producir rosas a un menor costo, de mayor calidad y sobre todo para una gran cantidad de mercados internacionales exigentes, por ello realizan grandes inversiones en tecnología e investigación.

El uso de portainjertos se ha basado en la observación de que el rendimiento y la productividad floral de las plantas injertadas es mayor que el de las plantas que crecen sobre sus propias raíces. A pesar de estas ventajas de la propagación para rosas cortadas, ha habido un número limitado de estudios sobre este método y no ha sido ampliamente utilizado debido a la dificultad e ineficiencia de este importante método de propagación (Ryong y Gyeong, 2015).

El enraizamiento exitoso de esquejes vegetativos puede verse influenciado por una serie de factores como la genética de plantas, calibre de corte, humedad, temperatura, temporada, edad y salud de las madres, número de hojas y puntas, aplicación de hormonas y herida del tallo (Campbell et al, 2021).

La porta injerto más aceptado y estudiado por las florícolas ecuatorianas es Natal Brier debido a que se adaptado con mayor facilidad a las condiciones ambientales. Natal Brier ha mostrado mejores longitudes de tallo, con mayor adaptabilidad a temperaturas relativamente altas (Kwo et al, 2022).

En Ecuador, Natal Brier se ha generalizado su uso por la facilidad de propagar, la precocidad, flores más largas, una buena fijación de color, juntamente con el efecto del plástico, compatibilidad con la mayoría de las variedades y vigor en la producción, de acuerdo al manejo, se puede obtener la primera producción de la variedad injertada a los cuatro meses (Tomas F., 2020).

En la propagación de esquejes de rosa ya se han establecido algunos ensayos alentadores con varias hormonas, diferentes dosis y además en varios sustratos para establecer una metodología ideal para el enraizamiento.

Montander (2019) investigó la posibilidad de enraizar esquejes de variedades de rosas viejas como son "Harrison Yellow" y "Poppius", mismas que son difíciles de enraizar. Estos autores evaluaron varios potenciadores de raíz: a) una combinación de ácido húmico y algas, b) titanio y c) ácido indol butírico (IBA) al 2500 y 2000 ppm. Además, se consideró el grosor de los esquejes clasificándolos en gruesos, medios y delgados, obteniendo como resultado que en 'Harison's Yellow', el grosor no influyo en el porcentaje de enraizamiento. Sin considerar el grosor de los esquejes, la aspersion con titanio al 0.02% contribuyó a un enraizamiento de los esquejes en un 61.7%. Mientras que, en la variedad "Poppius", los esquejes delgados de (5mm – 6mm) tuvieron la capacidad de enraizamiento más alta de 90.0% con ácidos húmicos al 1000 ppm.

Sisaro (2019) menciona que se puede utilizar según sea ANA o IBA a concentraciones que van desde 500 ppm hasta 3000 ppm. Reservándose para casos difíciles de enraizar, concentraciones máximas de 10000 ppm.

Ramirez et al, (2011) probó en su experimentación para enraizar esquejes de papa, varios ensayos con diferentes estimulantes y formas de utilizar estos enraizantes. Los tratamientos fueron a) testigo, b) introducir los esquejes en una solución de soulcat, c) introducir los esquejes en una solución de Hoalgland d) colocar Hormonagro 1 en la base del tallo y luego sumergir en bandejas con agua, e) colocar hormonagro 1 en la base del tallo y luego al suelo f) colocar

hormonagro 1 en la base del tallo y luego en turba. Y finalmente encontró, que el porcentaje de enraizamiento en los genotipos de papa fue cerca del 96,11% en el tratamiento de turba con Hormonagro 1, seguido del suelo con Hormonagro 1 con un 77,33% y el agua con un 69,35%.

Yusnita et al, (2018) probó con estacas de manzanas a diferentes dosis de ANA e IBA y su combinación. El realizo para sus tratamientos una forma de pasta con las auxinas mesclo 1g de talco con auxinas con 1ml de agua y fue aplicando a sus esquejes en la parte basal, sus tratamientos fueron (en ppm p/p): a) testigo (sin auxina), b) 2000 ppm IBA, c) 2000 NAA, d) 1000IBA+1000 NAA, e) 4000 IBA, f) 4000 NAA y g) 2000 IBA+2000 NAA. Y a esepción del tratamiento de IBA a 2000ppm todos tuvieron el 100% de enraizamiento. Sin embargo dosis de 2000 y 4000 ppm ANA formaron mayor número de raíces 17,8 a 25,5 raíces por esqueje.

Campbell et al, (2021) experimentaron diferentes sustratos y diferentes dosis de IBA y ANA para el enraizamiento de cáñamo en la Universidad de Florida. En cuanto a las hormonas probó las siguientes dosis; a) 1000 ppm IBA b) 3000 ppm IBA, c) 500ppm ANA y d) 1000 ppm IBA + 500 ppm ANA. Obteniendo que a una dosis del 3000 ppm de IBA el número de raíces es mayor al resto de los tratamientos, sin embargo, ANA al 500 ppm dio mejores resultados en la longitud de las raíces, con raíces más largas al resto de los tratamientos.

En cuanto a los sustratos probó turbas con diferentes densidades; a) 0.16 g cm^{-3} b) 0.19 g cm^{-3} c) 0.18 g cm^{-3} y d) lana de roca 0.01 g cm^{-3} . Obteniendo como el mejor sustrato la denominada lana de roca con un número de raíces (7.7 raíces), longitud (9,5 cm) y masa (23,8 mg).

Cabascango, (2008) realizo una evaluación de sustratos para la propagación de Natal Brier con condiciones controladas, utilizando ácido indol butírico 1000 ppm y ácido naftaleno 500 ppm, concluyendo que el sustrato ideal para lograr un mayor peso de área foliar, longitud de tira sabia y materia seca del área radicular fue, tierra negra + pomina en relación 1:1, siendo este el sustrato más recomendado para el enraizamiento de patrones Natal Briar, por sus beneficios y costos, siguiéndole por otro sustrato Turba + pomina en relación 3:1.

Gallardo (2011) En su experimentación de evaluación de enraizamiento con tres tipos de plantas medicinales, en diferentes sustratos, obtuvo que el sustrato con mayor eficiencia de enraizamiento en el matico fue la mezcla de arena 10%, pomina 30% y tierra negra 60%. En los esquejes de Saucos el sustrato con mayor porcentaje de estacas enraizadas fue 20% de arena, 10% de pomina y 70% de tierra negra. Para los esquejes de Chímbalo el sustrato que mayor

eficiencia de enraizamiento fue la mezcla de 20% de arena, 10% de pomina y 70% de tierra negra. Concluyendo que la mezcla de 20% de arena, 10% de pomina y 70% de tierra negra es la mejor para las tres especies de plantas.

Ritter et al., (2018) en su ensayo realizado en Brasil con estacas de “Natal Brier” y “Tineke” sumergidas en una solución de IBA a una concentración de 2000 ppm durante 5 segundos. Probaron el enraizamiento con diferentes sustratos; cascarilla de arroz carbonizada, fibra de coco y un compuesto de sphagnum, vermiculita expandida, caliza dolomita. Y obtuvieron el mejor porcentaje de enraizamiento con la variedad “Natal Brier” con hasta un 75% de enraizamiento. Los mejores sustratos utilizados en el enraizamiento de esquejes de rosas híbridas fueron Cascarilla de arroz carbonizada y fibra de coco. Esto es consecuencia de las características físicas de estos sustratos.

La fibra de coco es considerada un buen sustrato para plantas ornamentales, con excelentes características físicas para un buen desarrollo radicular. Tiene una textura variada, favoreciendo el equilibrio entre el aire y el agua, una buena capacidad de retención de agua fácilmente disponible y tiene una alta capacidad de aireación. Por otra parte, la cascarilla de arroz es un sustrato poroso con alta capacidad de drenaje y baja retención de agua, lo que facilita la formación del sistema radicular en esquejes (Ritter et al., 2018).

1.2 Problemas de investigación

En el mercado existe una gran diversidad de propagadoras de porta – injertos, pero no garantizan una buena calidad con buena producción de flor inmediata, siendo este el principal problema para los productores de rosas. Además, la demanda internacional de las flores ecuatorianas ha ido en crecimiento, por ende, las plantaciones de rosas siguen creciendo, y los productores necesitan porta – injertos de buena calidad, a un bajo costo, por tal motivo nace la necesidad de que los productores puedan desarrollar sus propias plantas o miniplantas.

Otro de los problemas es el bajo nivel de desarrollo radicular, por el cual el uso de las Fito hormonas comerciales para enraizar son importantes, pero su dosis no está muy difundida. No todas las especies requieren la misma hormona y dosis, varían de acuerdo con las condiciones climáticas y la genética.

En las propagadoras la tierra negra y pomina son fundamentales para el enraizamiento debido a sus contenidos nutricionales, y retención de humedad respectivamente. Siendo el uso de estos

suelos un problema ambiental, debido a que se extraen toneladas de tierra de los páramos sin restricción alguna, causando esto a un desequilibrio en los ecosistemas. Debido a esto se necesita minimizar o remplazar con otros sustratos más sustentables.

1.3 Justificación

Siendo así el cultivo de las rosas, un producto muy importante para la economía, ya que le permite al Ecuador tener una fuente más de ingreso y es uno de sus principales productos exportados no petrolero. Alrededor de 400 variedades de rosas se exportan a 160 destinos en todo el mundo (Marin J., 2018). Por el cual se debe seguir investigando y mejorando los procesos de producción, desde la porta injertos que son la clave para una buena producción.

En el presente trabajo se hará una comparación entre diferentes estimulantes de raíz, teniendo en cuenta las dosis de IBA y ANA que han funcionado mejor en los mencionados ensayos, y han tenido buenos resultados. Ya que la dosis de hormona es fundamental para tener un buen desarrollo radicular. Como lo menciona Sebatino L. (2014) “El enraizamiento está altamente influenciado por la duración y concentración de la aplicación de IBA, y posiblemente también por el ambiente y el genotipo”. Por eso se buscarán estimulantes con dosis cercanas, y observar si funcionan o se obtiene mejores resultados en las condiciones ambientales de Cayambe.

Los sustratos también tienen una gran influencia en el crecimiento de las raíces adventicias, por eso en este ensayo se utilizará el sustrato que utilizan la mayoría de las propagadoras que es la mezcla de tierra negra y cascajo, debido a sus costos de producción y buen porcentaje de enraizamiento. Sin embargo, se pretende eliminar o al menos disminuir el uso de este sustrato.

También se utilizará la fibra de coco ya que ha sido uno de los sustratos que también ha tenido buenos resultados de enraizamiento, y aprovechando que en la finca en la que se va a realizar este ensayo. La fibra de coco lo utilizan para propagación de unas pocas semillas y luego es desechado. Por eso en esta investigación se pretende reutilizarlo dando un realce al aprovechamiento de materias primas utilizadas en la finca, optimizando recursos y dinero.

Varios estudios han demostrado que cada especie tiene preferencias por un determinado sustrato, así sean las mismas condiciones ambientales. Esto debido a que la principal diferencia entre los sustratos es su capacidad de retención de agua y por consecuencia su relación aire: agua. Esta es determinante el espacio de aire de los sustratos ya que, abastecerá el oxígeno necesario para la respiración Hartmann et al., (como se citó en Navarro y Pérez, 2011).

Por tal razón encontrar un producto y un sustrato adecuado es de mucha importancia para obtener el mayor porcentaje de enraizamiento, con un buen sistema radicular, a un menor tiempo, con una buena cantidad de raíces, y así se optimizaría costos, tiempos, y el patrón podrá exhibir sus máximas características fenológicas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar estimulantes y sustratos para el enraizamiento de patrones de rosas (*Rosa* sp.) de la variedad Natal Brier en Guáchala, Cayambe

1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar la viabilidad de los sustratos y reguladores de crecimiento, sobre el éxito de enraizamiento de los porta-injertos de Natal Brier.
- Determinar las características morfológicas de los patrones con diferentes sustratos y reguladores de crecimiento.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

1.5 HIPÓTESIS O PREGUNTAS DIRECTRICES

Hipotesis

Hipótesis nula: El uso de sustratos y hormonas no influye en la producción de patrones de calidad

Hipótesis alternativa: Al menos un sustrato y un tipo de hormona influye en la producción de patrones de calidad

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 La rosa

2.1.1 Importancia de la rosa en el comercio

Ecuador un país caracterizado principalmente por su producción agrícola, tiene grandes riquezas provenientes de las tierras, como es el banano, cacao, palma africana, flores, entre otros. Los cuales mayormente son exportados y han contribuido a la economía ecuatoriana (Cedillo, et al, 2021).

El comercio exterior ecuatoriano, ha evolucionado de manera positiva a través de los años. El sector florícola se ha convertido en uno de los principales productos agrícolas exportados, el cual lo convierte en el pilar fundamental para la economía, brindan grandes ingresos, contribuyendo al Producto Interno Bruto (Cedillo, et al, 2021).

Las flores ecuatorianas son comercializadas en mercados internacionales como: Estados Unidos, Rusia, países bajos entre otros. La rosa ecuatoriana tiene características únicas debido a la geografía donde esta cultivada, por el cual la rosa ecuatoriana llega a posicionarse como un producto de primera calidad en los mercados internacionales, siendo un producto reconocido y demandado por mercados premium (Cedillo, et al, 2021).

Hasta junio de 2022, las exportaciones de flores alcanzaron los USD 509 millones. Esto significa un incremento del 4% con relación al mismo periodo de 2021. Si se analiza solo junio de 2022, las exportaciones llegaron a USD 77 millones, valor 4% mayor en comparación con junio de 2021 (CAMAE, 2022).

De acuerdo con datos de Expo flores, en 2024 el sector florícola supero el 1000 millones de dólares con exportaciones de flores, principalmente rosas, un aumento de 10 millones de dólares respecto a 2023, es decir, 1 % más frente al año pasado (2024).

Las flores ecuatorianas, como rosas, flores de verano, claveles y flores preservadas, cumplen con las regulaciones federales del Departamento de Agricultura de EE. UU. y las normativas de los distintos estados. Los importadores estadounidenses valoran productos que garanticen el

bienestar de los trabajadores, la sostenibilidad ambiental y buenas prácticas de producción (Expo flor, 2024)

2.2 Generalidades de la rosa

2.2.1 Taxonomía

El género *Rosa* pertenece a la familia Rosaceae y está estrechamente relacionado con la manzana, la pera, el membrillo, la ciruela, la cereza, las moras y las fresas. Las rosas (*Rosa* sp.) son arbustos de ornamento cultivados principalmente por sus hermosas flores, sus características y también sus vistosos frutos y atractivo follaje (Yong, 2004).

Su clasificación botánica es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Espermatofitos
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia	Rosáceas
Tribu	Roseas
Género	<i>Rosa</i>
Especie	<i>Rosa</i> sp.

Las características morfológicas generales del género *Rosa* son:

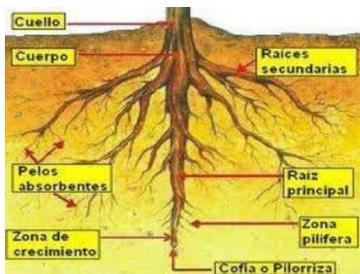
- a) Raíz: rizoma estolonífero estos cumplen la función de poder reproducirse asexualmente, a través de células embrionarias que contienen en los tallos, las cuales permiten enraizar y producir nuevas plantas a partir de una planta madre (Arzate et al, 2014). En plantas injertadas el sistema radical es bien desarrollado, lo que permite a las plantas lograr una mayor producción y calidad en las plantas (Yong, 2004).
- b) Tallo: los rosales son considerados como arbustos con tallos semi-leñosos, la mayoría de sus tallos son de crecimiento erecto o sarmentoso, color verde o con

tintes rojizos o marrón cuando jóvenes, variando de pardo a grisáceo a medida que envejecen; algunos de textura rugosa y escamosos, con notables formaciones epidérmicas de variadas formas, estípulas persistentes y bien desarrolladas. A algunos tallos poseen gran cantidad de espinas y otros muy pocas, con diferentes formas esto depende de la variedad (Arzate et al, 2014).

- c) Hojas: las hojas son compuestas, imparipinadas, generalmente de color verde oscuro brillante, con tres, cinco o siete folíolos de forma ovalada, con el borde dentado y a veces con pequeñas espinas en el envés de la hoja (Arzate et al, 2014).

Figura 1

Nombres de la estructura morfológica de la rosa



a) Raíz pivotante compuesta



b) Tallo



c) Hoja

2.3 Condiciones Climáticas para el enraizamiento de la rosa

2.3.1 Temperatura

La temperatura es otro factor ambiental que tiene un efecto decisivo sobre la calidad y la producción. El rosal es una planta exigente en temperaturas elevadas, que varían según el estado vegetativo en que se encuentre. Su fase crítica es el inicio y crecimiento de los brotes, donde la falta de estos niveles de temperatura puede originar tallos ciegos y botones florales deformes (Yong, 2004).

Cuando las temperaturas son superiores a los 45 °C la planta sufre daños, no siendo aconsejable superar los 30 °C, ya que se producen alteraciones fisiológicas negativas para el cultivo. Las óptimas, que dependen de la iluminación existente, se sitúan por los 21 y 24 °C durante el día y de 15 a 16 °C durante la noche (Yong, 2004).

2.3.2 Humedad

Los efectos de la humedad relativa en el rendimiento de las rosas han sido estudiados en numerosas ocasiones. Se han descrito incrementos de producción, mejoras de calidad, aumentos de superficie foliar, etc., debido al mantenimiento de altas humedades relativas entre 70 y 80%. Las rosas requieren una humedad relativamente elevada (Yong, 2004).

Las rosas requieren una humedad alta pero el exceso de humedad puede inducir a enfermedades del follaje, tales como el mildiu vellosa, la mancha negra y pudriciones. Algunos autores plantean que la humedad relativa por debajo de 60% puede ocasionar ciertos desarreglos fisiológicos en determinados cultivares como la deformación de los botones, hojas menos desarrolladas, vegetación pobre y caída total de las hojas y por el contrario, humedades relativas altas pueden ser causa de desarrollo de enfermedades (Yong, 2004).

2.4 Reproducción de la rosa

2.4.1 Reproducción asexual

La reproducción asexual o clonal no proviene del intercambio genético entre dos individuos parentales. La propagación vegetativa es una forma de reproducción de las plantas que puede ocurrir de manera natural o artificial. En algunas especies este tipo de reproducción ocurre en forma natural a través de sus órganos vegetativos, como los bulbos, tubérculos y retoños en los rosales (Rentería, 2023) .

2.4.2 Selección del material vegetal

Una propagación exitosa depende de factores endógenos y exógenos entre los primeros se considera la cantidad y calidad del follaje, ya que la producción de fotoasimilados que se produzca durante el enraizamiento será determinante para la propagación. Y como factores exógenos tenemos a la temperatura y luminosidad, que son necesarios para la fotosíntesis que al disminuir influyen directamente en el porcentaje de raíces ya que estas dependen de los carbohidratos producidos por las hojas (Krizek como se citó en Cruz E., 2021).

2.4.3 Fisiología del tallo

El tallo es un órgano vegetativo de la planta, generalmente aéreo, con geotropismo negativo y fototropismo positivo el cual se puede usar para la propagación vegetativa. Debido a que entre

las partes de la estructura del tallo se encuentran las yemas las cuales están constituidas por tejido meristemático (Gillermo et al, 2019).

Los meristemos o tejido meristemático pueden considerarse como tejidos embrionarios los cuales persisten en la planta durante toda su vida y son responsables del crecimiento permanente de la planta, gracias a la capacidad de división y diferenciación. Es decir, estas células tienen todo el material genético de la planta y pueden irse diferenciando de acuerdo a las condiciones que tiene, pueden convertirse en nuevos brotes o en raíces (Gillermo et al, 2019)..

Estos se mantienen en continua división, lo que las posibilita autoperpetuarse. Los meristemos se dividen en meristemos apicales, situados en los ápices de brotes y raíces (principales y laterales) y meristemos laterales (cambium vascular, cambium suberoso) (Gillermo et al, 2019).

2.4.4 Formación de raíces

La raíz tiene estructura externa e interna con características especiales en la cual se encuentra la zona de diferenciación donde los tejidos meristemáticos se diferencian en tejidos definitivos de la raíz como los que se muestran en la siguiente figura (Gillermo et al, 2019).

Figura 2

Morfología externa de una raíz



2.5 Fitorreguladores de crecimiento

Son fitohormonas que abundan en sitios de división celular activa en las plantas como es el tejido meristemático, el cual cumple funciones fisiológicas, como es el alargamiento del tallo,

formación de raíces adventicias, inducción a la floración, diferenciación vascular y en la dominancia apical (Kittmer, 2023).

2.5.1 Auxinas

2.5.1.1 Ácido naftaleno (ANA)

Es un regulador de crecimiento que estimula la formación de un sistema radical. Es una auxina que se moviliza más rápido en la planta por lo que su uso requiere ciertas precauciones (Langé, 2013)

2.5.1.2 Ácido indol butírico

El IBA en cambio es una auxina con menos movilidad por lo que permite ser utilizado en una amplia gama de concentraciones sin que produzca fitotoxicidad. Se desplaza muy poco y las enzimas destructoras de auxinas lo degradan con lentitud, por lo que tiene alta persistencia una vez aplicado a las estaquillas. La aplicación de IBA mejora el tiempo de enraizamiento y brotación de yemas (Langé, 2013).

2.6 Sustratos

Puede considerarse sustrato todo material natural o artificial, puro o mixto, que colocado en un recipiente y que permite fijar el sistema radicular y sostener las plantas.

Las estacas de muchas especies enraízan con facilidad en una diversidad de sustratos, sin embargo cada especie tiene cierta afinidad o se desarrollan mejor en un solo tipo de sustrato debido a las características físicas o químicas que este tiene. El tipo de medio de enraizamiento no solo afecta al porcentaje de estacas enraizadas, sino también en la calidad del sistema radical formado (Castrillón et al, 2008).

La asociación de diferentes materiales para mezclar y obtener un sustrato adecuado mejora las condiciones para el crecimiento de las plantas. La mezcla de materiales inertes como la arena, cascajo, con materiales orgánicos mejora la textura y brinda mejores condiciones para el crecimiento (Vielmo et al, 2017).

2.6.1 Textura

No hay un sustrato ideal que cumpla absolutamente las exigencias de todas las plántulas, pero se pueden diseñar mezclas que incluyan materiales de bajo costo, fácil obtención y buena calidad. Y para lograrlo se deben considerar aspectos como: disponibilidad del material, facilidad de manejo, precio accesible, lenta descomposición, libres de enfermedades y plagas, adecuada retención de humedad, pH, capacidad de intercambio catiónico, relación carbono/nitrógeno (25/1), baja densidad aparente, buen drenaje y agua fácilmente disponible para la planta Imbaquingo (como se citó en Cruz E, 2021).

2.6.2 Propiedades Físico- Químicas

Las características físicas de los sustratos permiten un adecuado soporte, disponibilidad de agua, aire y nutrientes, un adecuado manejo y lo más importante, un desarrollo eficaz de la parte subterránea de la planta. En general, los sustratos ideales deberán tener según una densidad aparente de 0.15-0.4 g cm⁻¹, puesto que está relacionado directamente con la porosidad total y la retención de humedad cuyos valores deberían en el sustrato deberá al menos un 70% y de 25-40% respectivamente Pire (como se citó en Cruz E, 2021).

Las propiedades químicas en concordancia con los sustratos pueden intervenir en el proceso de nutrición mineral de la planta, mediante parámetros como el pH, conductividad eléctrica y relación carbono / nitrógeno, cuyos valores definen la nutrición y desarrollo de las plantas a través de las raíces; por ende, la mayoría de los componentes orgánicos de un sustrato deben estar en estado inerte que asegure la estabilidad del sustrato en el tiempo Latsague (como se citó en Cruz E, 2021).

2.2. MARCO LEGAL

La presente investigación se sustenta en diversas normativas vigentes de la Constitución Política del Ecuador que regulan el desarrollo sustentable y la conservación de la biodiversidad y el desarrollo agrícola.

Desde el 2008 la constitución del Ecuador reconoce y protege los derechos de la naturaleza y la biodiversidad, En el artículo 71 menciona que el estado incentiva a personas naturales a proteger la naturaleza y respetar los elementos que forman un ecosistema, en el artículo 73 el estado aplica medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir la

destrucción de ecosistemas o alteración de los ciclos naturales como podría pasar con el uso de tierra negra extraída de los páramos.

También en el artículo 319 menciona que el estado promueve las formas de producción que aseguren la conservación de la naturaleza y desincentivará que atenten contra sus derechos, por tal la producción de rosas debe ser más sostenible, así alentará la producción que satisfaga la demanda interna y garantice una activa participación del Ecuador en el contexto internacional.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

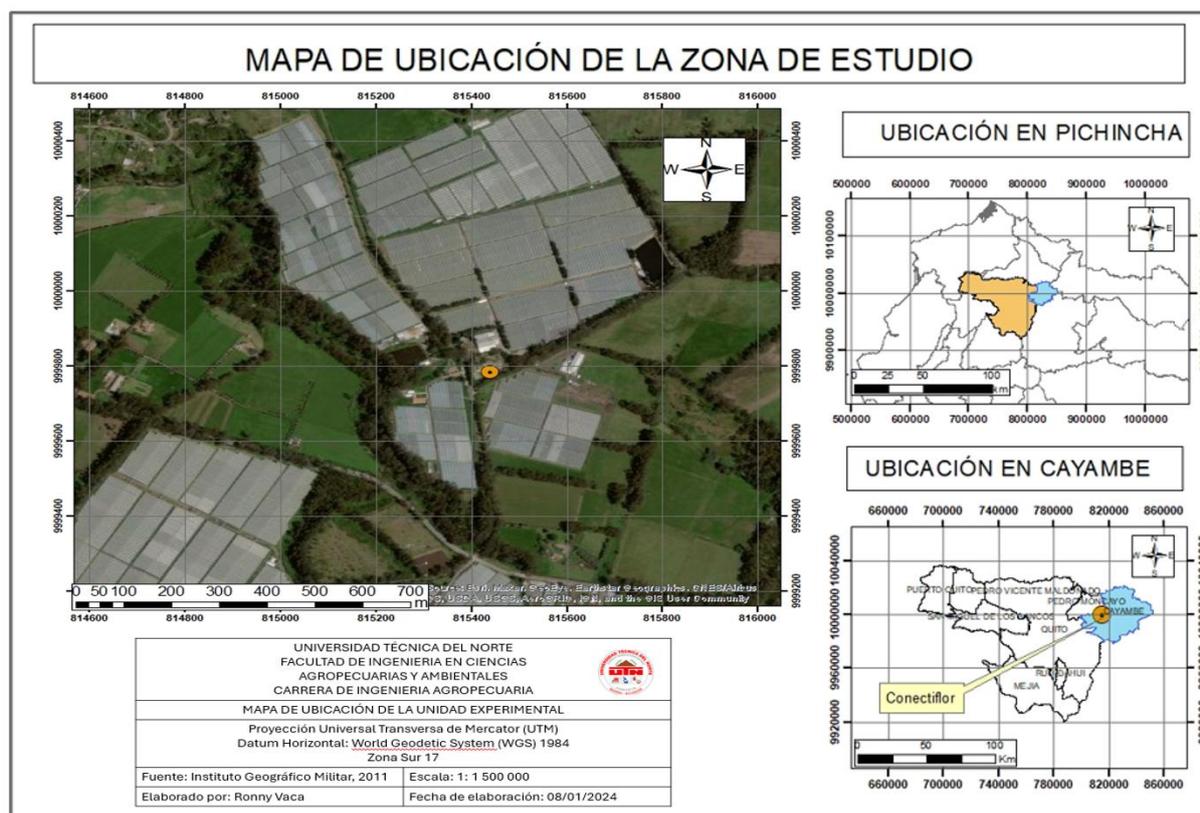
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en la provincia de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Guáchala en la Finca Conectiflor. La finca se encuentra en las coordenadas $-0.00035, -78.16463$ a una altura 2830 m.s.n.m. En el cantón Pedro Moncayo las temperaturas máximas pueden llegar a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una mínima de $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una temperatura promedio de $14\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Este experimento se lo realizó dentro de un invernadero en el cual las temperaturas en las mañanas oscilaban entre los $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del 90%, en el transcurso del día las temperaturas subían por lo cual, con el manejo de cortinas y riego se trató de mantener una temperatura máxima de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una humedad del 60%.

Figura 3

Ubicación de la zona en donde se realizó la fase de campo de este estudio.



3.2 MATERIALES

Los materiales, equipos, insumos y herramientas que se utilizaron en los ensayos son bastante comunes y se los puede encontrar en cualquier finca, los más adecuados para realizar la propagación de los patrones fueron:

Tabla 1

Materiales, insumos y herramientas requeridas para el experimento

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Estacas	Termohigrómetro.	Tierra negra y cascajo pre mesclado.	Bomba de mochila.
Tablas		Fibra de coco.	Azadón.
Fundas para vivero.		Hormonagro1(4000ppm de ANA p/p).	
		Cut IBA 2500ppm v/v	
		Fertilizantes.	

3.3 MÉTODOS

En el presente ensayo se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con un total de tres bloques, en el cual se encontraron 12 tratamientos por cada bloque. Además, los bloques fueron establecidos individualmente, se estableció 1 bloque cada mes, para eliminar el efecto que produce en los patrones las diferentes estaciones tal como se puede constatar en los estudios que hizo Monder (2019), él tuvo mayor porcentaje de enraizamiento de esquejes de rosa en un año más que el siguiente año. Debido a estos resultados y además para lograr preparar, establecer todos los tratamientos, realizar la siembra en un solo día y también tener un mejor manejo de las variables a medir, se realizó un bloque por cada mes.

3.3.1 Factores en estudio

La investigación comprendió de dos factores importantes para la propagación de esquejes de rosas, como es el tipo de sustrato y estimuladores de raíces. Los cuales se describen en la tabla 2.

Tabla 2

Factores que fueron evaluados en el experimento

Factores	Composición
Sustratos	
a) Tierra negra y cascajo	70% tierra negra y 30% de cascajo v v ⁻¹ .
b) Tierra negra, cascajo y fibra de coco.	50% de tierra negra, 20% de cascajo y 30% de fibra de coco v v ⁻¹
c) Fibra de coco	100% fibra de coco v v ⁻¹
Estimulantes	
d) Hormogrago 1	Polvo de ácido naftalenacetico 4000 ppm (ANA) p p ⁻¹
e) Hormonagro 1	Pasta de ácido naftalenacetico 4000 ppm (1 g de polvo ANA y 1 ml de agua). p v ⁻¹
f) Hormonagro 1	Solución de ácido naftalenacetico 133 ppm (100 g de polvo en 3L de agua) p v ⁻¹
g) Cut IBA	Ácido Indolbutirico 2500 ppm v v ⁻¹

3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos resultantes de la combinación de los dos factores son los siguientes.

Tabla 3

Descripción de los 15 tratamientos que se evaluaron en este estudio, tras un arreglo factorial de sustratos y hormonas

Tratamientos	Descripción	Codificación
T1	Tierra negra y cascajo + 4000 ppm (ANA) p p ⁻¹ polvo.	S1 h1
T2	Tierra negra y cascajo + 4000 ppm (ANA) p v ⁻¹ pasta.	S1 h2
T3	Tierra negra y cascajo + 133 ppm (ANA)p v ⁻¹ solución.	S1 h3
T4	Tierra negra y cascajo + 2500 ppm (IBA) v v ⁻¹	S1 h4
T5	Tierra negra y cascajo	S1 h5
T6	Tierra Negra, cascajo y fibra de coco + 4000 ppm (ANA) pp ⁻¹ polvo.	S2 h1
T7	Tierra Negra, cascajo y fibra de coco + 4000 ppm (ANA) p v ⁻¹ pasta.	S2 h2
T8	Tierra Negra, cascajo y fibra de coco + 133 ppm (ANA)pv ⁻¹ solución.	S2 h3
T9	Tierra Negra, cascajo y fibra de coco + 2500 ppm (IBA) v v ⁻¹ .	S2 h4
T10	Tierra Negra, cascajo y fibra de coco	S2 h5
T11	Fibra de Coco + 4000 ppm (ANA) p p ⁻¹ polvo.	S3 h1
T12	Fibra de Coco + 4000 ppm (ANA) p v ⁻¹ pasta.	S3 h2
T13	Fibra de Coco + 133 ppm (ANA)p v ⁻¹ solución.	S3 h3
T14	Fibra de Coco + 2500 ppm (IBA) v v ⁻¹ .	S3 h4
T15	Fibra de Coco	S3 h5

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizará un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial A x B, con 15 tratamientos y 3 Bloques.

Figura 4

En la presente figura se detalla cómo se estableció el experimento en campo, su distribución, espaciado y cantidad de plantas a utilizar en los tratamientos



3.3.4 Características del experimento

- Tratamientos: 15 tratamientos
- Bloques: 3 bloques
- Número de unidades experimentales: 36 unidades experimentales
- Área total del ensayo: 24 m²
- Área de cada bloque: 6 m²

Figura 5

Distribución de los esquejes plantados dentro de la unidad experimental

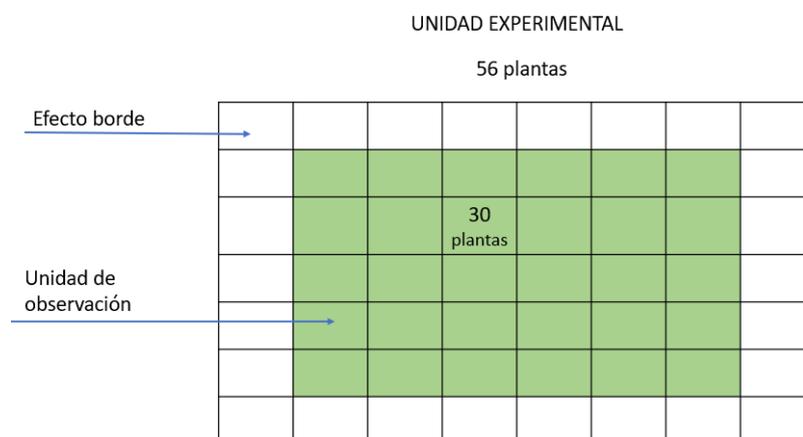


Tabla 4

Detalles de la unidad experimental

Datos	Medidas
Número de plantas por unidad experimental	56 plantas
Distancia entre tratamientos	20 cm
Número de plantas de los bordes	26 plantas
Plantas de observación	30 plantas
Distancia entre bloques	50 cm

3.3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software INFOSTAT versión 2020, donde se realizó el análisis de varianza (ADEVA), en el cual se comparó las variables entre tratamientos y bloques

con un análisis de varianza para un diseño en bloques completamente al azar DBCA (media, error estándar y coeficiente de variación).

Modelo estadístico

$$y_{ij} = \mu + S_i + E_i + (S_i * E_i) + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = media general de las observaciones.

S_i = es el efecto del i-ésimo sustrato

E_i = es el efecto del i-esimo estimulante

e_{ij} = error experimental.

Tabla 5

Análisis de varianza ADEVA

Fuentes de Variación	GL	
Factor Sustrato	(S-1)	3-1=2
Factor Estimulante	(E-1)	3-1=2
Sustrato * Estimulante	(S-1) (E-1)	(3-1) (3-1) =4
Error experimental	S*E*(B-1)	3*3*(3-1) =18
Total	B*S*E-1	(3)(3)(3)-1=26

3.3.6 Variables a evaluadas

3.3.6.1 Longitud del brote.

La longitud del brote se midió cada semana, durante todo el tiempo del ensayo. La primera medición se hizo a la tercera semana y la última, a las 7 semanas de plantadas. Esta longitud del brote fue medida en cm, con la ayuda de un flexómetro. Se tomo en cuenta la medición desde el primer nudo axilar hasta el ápice de la tira sabia (Cruz Espinoza, 2021).

3.3.6.2 Porcentaje de esquejes brotados.

Se contaron los esquejes con yema brotada, se toma en cuenta los brotes que tengan 1mm de longitud, Esta variable se midió una sola vez a los 20 días, dentro de la unidad de observación que tenía 30 plantas Ecuación 1 (Cruz E., 2021).

(1)

$$\text{Esquejes brotados (\%)} = \frac{\text{Número de esquejes brotados}}{\text{Número total de esquejes evaluados}} * 100$$

3.3.6.3 Porcentaje de enraizamiento.

Esta variable se midió al final del experimento , cuando los porta injertos cumplieron 7 semanas. Para ello se extrae el patrón del sustrato y se mira si tiene raíces o no, luego es lavado con agua destilada para liberar a las raíces del sustrato (Cruz E., 2021). Para la obtención del porcentaje de esquejes enraizados se utilizó la siguiente ecuación 2:

(2)

$$\% \text{ Esquejes enraizados} = \frac{\text{Número de esquejes con raíz}}{\text{Número total de esquejes evaluados}} * 100$$

3.3.6.4 Longitud de la raíz.

Esta variable se midió, cuando los porta injertos ajustaron una edad de 7 semanas después de la siembra, Se quitó cuidadosamente la tierra de la raíz lavándole con agua, luego con la ayuda de una regla se midió la raíz más larga, desde la base del tallo hasta el ápice de la raíz, esta variable se midió en cm (Cruz E., 2021).

3.3.6.5 Materia seca de la raíz.

Esta variable se midió luego de haber terminado las mediciones de longitud de la raíz, quitando toda la tierra de la base del tallo, se cortó toda la raíz desde la base, se pesó la materia verde en unidades de gramos y luego se lo llevo al horno de secado, hasta que este sin humedad y luego nuevamente con la ayuda de una balanza se registró el peso seco en gramos de la raíz de cada una de las baretas en observación (Ritter et al, 2018).

Como lo menciona Ritter et al., (2018) para evaluar la biomasa seca, el material se deja secar en una estufa de secado con circulación de aire a 65 °C hasta lograr peso constante.

3.3.6.6 Materia seca foliar.

Esta variable se midió al final del experimento de la misma manera para medir el peso seco de la raíz. Con la ayuda de tijeras se corta la tira sabia de las baretas en observación y con la ayuda de una balanza se pesa la materia verde en gramos luego, se la lleva al horno a 65 °C con una circulación de aire, hasta que ya no tenga humedad o el peso sea constante, y nuevamente con la ayuda de la balanza se pesa la materia seca en gramos del brote de cada una de las baretas en observación (Ritter et al, 2018).

3.3.6.7 Costos de producción.

Se elaboró una tabla de todos los costos y tiempos invertidos en cada uno de los tratamientos y posteriormente se hace un análisis de beneficio costo.

3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 Características del invernadero

El experimento se realizó en un cuarto cerrado con plástico de invernadero construido para este fin con dimensiones de: 2.5 m de altura, 4 m de ancho y 6 m de largo. También se instaló una cortina móvil. Dentro del invernadero se construyeron tres camas con una altura de 30 cm, ancho de 1 m y largo de 6 m.

Para mantener la humedad en un 60% y 80% de humedad se riegan los caminos las veces que sean necesarias.

3.4.2 Elaboración de sustratos

Sustrato S1: El sustrato uno es la mezcla en proporciones $v v^{-1}$ de Tierra negra y cascajo en una composición de 70% de tierra negra y 30% de cascajo.

Sustrato S2: El segundo sustrato es la mezcla en proporciones $v v^{-1}$ de tierra negra, cascajo y fibra de coco en una composición 50% de tierra negra, 20% de cascajo y 30% de fibra de coco.

Sustrato S3: El tercer sustrato es el 100% de fibra de coco.

Luego se llenaron los sustratos en fundas de polietileno de color negro con medida 3x4 las cuales tienen un volumen 200 cm^3 y posteriormente se arregló en la cama. Una vez ubicado y ordenado todos los tratamientos, se procedió a dar riego hasta que queden empapados, con una solución de 1.5 g Lt^{-1} de captan para asegurarnos que el sustrato esté libre de hongos que causan pudrición (Cabascango, 2008).

3.4.3 Cosecha y preparación de las varetas

Para realizar esta propagación de Natal Brier, se recolectaron y seleccionaron las baretas en el mismo lugar. Las varetas debían tener un grosor de 5 mm a 10 mm. Mientras se realizó la cosecha las baretas estuvieron en hidratación. Las tijeras se deben desinfectar periódicamente con alcohol (Monder, 2019).

Luego de las baretas largas se hacen pedazos o estacas de 15 cm o 5 yemas. En la parte inferior el corte se lo hace horizontal, con una proximidad a la yema de 5 mm y en la parte superior se hizo el corte en forma de bisel con dirección perpendicular a la yema (Cabascango, 2008).

3.4.4 Desinfección de las estacas

Las varetas se sumergieron en una solución de Ciprodinil y Fludioxonil (Switch) por unos 5 segundos para su desinfección.

Seguido de este proceso se guarda en una gaveta cubierta con papel periódico humedecido para su conservación, en el cuarto frío, hasta su siembra. Con el resto de la solución se riega las fundas llenas con el sustrato para que el sustrato también sea desinfectado.

3.4.5 Preparación de los estimulantes

Estimulante h1: Se sumergió 1 cm de la parte basal de la baretta en el polvo de auxinas (Ramirez et al, 2011)

Estimulante h2: Se realizó con el polvo de auxinas una forma de pasta con 1 g de polvo de auxinas con 1 ml de agua y luego sumergir en la pasta 1cm de la parte basal del esqueje (Yusnita et al, 2018).

Estimulante h3: Se realizó una solución p v⁻¹ con el polvo de auxinas y agua. Se diluyó el polvo de auxinas en una proporción 1:3 es decir 100 g de polvo de auxinas en 3 L de agua.

Estimulante h4: Se sumergió directamente los esquejes en la solución de IBA que ya vino preparada, durante 10 segundos en una medida desde la base inferior de la baretta de 2.5 cm.

Estimulante h5: Las varetas no llevan ningún tipo de hormonas.

3.4.6 Siembra de estacas

Al momento de la siembra se toma las baretas de la parte superior y se hunde 1 cm de la parte inferior en el estimulante que se va a utilizar si es en polvo, y si es en solución o líquido se sumergen 3 cm. Posteriormente se hundió en el sustrato hasta los 5cm (Cabascango, 2008).

3.4.7 Riego

El riego se realizó diariamente de forma drench, tres veces al día, aplicando 2 litros de agua, en la mañana, al medio día y en la tarde, dando un total de 6 litros diarios por bloque durante 15 días. Pasado ese tiempo el riego se puede reducir dos veces al día, o según requiera las condiciones ambientales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso de la materia fresca de la tira savia

En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento tienen efecto en el peso de la materia fresca de la tira savia.

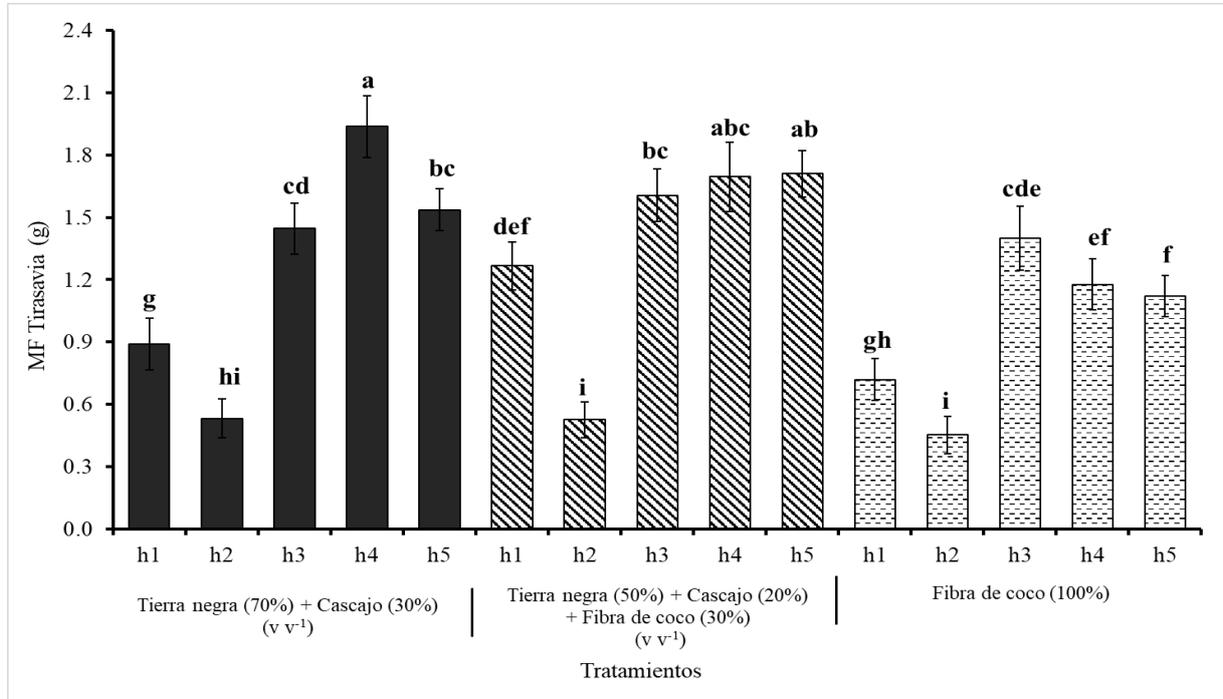
En la Figura 6, se puede observar que dentro del sustrato 1, el tratamiento que exhibe plantas con mayor cantidad de materia fresca en tira savia es el h4 (1.94 g), superando a los tratamientos h1, h2, h3 y h5 por 54, 72.5, 25 y 20.6%, respectivamente. A su vez, h3 y h5 son similares entre sí, mostrando un promedio de 1.49 g, mismo que supera a los tratamientos h1 y h2 por 40.3 y 64.3%, respectivamente. Adicionalmente, el tratamiento h1(0.89 g) superó al tratamiento h2 (0.53 g) por 40.6%.

En cambio, en el sustrato 2 podemos ver que no hay diferencias estadísticamente significativas entre h3, h4 y h5 mostrando un promedio de 1.64 g, superando a h1 y h2 con 45.7 y 67.7% respectivamente. A la vez, en el sustrato 3 podemos observar un comportamiento similar que en el sustrato 2, los esquejes sometidos a las hormonas h3, h4 y h5 son similares con un promedio de 1.7 g, superando h1 y h2 con 47 y 68.8% respectivamente.

La hormona h1 tuvo diferentes efectos al ser combinado con los distintos sustratos. Este presentó mejores resultados en combinación con el sustrato 2 (1.26 g), ya que superó por 36.5% al promedio obtenido en los sustratos 1 y 3, que a su vez son similares entre sí. En contraste, los tratamientos h2 y h3 no variaron al combinarse con los distintos sustratos, mostrando promedios de 0.5 y 1.5 g, respectivamente. A su vez, el h4 indujo comportamientos similares en plantas cultivadas en los sustratos 1 y 2, teniendo en promedio 1.8 g, superando por 33.6% a lo observado en el sustrato 3. La materia fresca de tira savia en plantas bajo el tratamiento h5 no varió cuando estas fueron cultivadas en los sustratos 1 y 2, mostrando un promedio de 1.35 g, mismo que supera por 17% al valor registrado en plantas cultivadas en el sustrato 3.

Figura 6

Materia fresca de la tira savia de los esquejes sometidos en los diferentes tratamientos, pesados en gramos



*hormonagros: polvo (h1, 4000ppm ANA); pasta (h2, 4000ppm ANA); solución (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%)

En esta investigación se encontró interacción entre los tratamientos, sin embargo en la búsqueda de fuentes bibliográficas no se encontraron investigaciones con tratamientos semejantes realizados en este estudio, pero en la investigación que realizó Monder (2019), probó diferentes preparaciones de titanio (0.02 y 0.04%), jugos de raíz (0.4%) e IBA (0.25% y 2%) para el enraizamiento de rosas, mostrando que todos los tratamientos aumentaron las áreas foliares frente al control, tanto para la variedad Popius y Harison`n Yellow`s, por ejemplo para la variedad Harrison`s, la hormona IBA al 0.25% paso de 84 cm² a 106 cm² en tallos de 4 a 5 mm, y en la variedad Popius con una concentración de IBA al 2% paso de 105 cm² a 170 cm² en tallos de 7 a 9 mm, por lo que demuestra que IBA es una hormona que estimula el crecimiento de la tira sabia.

Aunque en este ensayo no se midió el área foliar, también podemos ver que con la hormona IBA aumenta el peso fresco de la tira savia frente al control en el sustrato 1, sin embargo, en el sustrato 2 los esquejes sometidos a ANA en solución e IBA tienen el mismo peso fresco que en

el control. Esto puede deberse a que, en las estacas plantadas sin la aplicación de hormonas, las hojas sirven como una fuente de auxinas endógenas o carbohidratos para el enraizamiento de las estacas. Además, las auxinas ANA e IBA son las hormonas más utilizadas para el enraizamiento de tallos ya que estas auxinas han dado buenos resultados y se ha demostrado que las divisiones de las primeras células iniciales de la raíz dependen de la aplicación de la auxina (Hartmann et al., 2014).

Sin embargo, en el sustrato tres el peso fresco disminuye plantas sometidas a la hormona h3 es mayor que el control, pero plantas sometidas al tratamiento h4 sigue teniendo el mismo peso que el control esto puede ser causa por la interacción que existe entre sustratos.

4.2 Peso de la materia seca de la tira savia

En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento tienen efecto en el peso seco de la tira savia.

En la figura 7, se puede evidenciar que dentro del sustrato 1, el tratamiento que exhibe plantas con mayor cantidad de materia seca en tira savia es el h4 (0.556 g), superando a los tratamientos h1, h2, h3 y h5 por 52, 75, 30 y 20%, respectivamente. A su vez, h3 y h5 son similares entre sí, mostrando un promedio de 0.37 g, mismos que superan a los tratamientos h1 y h2 por 40 y 64%, respectivamente. Adicionalmente, el tratamiento h1 comparte estadísticamente la misma letra con h3, superando así h1 al tratamiento h2 por 35%.

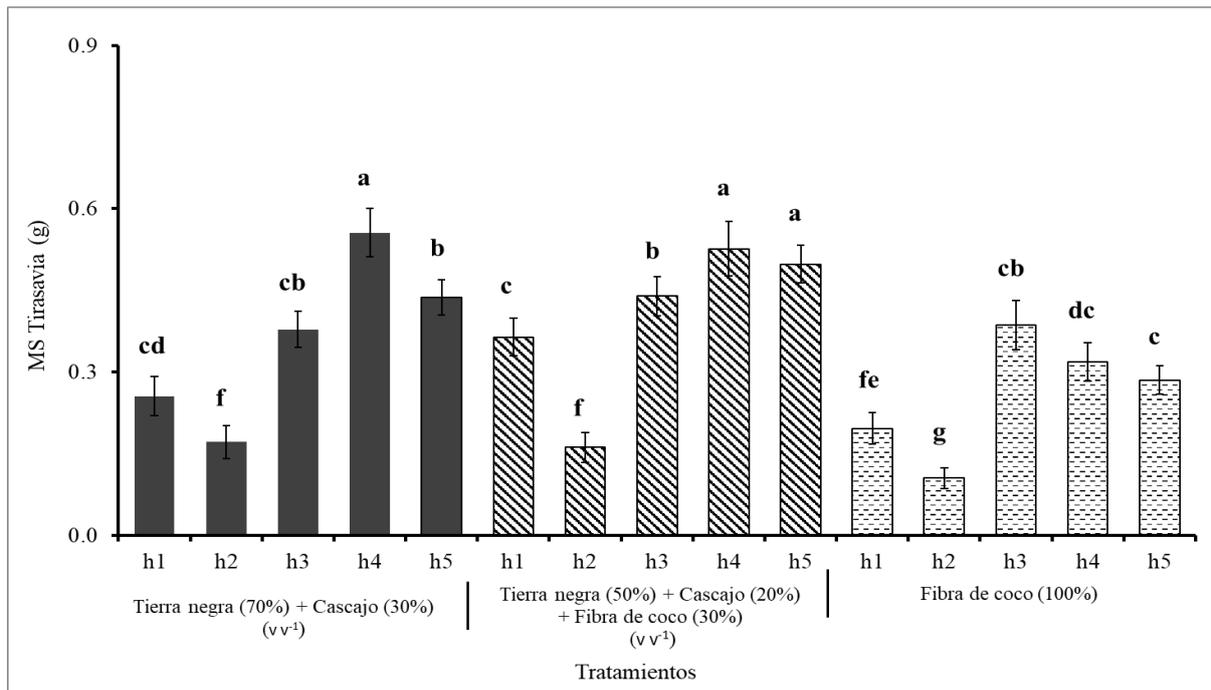
En cambio, en el sustrato 2 podemos ver que no hay diferencias estadísticamente significativas entre h4 y h5 mostrando un promedio de 0.44 g, superando a h1, h2 y h3 con 40, 70 y 20% respectivamente. A la vez en el sustrato 3 podemos observar un comportamiento similar de las hormonas que en el sustrato 2, h3, h4 y h5 son similares con un promedio de 1.7 g, superando h1 y h2 con 47 y 68.8% respectivamente.

Las hormonas tuvieron diferentes efectos al ser combinado con los distintos sustratos, h4 presento mejores resultados en combinación con los sustratos 1 y 2 con un peso seco de 0.541 g superando la aplicación en el sustrato 3 por el 40%. En contraste, el tratamiento h5 tuvo mejor peso seco en el sustrato 2 con 0.498 g superando en los sustratos 1 y 3 por 12 y 42%. La materia seca de tira savia en plantas bajo el tratamiento h3 no varió cuando estas fueron cultivadas en los 3 sustratos, mostrando un promedio de 0.4 g,

Finalmente, h1 y h2 no mostraron diferencias significativas en los sustratos 1 y 2, con un peso 0.31 y 0.166 g respectivamente, superando a las plantas cultivadas en el sustrato 3 con 37% en ambos casos.

Figura 7

Materia seca de la tira savia de los esquejes sometidos en los diferentes tratamientos, pesados en gramos



*hormonagro polvo (h1, 4000ppm ANA); hormonagro pasta (h2, 4000ppm ANA); hormonagro solución (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%)

En comparación con la anterior figura en la que se muestra el peso de la materia fresca, se puede observar que algunos de los tratamientos mantienen estadísticamente los mismos rangos, por ejemplo, en el sustrato 1 sigue siendo h4 las plantas que tienen mayor contenido de materia seca. En el sustrato 2 las plantas sometidas al tratamiento h3 siguen manteniéndose en el mismo rango sin embargo, estadísticamente ya no son iguales a las plantas cultivadas con h4 y h5. Y en el sustrato 3 las plantas sometidas a los tratamientos h3, h4 y h5 son iguales en peso seco a diferencia que en el peso fresco el cual plantas cultivadas con h3 era mayor que las plantas de h5.

De igual manera en diversos estudios se ha demostrado que la hormona IBA mejora tanto el número de raíces las cuales son responsables de la absorción de nutrientes para el crecimiento de los patrones. Sabatino L., (2014) afirmó que el porcentaje de enraizamiento en estacas terminales con ápice aumentó de 70% en ausencia de IBA a diferencia de los tratamientos con IBA a 100 y 96% en presencia de IBA durante 5 y 7 min, respectivamente; el porcentaje de enraizamiento en los esquejes terminales sin ápice también aumentó del 56% en el control sin tratar al 100% en los esquejes que recibieron inmersiones basales de IBA de 5 o 7 min.

Sin embargo, porque las plantas sometidas a la hormona IBA no pueden tener el mayor peso seco en todos los sustratos. Cabascango (2008), menciona, que el sustrato juega un papel fundamental para el desarrollo de la rosa, el sustrato 1 y el sustrato 2 el cual contienen un porcentaje de tierra negra son los más eficiente en el peso seco de la tira savia, esta eficiencia se deriva posiblemente de un contenido normal de potasio y sobre todo fósforo que es un elemento esencial para las células, forma parte de los ácidos nucleicos, de moléculas que almacenan energía química como el ATP y además presenta una mayor capacidad de intercambio catiónico.

4.3 Peso de la materia fresca del área radicular

En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento tienen efecto en el peso de la materia fresca del sistema radicular.

En la Figura 8 podemos apreciar las diferencias estadísticas que existen entre los tratamientos, en la presente figura muestra la variabilidad de peso fresco del área radicular que existió en los diferentes sustratos con su respectiva hormona, dentro del sustrato 1, esquejes sometidos a la hormona h4 fue el tratamiento que tuvo mayor ganancia de peso fresco (1.26 g), superando a los demás tratamientos h1, h2, h3 y h5 por 39.6, 64.6, 32.4 y 41.2% respectivamente. Además, en la Figura muestra que h1, h3 y h5 son estadísticamente similares, el peso fresco de la raíz de estos cultivares tienen un promedio de 0.78 g superando a las plantas cultivadas en h2 por 43%

Ahora bien, en el sustrato 2 las hormonas comprenden un comportamiento diferente entre h4 y h3 que en sustrato 1, en esta ocasión h3 fue el tratamiento que tuvo mayor ganancia de peso fresco del sistema radicular (1.143 g), superando a los demás tratamientos h1, h2, h4 y h5 por 13.7, 51.5, 12.2 y 20.1% respectivamente. Además, en la figura muestra que h1, h4 y h5 son

estadísticamente similares, conteniendo el mismo peso fresco de la raíz con un promedio de 0.96 g superando a las plantas cultivadas en h2 por 43%

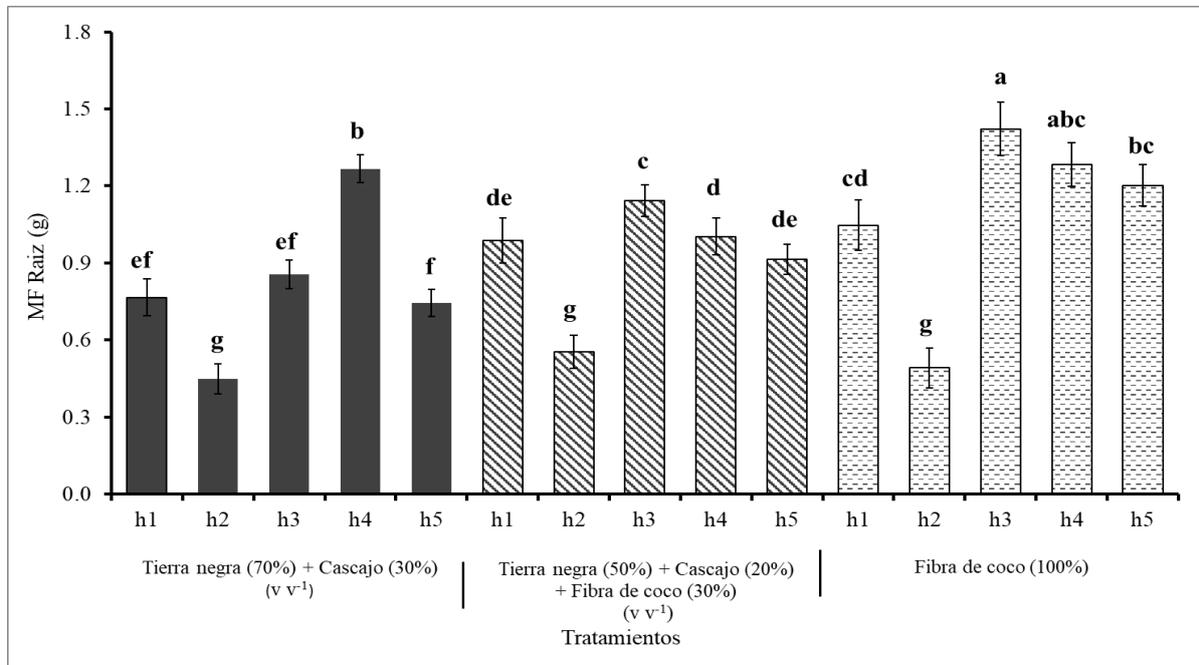
En el sustrato 3 el comportamiento de las hormonas es similar en cuanto a ganancia de peso fresco en el sistema radicular, en comparación con los pesos vistos en el sustrato 2. Es decir, h3 fue el tratamiento con mayor ganancia de peso fresco (1.42 g), superando a los tratamientos h1, h2, h4 y h5 por 26.3, 65.4, 9.7 y 15.4% respectivamente, Además los tratamientos h1, h4 y h5 son estadísticamente similares, en promedio tienen 1.17 g, superando a las plantas cultivadas en h2 por 58.28%

Ahora bien, h3 mostró mayor ganancia de peso fresco en plantas cultivadas en el sustrato 3 con un peso fresco de (1.42 g), superando a plantas cultivadas en los sustratos 1 y 2 por 39.7 y 19.5% respectivamente. Resaltando los tratamientos h1, h4 y h5 los cuales tienen similitud y a su vez contienen estadísticamente un peso mayor (1.17 g) que los cultivos plantados en el sustrato 2 superando con 18 %. Sin embargo, h4 no mostró diferencias significativas en plantas cultivadas en el sustrato 1 y 3 con un promedio de (1.27 g).

Sin embargo, h1 y h5 siendo estadísticamente similares las plantas cultivadas en el sustrato 3 con (1.12 g) superan a plantas cultivadas en el sustrato 1 con 33 %, Finalmente h2 no mostró diferencias significativas en ninguno de los sustratos con un peso fresco de 0.49 g.

Figura 8

Materia fresca del área radicular de los esquejes sometidos en las diferentes hormonas y sustratos, pesado en gramos



*hormonagro polvo (h1, 4000ppm ANA); hormonagro pasta (h2, 4000ppm ANA); hormonagro solución (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%)

Analizando los resultados del peso de la materia fresca, es posible deducir que, los sustratos y reguladores de crecimiento causan diferencias en el crecimiento radicular, al observarse las diferencias entre los tratamientos. Al comparar los tres sustratos se puede decir que el sustrato 3 tiene mejor éxito sobre los pesos frescos del área radicular con un promedio de 1.09 g, a diferencia del sustrato 2 con un peso promedio de 0.92 g y el sustrato 1 el cual tiene el menor peso de 0.82 g.

Esto puede ser debido a que la porosidad conduce a una mayor capacidad de retención de agua y una mejor disponibilidad de oxígeno para las raíces en desarrollo, por eso se ve que las raíces han tenido un mejor desarrollo en la fibra de coco. Los suelos mal drenados o compactados pueden dificultar el establecimiento de plántulas y crías como es el caso en el sustrato uno su densidad es mayor que en los otros sustratos. Esto sugiere que el éxito del enraizamiento podría mejorar a medida que aumenta la aireación y la densidad aparente se reduce (Campbell SM., 2021).

También se puede notar algo en particular, los esquejes sometidos al tratamiento S3h3 tiene mayor peso fresco que los demás tratamientos, y también compartiendo rango con el tratamiento h4, Campbell (2021) observó que aplicando IBA a 300 ppm a plantas de cáñamo aumenta el número de raíces y masa de raíces, mientras que ANA a 500 ppm resulta con raíces más largas esta podría ser la razón por la cual estas plantas tienen un mayor peso fresco.

4.4 Peso de la materia seca del área radicular

En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento tienen efecto en el peso seco del área radicular.

En el gráfico siguiente se puede observar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, obteniendo las mejores ganancias de peso seco de la raíz en cultivares sometidos al tratamiento h4 cultivadas en los sustratos 1 y 2, en cambio cultivares sometidos al tratamiento h3 en los sustratos 2 y 3, son estadísticamente similares, todos estos esquejes mostraron una mejora de enraizamiento, los cuales tienen un peso promedio de 0.168 g.

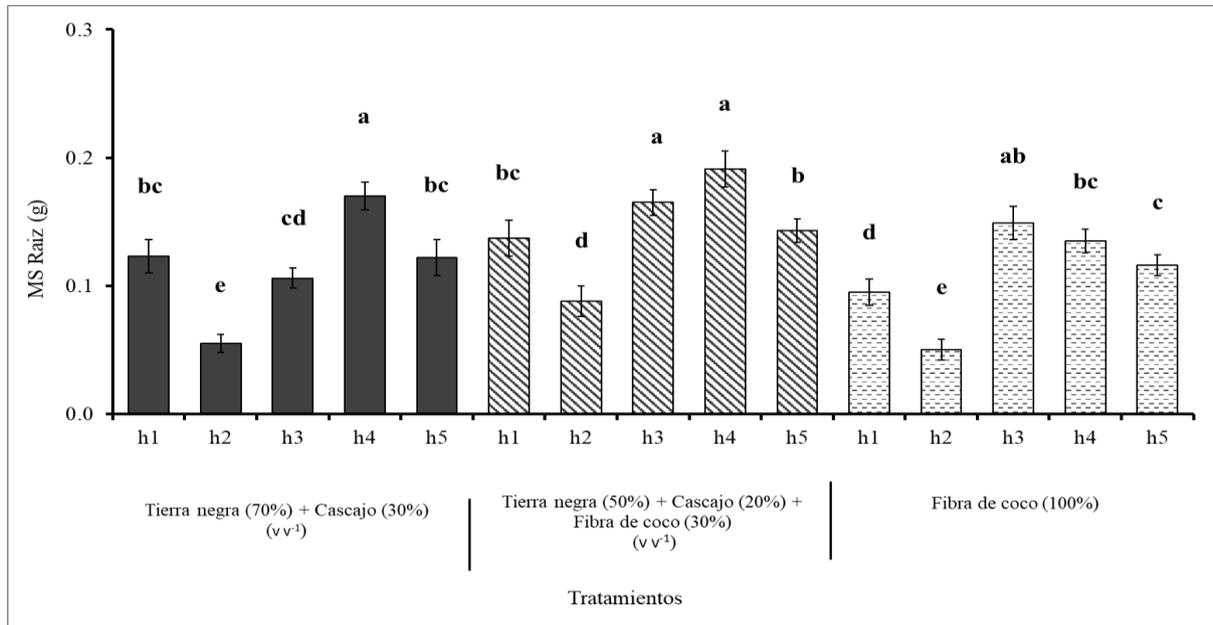
Dentro del sustrato 1, las plantas que mostraron un mayor peso seco fueron plantas cultivadas en el tratamiento h4 0.182g el cual supera a los tratamientos, h1, h5, h3 y h2 por 26, 27, 37 y 67% respectivamente. A su vez h1 y h5 son similares estadísticamente, superando a los tratamientos h3 y h2 por 13 y 54% respectiva y finalmente ubicando a h2 como el peor de los tratamientos, con un peso seco del área radicular de 0.055 g.

Pasando al sustrato 2 siendo h3 y h4 estadísticamente iguales con un peso de 0.178g, son los tratamientos con mayor ganancia de peso seco del sistema radicular, superando a los tratamientos h1 y h5 con 23%, que de igual manera son estadísticamente iguales y por último se encuentra el peso seco radicular de las plantas cultivadas en el tratamiento h2 con 0.055 g es decir h3 y h4 superan a este tratamiento por un 70%.

A la vez en el sustrato 3 plantas sometidas a los tratamientos h3 y h4 son estadísticamente iguales con un peso promedio de 0.142 g, y a su vez h4 comparte el mismo rango con h5 con un promedio de 0.125 g, y siendo en este sustrato el peor de los tratamientos h2 con un peso de 0.050 g.

Figura 9

Materia seca del área radicular de los esquejes sometidos en las diferentes hormonas y sustratos, pesado en gramos



*hormonagros polvos (h1, 4000ppm ANA); hormonagros pastas (h2, 4000ppm ANA); hormonagros soluciones (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%).

El sustrato provee el medio ideal de desarrollo de las nuevas raíces, el tamaño de las partículas y espacios en el sustrato contribuye a que las raíces puedan utilizar toda su potencia de crecimiento a expandirse y multiplicarse antes que vencer la resistencia que oponen medios más densos, especialmente la tierra (Yong, 2008).

Cabascango (2008), afirma que para la variable peso de materia seca del sistema radicular, el sustrato que dio mejor resultado fue tierra negra de Páramo + pomina en cantidades iguales, el cual es un sustrato parecido al sustrato 1 de este ensayo que posee 70% de tierra negra y 30% de pomina y el sustrato 2 que contiene 50% de tierra negra+20% pomina y 30% fibra de coco.

Cabascango tuvo un peso promedio de 12.23 g de las 36 plantas en observación, mismo que al dividir para 36 plantas se obtiene un peso de 0.34 g, el cual no se compara con los tratamientos parecidos en este estudio que son S1h4, S2h3 y S3h4 con un promedio de 0.168 g, posiblemente esta diferencia sea por la interacción que hay en los sustratos y hormonas de este estudio, por el tamaño del recipiente, la densidad de los sustratos y la hormona que utilizó Cabascango.

Los suelos mal drenados o compactados pueden dificultar el establecimiento de plántulas y crías, lo cual sugiere que el éxito del enraizamiento podría mejorar a medida que mejora la aireación y la densidad aparente reduce, en este estudio podemos evidenciar que en los tres sustratos plantas sometidas a las hormonas h3 y h4 reflejan buenos resultados, siendo así podemos afirmar que uno de estos sustratos podría ser el ideal para el enraizamiento de rosas (Campbell, 2021).

Los esquejes sometidos a h4 es el preparado cuya materia seca de las raíces es mayor en los sustratos 1 y 2, y h3 en los sustratos 2 y 3 así como tuvo Campbell (2021) observó un aumento del doble en el éxito de enraizamiento en plantas de cáñamo cuando aplicó hormonas como: IBA 1000ppm, IBA 3000ppm, IBA/ANA 1000/500 ppm y ANA 500 ppm, todas estas hormonas causaron que el enraizamiento tuviera casi el doble de éxito el peso pasó de 4.27 g sin hormonas a 5.24 g con hormonas.

Una de las características que hay que tener en cuenta es el suelo en donde deben ser cultivadas las rosas ya que depende de mucho la calidad en que se encuentre la tierra, y el manejo de cultivo al colocar los sustratos de forma proporcionar sin afectar la calidad de la rosa, el tipo de tierra es fundamental conocerlo y los compuestos que tenga para que aporten de manera positiva al desarrollo de la rosa.

4.5 Longitud de la raíz

En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento tienen efecto en la longitud de la raíz.

En el sustrato 1 los esquejes sembrados en el tratamiento h4 mostraron mayor longitud de raíz (9.56 cm), superando a los cultivares preparados con h3 y h5 con 21.5% los cuales son estadísticamente similares. También h4 superó a los tratamientos h1 y h2 por 32.3 y 60% respectivamente. Siendo el tratamiento h4 con el menor crecimiento 3.83 cm de raíz.

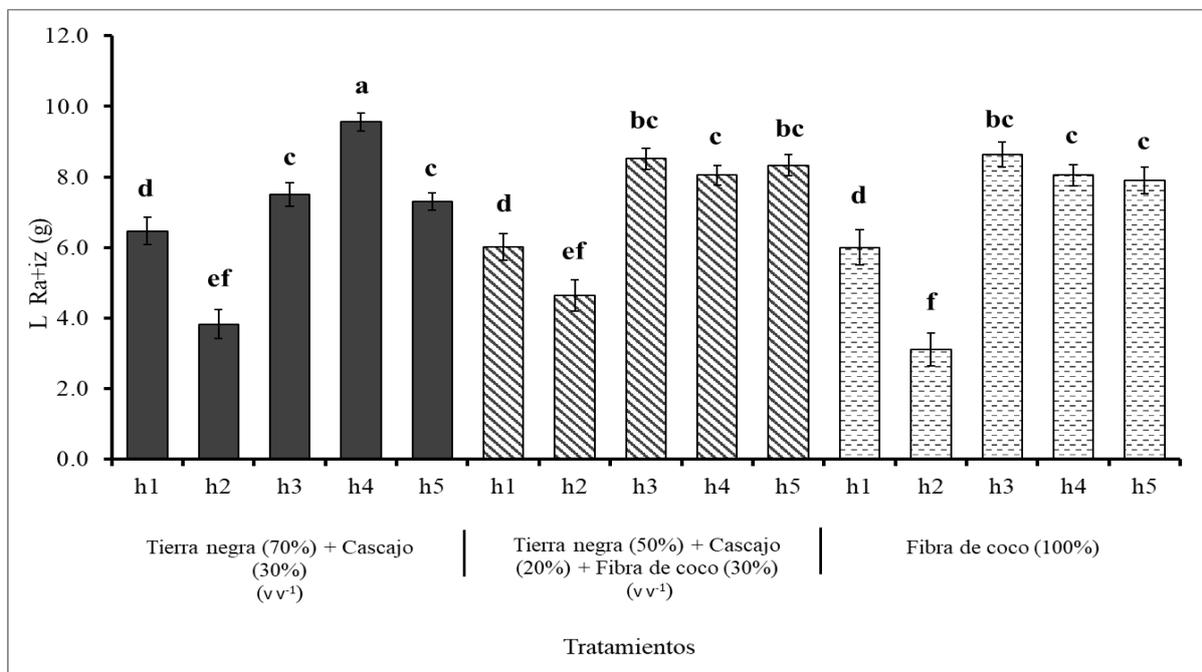
En el sustrato 2 los cultivares demuestran diferencias significativas los esquejes enraizados con los tratamientos h3 y h5 muestran la mayor longitud de raíz con un promedio de (8.43 cm), los cuales son estadísticamente similares, y a su vez comparten el mismo rango con h4 con una longitud de (8.1 cm), Además h4 supera a los tratamientos h1 y h2 por 32.3 y 60%

Los cultivares plantados en el sustrato 3 muestran diferentes longitudes de la raíz, h3, h4 y h5 son estadísticamente similares con una longitud promedio de (8.2 cm) superando a los cultivares plantados en h1 y h2 por 37.1 y 67.45% respectivamente.

En cuanto las plantas cultivadas con el preparado h4 muestra mayor longitud (9.56 cm) en plantas sembradas en el sustrato 1, superando a plantas enraizadas en los sustratos 2 y 3 por 15.8%, los cuales son estadísticamente similares. Los esquejes cultivados con los preparados h3 y h5 no mostraron diferencias al ser cultivados en los diferentes sustratos y a su vez estos sustratos son estadísticamente similares entre si mostrando una longitud promedio de la raíz de (8 cm) aunque en el sustrato 2 y h3 en el sustrato 3 muestran un rango diferente, siendo esta longitud en promedio de 8.53 cm. En contraste, los cultivares sometidos a los tratamientos h1 y h2 no muestran diferencias significativas entre sustratos, superando por 32 y 60% respectivamente, con respecto a lo que se observó en el sustrato 1 con h4.

Figura 10

La longitud de la raíz (cm) más larga que se encontró en los esquejes de rosa sometidos en las diferentes hormonas y sustratos



*hormonagros: polvo (h1, 4000ppm ANA); pasta (h2, 4000ppm ANA); solución (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%)

La longitud de raíz fue mayor en el tratamiento S1h4 aunque el rosal no es especialmente exigente en suelos prefiere medianamente compactados a un suelo muy ligero y deben ser fértiles frescos disponiendo de un espacio poroso lleno de aire, así como lo ofrece el sustrato 1 (Yong, 2004)

En el ensayo que realizo Monder (2021) IBA a 1000 y 3000 ppm contribuyó a incrementar la longitud de las raíces de estacas de 10 mm de grosor de la variedad poppius en rosas, posiblemente por la interacción que existe con este sustrato, el los otros sustratos no pudo desarrollarse igual que en el sustrato 1. Sin embargo vemos que las plantas sometidas a los tratamientos h3 y h4 y h5 (control) no hay diferencias significativas.

En el estudio “Evaluación de Sustratos para el Enraizamiento de Plántulas de Sábila (Aloe vera)” reporta que el uso de sustrato: arena más pomina más tierra negra y turba en proporción 1:1:2:1, se lograron mejores resultados, el cual se asemeja con los sustratos 1 y 2. En el progreso de sistema radicular, al obtener estos tratamientos, las plántulas tienen una mayor longitud del sistema radicular (24.12 cm). Las hojas con mayor longitud (18.11 cm), como también ancho (1.87 cm). Se observa un buen desarrollo en la longitud de raíz y hojas en sustratos orgánicos y turba (Cholota, 2013).

H2 fue el tratamiento que tuvo menor longitud de enraizamiento en todos los sustratos Menciona que el sustrato con pura turba fue difícil mantener la humedad por su baja retención de agua por lo cual el enraizamiento de plantas de agraz no tuvo éxito (Castrillon, 2008).

4.6 Porcentaje de brotación

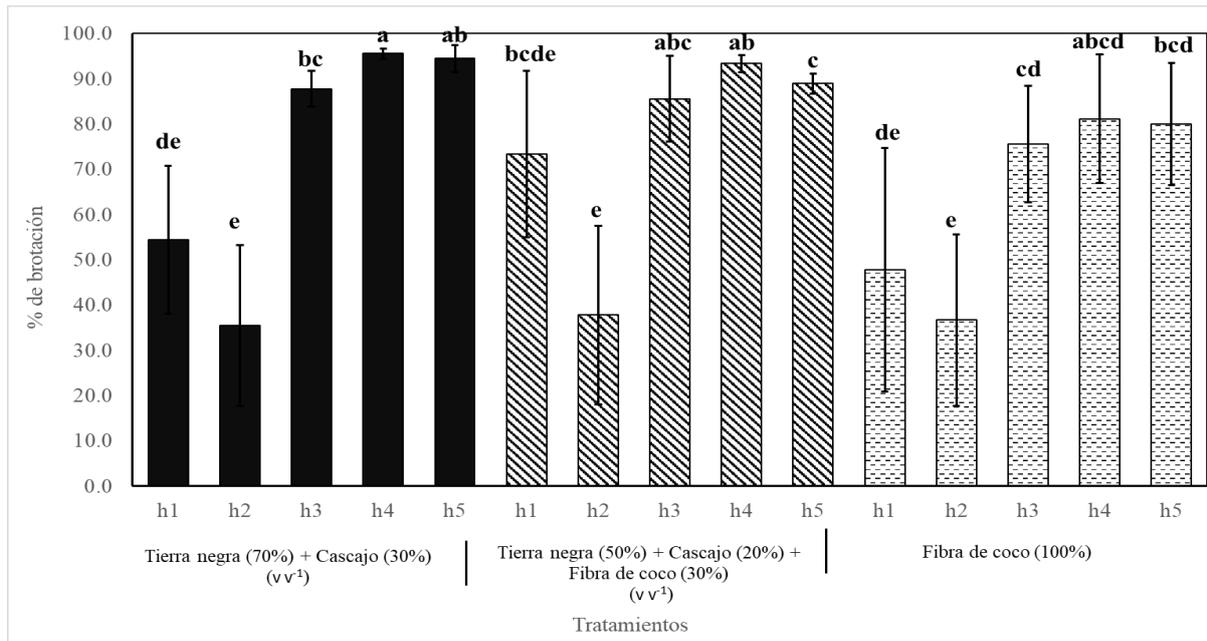
En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento tienen efecto en el porcentaje de brotación.

En la siguiente figura 11 se puede apreciar que dentro del sustrato 1 las plantas que tuvieron mayor porcentaje de brotación fueron los esquejes que fueron sometidos a los tratamientos h4, h5, en el sustrato 2 las plantas sometidas a las hormonas h3 y h4 y en sustrato 3 resalta la hormona h4 con un promedio del 95% de los esquejes brotados.

En cambio en los sustratos 1, 2 y 3 las plantas sometidas a los tratamientos h1 y h2 son los más bajos en presentar un porcentaje de brotación del 80 y 50% respectivamente los cuales son numéricamente menores a los tratamientos h3, h4 y h5.

Figura 11

El porcentaje (%) de brotes en los esquejes de rosa Natal Brier sometidos a las diferentes hormonas y sustratos



*hormonagro polvo (h1, 4000ppm ANA); hormonagro pasta (h2, 4000ppm ANA); hormonagro solución (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%).

Al realizar el respectivo análisis de datos se puede apreciar que hay diferencias significativas y una interacción entre el sustrato y el tipo de hormona, por lo que, es difícil encontrar fuentes bibliográficas con estas interacciones y a su vez es difícil seleccionar uno de los sustratos u hormona como el mejor. Castrillon J. (2008), no recomienda el uso de turba, el cual es uno de los sustratos parecidos a la fibra de coco, el sustrato de pura turba es difícil mantener la humedad por su baja capacidad de retención de agua.

Las estacas al inicio de la propagación pueden morir ya sea por marchitamiento, clorosis o también las estacas pueden brotar, pero no desarrollar raíces. Al igual como lo menciona Monder M.J. (2019) observó que los brotes jóvenes se desarrollan antes que las raíces para preservar la polaridad y también pueden brotar, pero no enraizarse. Castrillon J. (2008), observó

que, en el cultivo de agraz, los mayores promedios de estacas vivas a lo largo del tiempo, muestra la hormona IBA en concentración de 200 mg L⁻¹

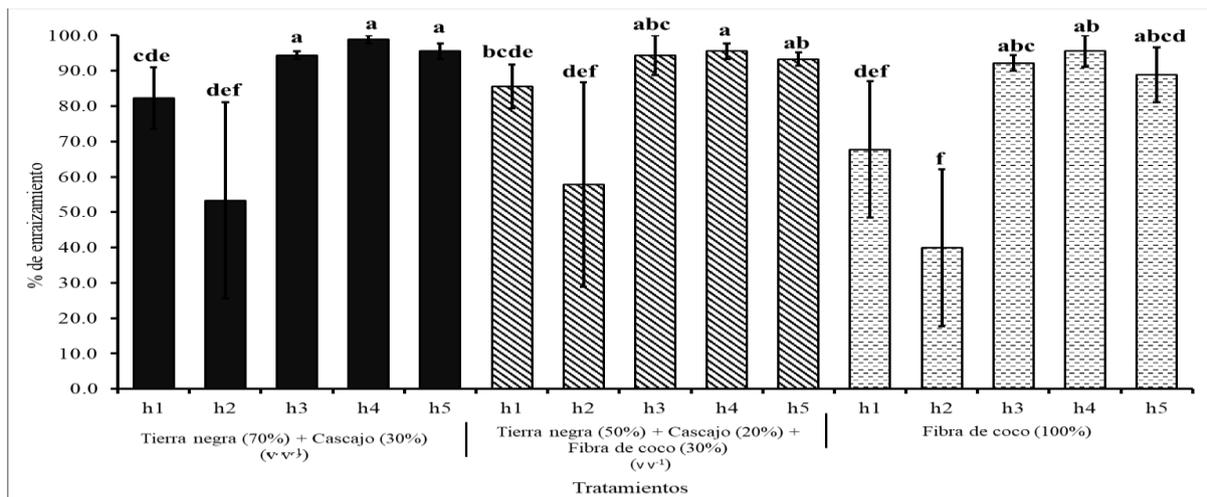
4.7 Porcentaje de enraizamiento

En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento tienen efecto en el porcentaje de esquejes enraizados.

En la Figura 12 se muestra el efecto que tuvieron los esquejes al ser sometidos a los diferentes tratamientos. En el sustrato 1 los tratamientos h3, h4 y h5 obtuvieron un mayor número de esquejes plantados con raíz, con un promedio del 96%. A diferencia de h1 y h2 que tuvieron porcentajes de 82 y 52%. De esta misma manera en el sustrato 2 los tratamientos h3, h4 y h5 obtuvieron un mayor número de esquejes plantados con raíz, con un promedio de 95%. A diferencia de h1 y h2 que tuvieron porcentajes de 84 y 57%. Y también para el sustrato 3 los tratamientos h3, h4 y h5 obtuvieron un mayor número de esquejes plantados con raíz, con un promedio de 91%. A diferencia de h1 y h2 que tuvieron porcentajes de 67 y 40%.

Figura 12

El porcentaje (%) de esquejes enraizados de rosa Natal Brier sometidos a las diferentes hormonas y sustratos



*hormonagros polvo (h1, 4000ppm ANA); hormonagros pasta (h2, 4000ppm ANA); hormonagros solución (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%)

En un estudio realizado por Campbel (2021) en cáñamo mostró que la aplicación de hormonas mejoró el éxito de enraizamiento, hasta un 50% mayor a plantas que fueron cultivadas sin hormonas, él utilizó dosis de 3000 ppm IBA y 500 ppm ANA, sin embargo, en este estudio no hay diferencia significativa en la aplicación de hormonas h3 y h4 frente al control h5.

En el cultivo de germander el porcentaje de enraizamiento en estacas terminales con ápice aumentó del 70% en ausencia de IBA a 100 y 96% en presencia de IBA durante 5 y 7 min de inmersión, respectivamente; el porcentaje de enraizamiento en los esquejes terminales sin ápice también aumentó del 56% en el control sin tratar al 100% en los esquejes que recibieron inmersiones basales de IBA de 5 o 7 min (Sebatino L. 2014).

Posiblemente no hubo diferencias estadísticamente significativas frente al control debido a que el ambiente en que se tuvo las plantas fue idóneo para el enraizamiento, también por las hojas jóvenes y yemas activas que promueven la iniciación de la raíz, ya que están tienen azúcares esenciales para la formación de raíces (Yong A., 2004).

También podría ser por el sustrato, aunque el rosal no es especialmente exigente en suelos, prefiere los profundos, medianamente compactos a un suelo muy ligero y deben ser fértiles frescos. Se deberá disponer de un espacio poroso lleno de aire y además la difusión del oxígeno en la matriz porosa deberá permitir la reposición del mismo ritmo del consumo como consecuencia de la respiración radicular (Yong A., 2004).

(Márquez, 2017), en su estudio “efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa (*Rosa* sp) del patrón Natal Brier en condiciones de vivero, tuvo los siguientes resultados, el sustrato en base de 30% humus de lombriz y 30% tierra negra y 40% de arena, ambos de origen orgánico que proporciona una mejor formación radicular, logro una longitud de 17 cm debido a que el recipiente era más grande y la medición se la hizo a los 60 días y 99% en el prendimiento de las estacas; en el presente estudio la variedad Natal Brier tiene un comportamiento parecido con los sustratos que contienen tierra negra.

4.8 Crecimiento de la tira-savia

En el análisis de varianza se detectó interacción entre el tiempo, tipo de sustrato y las hormonas ($p < 0.001$) por lo que se puede decir que los tratamientos utilizados para el enraizamiento de patrones tienen efecto en el crecimiento de la tira savia.

La Figura 13 muestra el crecimiento que tuvo la tira savia en los tratamientos. En la primera semana de evaluación se ve que no hay diferencias significativas entre los esquejes cultivados en los sustratos 1 y 2 con una altura de arranque promedio de 1.3 cm, a diferencia de las tira-sabias de los esquejes plantados en el sustrato 3, que inician con una altura promedio de 0.7 cm.

En la semana 2 en el sustrato 1 los esquejes que mostraron una mayor altura fueron plantas sometidas al tratamiento h4 con 1.42 cm de longitud. En comparación con el sustrato 2 los esquejes sometidos al tratamiento h4 mostró una menor altura de 1.24 cm. Y en el sustrato 3 tuvo una altura más baja de 0.42 cm.

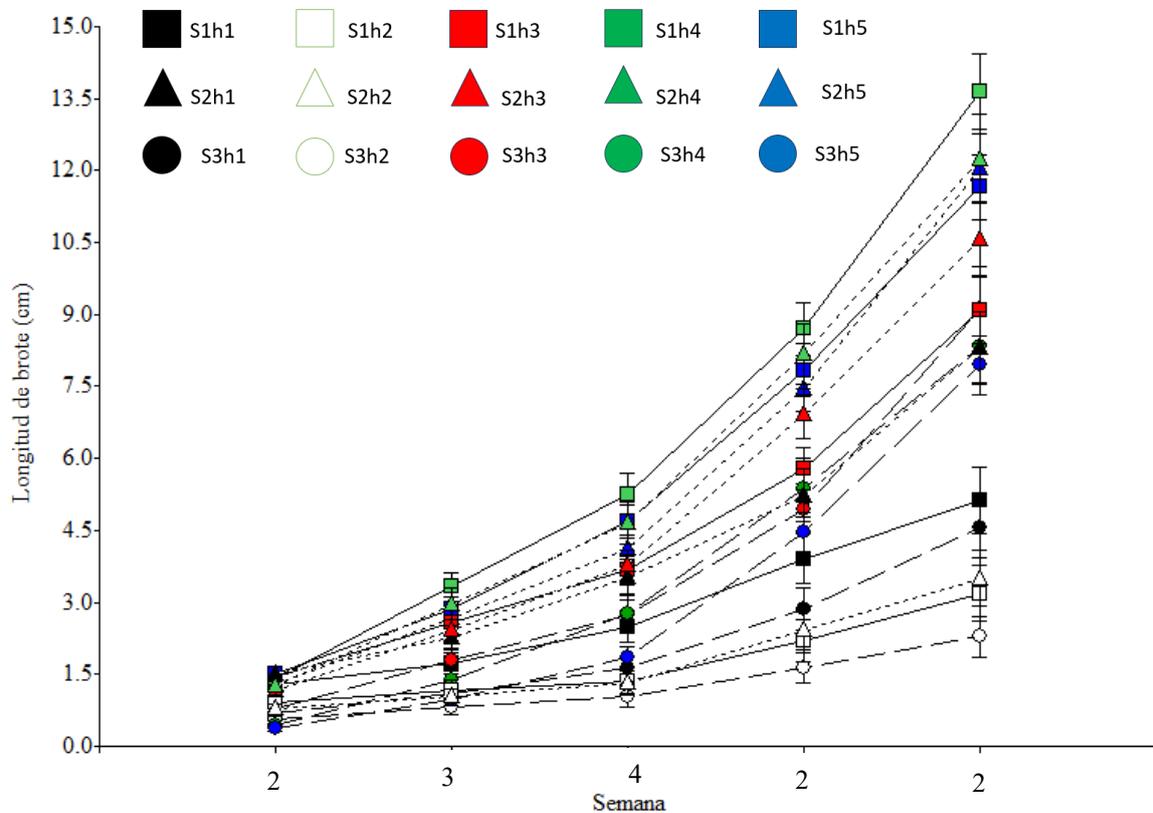
En la semana tres los esquejes sometidos a los tratamientos h4 y h5 cultivados en el sustrato 1 y el tratamiento h4 cultivado en el sustrato 2 no mostraron diferencias significativas, obteniendo la mejor altura frente a los demás tratamientos de 5 cm.

En la semana 4 los esquejes sometidos a los tratamientos h4 y h5 cultivados en el sustrato 1 y el tratamiento h4 cultivado en el sustrato 2 no mostraron diferencias significativas, manteniendo así la mejor altura frente a los demás tratamientos de 8.4 cm en promedio.

Y finalmente los esquejes sometidos al tratamiento h4 y h5 en los sustratos 1 y 2 mostraron la mayor altura de tira- savia con una altura promedio de 13 cm. Superando así al resto de los tratamientos que mostraron alturas menores. Los esquejes que mostraron la menor altura fueron plantas sometidas al tratamiento h2 con un promedio de 5.6 cm, 3 veces menor al tratamiento h4 en los sustratos 1 y 2.

Figura 13

La altura de la tira savia (cm) de los esquejes de rosa sometidos en las diferentes hormonas y sustratos, a partir de la semana 2 hasta la semana 7



*hormonagros polvo (h1, 4000ppm ANA); hormonagros pasta (h2, 4000ppm ANA); hormonagros solución (h3, 133ppm ANA); IBA solución (h4, 2500ppm IBA); (h5, sin hormona). Sustrato 1, Tierra negra (70%) + cascajo (30%); Sustrato 2, Tierra negra (50%) + cascajo (20%) + fibra de coco (30%); Sustrato 3, Fibra de coco (100%)

Cabascango (2008) realizó un estudio en el cual probó diferentes sustratos para la propagación de rosa el cual obtuvo como mejor sustrato la mezcla de tierra negra y cascajo en cantidades iguales con 15.6 cm de altura de tira-savia, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, sin embargo, él utilizó la mitad de cada material a diferencia de este estudio, el cual fue 70 y 30% de tierra negra y cascajo respectivamente.

Los esquejes que fueron utilizados en este ensayo posiblemente tenían yemas vigorosas las cuales ayudan al desarrollo de la planta, las yemas juegan un papel importante como fuente de hormonas para el enraizamiento y formación de la planta, por tal motivo, las raíces pueden desarrollarse, absorber nutrientes y crecer la tira savia (Huayta J., 2019)

Como se vio anteriormente IBA mejoró el peso seco de las raíces al igual que la longitud de raíces, por lo que podemos inferir que tuvo un buen desarrollo radicular, y por lo cual pudo absorber los nutrientes del suelo y desarrollarse. Y en cambio el control también pudo desarrollarse por las azúcares que se conservan en las hojas.

4.9 Análisis económico

El análisis económico se realizó en base a 1000 plantas en un espacio de 6 m², se tomó en cuenta las plantas que al final del ensayo eran viables para la venta. El análisis se realizó con los costos de insumos, mano de obra, construcción, no se tomó en cuenta los costos indirectos, como es arriendo, transporte, letreros, consumo de agua entre otros. Al obtener los costos totales, se calculó beneficio-costo el cual nos dice que, si el resultado es mayor a 1, cada unidad es 1 ctv. de ganancia.

En la Tabla 4 de acuerdo con los costos que se detallan en **Anexos A** se puede observar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos. El número de plantas viables se calculó a partir del porcentaje de plantas que se obtuvo al final del ensayo las cuales eran aptas para la venta.

Tabla 6

Beneficio costo en la producción de plantas propagadas por esquejes.

Tratamiento	Total costos	Plantas viables	Ingresos	R C/B
1	121.3	540	81.00	0.66
2	120.05	355	53.25	0.44
3	120.05	877	131.55	1.09
4	125.05	955	143.25	1.14
5	117.55	944	141.60	1.20
6	120.1	733	109.95	0.91
7	118.85	378	56.70	0.47
8	118.85	855	128.25	1.07
9	123.85	933	139.95	1.12
10	116.35	889	133.35	1.14
11	133.3	477	71.55	0.53
12	132.05	366	54.90	0.41
13	132.05	755	113.25	0.85
14	137.05	811	121.65	0.88
15	129.55	800	120.00	0.92

El tratamiento T5 logró el mejor beneficio costo debido al porcentaje de plantas viables y a su costo, sin embargo, este tratamiento tiene un poco más bajo los estándares de calidad, su tamaño de raíz es más corta que otros tratamientos, sin embargo, es una buena opción de propagación. El Tratamiento T10 también muestra una relación beneficio costo mayor a 1 y este tratamiento muestra índices parecidos en cuanto a calidad de patrones, también el tratamiento T10 sustituye en cierta parte el sustrato constituido con tierra negra por un porcentaje de fibra de coco reciclada , siendo más sustentable para el ambiente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Finalmente, los sustratos y reguladores de crecimiento en algunos casos mejoraron el peso seco de la raíz y el porcentaje de enraizamiento. En cuanto al porcentaje de enraizamiento los tres sustratos obtuvieron mayor número de estacas enraizadas conjuntamente con las hormonas ANA 133 ppm, IBA 2500 ppm y sin la utilización de hormona. Y los tratamientos que tuvieron mayor materia seca en la raíz fueron T4, T8, T9 y T13.

El tratamiento que obtuvo mayores estándares de calidad de acuerdo con las características morfológicas fue el T4, sin embargo, de cierta forma puede ser remplazado con T9 ya que sus estándares de calidad son similares y el contenido de tierra negra es menor.

De acuerdo con el análisis económico que se realizó el tratamiento con mayor rentabilidad fue el tratamiento T5.

5.2 RECOMENDACIONES

En un siguiente se podría utilizar diferentes cantidades de nutrientes o recomendaciones nutricionales para plantas en propagación, también se podría intentar en un recipiente un poco más grande.

Otro factor que afecto es la metodología o características de la fibra de coco, ya que, en otras investigaciones, y en otros países como Holanda recomiendan mucho este sustrato para propagación ya que sus características físicas son muy buenas para el desarrollo de raíces.

En este ensayo también no se realizó pruebas químicas como el contenido de Cl y Na que son perjudiciales para el desarrollo de plantas y la fibra de coco contienen en gran cantidad estos elementos.

REFERENCIAS

- Arzate, A., Bautista, M., Piña, J., Reyes, J., y Vázquez, L. (2014). *Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal (Rosa spp.)*. Toluca, México: Library of Congress.
- Cabascango, W. (2008). *Evaluación de sustratos para el enraizamiento de estacas de rosa (Rosa sp.) del patron Natal Brier Otón*. [Tesis de grado Universidad Politécnica salesiana sede quito]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6751/1/UPS-YT00026.pdf>
- Camara Maritima del Ecuador. (2022). Obtenido de Exportaciones de flores ecuatorianas a Kasajistán aumentan en un 100%: <http://www.camae.org/exportaciones/exportaciones-de-flores-ecuatorianas-a-kasajistan-aumentan-en-un-100/#:~:text=Hasta%20junio%20de%202022%2C%20las,comparaci%C3%B3n%20con%20junio%20de%202021.>
- Expo flor (2024). Florícolas piden menos trámites y más acuerdos comerciales para exportar el doble. <https://www.florecuador.com/es/in-the-media>
- Campbell SM, Anderson SL, Brym ZT y Pearson BJ (2021) Evaluation of substrate composition and exogenous hormone application on vegetative propagule rooting success of essential oil hemp (*Cannabis sativa* L.). *PLoS ONE* 16(7): e0249160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249160>
- Castrillón, J., Carvajal, E., Ligarreto, G., & Magnitskiy, S. (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. *Agronomía Colombiana* 26(1), 16-22. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n1/v26n1a03.pdf>
- Cedillo, C., Carla, G., Virgilio, S., & Jorge, S. (2021). El sector florícola del Ecuador y su aporte a la Balanza Comercial. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*.
- Cholota, O. (2013). Evaluación de sustratos para el enraizamiento de plántulas de sábila (aloe vera). Tesis. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d633c1c8-5029-4319-a1ee-06d1f26d8051/content>

Cruz Espinoza, C. R. (2021). *Evaluación de seis tipos de sustratos lignocelulósicos, como alternativa para la propagación de patrón de Rosa sp. variedad Natal Brier*. [Tesis de grado, Universidad De Las Fuerzas Armadas] Archivo digital. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/25226>

Gallardo, S. (2011). *Obtenido de Evaluacion de tres tipos de sustrato en la multiplicación de plantas endémicas con fines medicinales y el procesamiento de sobres para infusión*. [Tesis de grado, Universidad Politecnica Nacional]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1821/13/UPS-YT00083.pdf>

Gillermo, C., Carlos, C., & Zhofre, A. (2019). *Anatomía y morfología vegetal*. [Universidad Nacional de Loja]. Archivo digital. <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ANATOMI%CC%81A%20Y%20MORFOLOGI%CC%81A%20VEGETAL.pdf>

Hartmann, H., J. Kester, F. Davies y R. Geneve. 2014. How Plant Propagation Involved in Human Society Plant propagation p

Kittmer, V. (2023). *Efecto del root-hor en el crecimiento y desarrollo vegetativo de la vid (vitis vinífera l) variedad borgoña bajo condiciones del centro de investigación frutícola olerícola, huánuco*. [Tesis de Pregrado, Universidad nacional hermilio valdizan]. Archivo digital. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8436>

Kwon, O.-H., Choi, H.-G., & Kim, S.-J. y.-H. (2022). Assessment of Four-Seasonal Quality and Yield of Cut Flower Roses Grafted onto Rosa Rootstocks. *Agriculture* 12(11): 1848. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111848>

Langé, P. (2013). *Efecto de auxinas en el enraizamiento de estaquillas de buxus sempervirens l. En distintas épocas del año*. [Tesis de posgrado, Universidad nacional del litoral] Archivo digital. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/530/tesis.pdf?sequence=1>

- Márquez, S. (2017). Efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa (*Rosa* sp) del patrón Natal Briar en condiciones de vivero en el Instituto de Educación Rural (IER). San Salvador, Calca Cusco: Universidad José carlos Mariát.
- Marín, J. (2018). Obtenido de Retos de la propagación de patrones para especies frutales de hueso. *Rica opiniones y experiencias*. https://digitalEcoroses.csic.es/bitstream/10261/166605/1/MarinJ_RICAOpinExps_2018.pdf
- Monder, M. J. (2019). Rooting and growth of root cuttings of two old rose cultivars ‘Harison’s Yellow’ and ‘Poppius’ treated with IBA and biostimulants. *Acta Agrobot. 72(2):1774*. <https://pbsociety.org.pl/journals/index.php/aa/article/view/aa.1774/7726>
- Navarro, R. C., & Pérez, L. L. (2011). Scientia Agropecuaria. *Scientia Agropecuaria 2(2011) 203 - 211* <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3810320.pdf>
- Ramirez, L., Zuluaga, C., & Cotes, J. (2011). Evaluation Of Methods For Rooting Side Stem Cuttings Of *Solanum Phureja* Genotypes. *Revista Facultad De Ciencias Básicas, 7(2), 192–203*. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2103>
- Rentería, A. (2023). PINUS JALISCANA: Descubriendo el misterio de su propagación vegetativa. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/369619086_PINUS_JALISCANA_DESCUBRIENDO_EL_MISTERIO_DE_SU_PROPAGACION_VEGETATIVA
- Ritter, G., Toews, E., Villa, F., & Fernandez, D. (2018). Rooting of Tineke and Natal Briar rose stem cuttings in different substrates. *Ciência Rural, Santa Maria, 48(08)*, <https://www.scielo.br/j/cr/a/5t4Ks7vVwcLz6sLDKrPvj7H/?format=pdf&lang=en>
- Rivera, M., Vargas, J., López, J., Villegas, Á., & Jiménez, M. (2016). Enraizamiento de estacas de *Pinus patula*. *fitotec. mex 39(04)* https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802016000400385
- Ryong, J., & Gyeong, P. (2015). Effect of Rootstock on Rooting and Early Yield of Stenting-propagated. *Kor. J. Hort. ciencia Tecnología 33(1):11-17* <http://koreascience.or.kr/article/JAKO201509057413045.pdf>

- Sabatino, L. e. (2014). Obtenido de Tipo de corte y duración del tratamiento con IBA que afectan a *Teucrium fruticans* calidad de la raíz adventicia. *Not But Horticulture*, 42(2):478-481. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000346326700025>
- Sisaro, D. (2016). *Obtenido de Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo*. Ediciones Inta. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-_propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdf
- Tomas Fuster, C. F. (2020). *Fenología de seis variedades de rosa (rosa sp) en producción abierta de cayhuayna – huánuco – 2020*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Emilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7459>
- Vielmo, M., Garbin, E., Aumonde, T., & Amaral, F. (2017). Parámetros fisiológicos de plántulas de albizia niopoides producidas en diferentes composiciones de sustrato. *Bragantia* 75 (3) <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/30221>
- Yong, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*, 25(2). 53-67
- Yusnita, Jamaludin, Agustiansyah, & Hapsoro, D. (2018). A Combination of IBA and NAA Resulted in Better Rooting and Shoot Sprouting than Single Auxin on Malay Apple [*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry] Stem Cuttings. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, [S.l.], 40(1), p. 80-90. <https://agrivita.ub.ac.id/index.php/agrivita/article/view/1210/897>

ANEXO A

Tabla de costos directos e indirectos de cada tratamiento en base a 1000 plantas.

Tratamiento 1	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Tierra negra y cascajo	m ³	0.2	20	4
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro polvo	gr	75	0.05	3.75
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				121.3

Tratamiento 2	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Tierra negra y cascajo	m ³	0.2	20	4
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro pasta	gr	50	0.05	2.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				

Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				120.05

Tratamiento 3	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Tierra negra y cascajo	m ³	0.2	20	4
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro solución	gr	50	0.05	2.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				120.05

Tratamiento 4	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Tierra negra y cascajo	m ³	0.2	20	4
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
IBA	lt	1.5	5	7.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				125.05

Tratamiento 5	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Tierra negra y cascajo	m ³	0.2	20	4
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
SN hormona				0
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				117.55

Tratamiento 6	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.06	0	0
Tierra negra y cascajo	m ³	0.14	20	2.8
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro polvo	gr	75	0.05	3.75
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				120.1

Tratamiento 7	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.06	0	0
Tierra negra y cascajo	m ³	0.14	20	2.8
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro pasta	gr	50	0.05	2.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				118.85

Tratamiento 8	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.06	0	0
Tierra negra y cascajo	m ³	0.14	20	2.8
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro solución	gr	50	0.05	2.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				118.85

Tratamiento 9	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.06	0	0
Tierra negra y cascajo	m ³	0.14	20	2.8
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
IBA	lt	1.5	5	7.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				123.85

Tratamiento 10	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.06	0	0
Tierra negra y cascajo	m ³	0.14	20	2.8
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	16	2	32
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
SN hormona				0
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				116.35

Tratamiento 11	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.2	0	0
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	24	2	48
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro polvo	gr	75	0.05	3.75
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				133.3

Tratamiento 12	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.2	0	0
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	24	2	48
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro pasta	gr	50	0.05	2.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				132.05

Tratamiento 13	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
----------------	--------	----------	-----------------------	--------------------

Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.2	0	0
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	24	2	48
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
Hormonagro solución	gr	50	0.05	2.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				132.05

Tratamiento 14	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5
Fibra de coco	m ³	0.2	0	0
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	24	2	48
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
IBA	lt	1.5	5	7.5
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				137.05

Tratamiento 15	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Costos directos				
Materiales				
Fundas	un	1000	0.0085	8.5

Fibra de coco	m ³	0.2	0	0
Mano de obra				
Corte y preparación de tallos	horas	12	2	24
Llenado de sustrato	horas	24	2	48
Siembra	horas	5	2	10
Des broté	horas	8	2	16
Riego	horas	8	2	16
Insumos				
SN hormona				0
Vitavax	ml	125	0.02	2.5
Captan	gr	100	0.035	3.5
Costos indirectos				
Invernadero depreciación de 10 años	m ²	6	13	1.05
Total costos				129.55
