



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Evaluación de seis tipos de sustratos lignocelulósicos, como alternativas para la propagación del patrón de *Rosa sp.* variedad Natal Briar**

Cruz Espinosa, Cristian Robert

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Msc. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal

25 de marzo del 2021

# U R K U N D

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Informe titulación\_Cristian Cruz (1).docx (D100253899)

**Submitted:** 3/31/2021 4:22:00 AM  
**Submitted By:** [palandazuri@espe.edu.ec](mailto:palandazuri@espe.edu.ec)

**Significance:** 5 %

### Sources included in the report:

Tesis 4ta corrección Miercoles 24 de Julio 8am.docx (D54629180)  
 T003\_46620458\_T.pdf (D47907464)  
 JOSÉ ANTONIO MACAS.pdf (D11288634)  
 Kevin Ra mi rez tesis.docx (D54395454)  
 T-IASA GUACAPIÑA P..docx (D77313134)  
 PROY. INV. VALDIVIEZO 10.03.17.docx (D26314656)  
 Tesis Final 21 enero 2020.pdf (D62783167)  
 TT Constante Yesenia-Machado And rea.pdf (D80854447)  
 TRABAJO DE TITULACIÓN VIVIANA TRUJILLO revisado.docx (D33136205)  
 Tesis.pdf (D75034488)  
<https://dspace.uni.edu.ec/jspui/handle/123456789/13932>  
<http://biblio3.url.edu.gt/publijrcifuentes/TESIS/2018/06/17/Reyes-Jorge.pdf>  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24349?locale=en> Espejo,  
<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/412/T.CSA-29.pdf?sequence=1&isAllowed=yEyherabide>, <https://books.google.com.ec/books?id=rNFspzc-psOC&pg=PA232&lpg=PA232&dq=Ninguna>  
 +planta+ornamental+ha+sido+y+es+tan+estimada+como+la+rosa.+Como+por+ejemplo+la  
 s +rosaledas+de+Persia,+tambi  
<https://core.ac.uk/download/pdf/200328595.pdf>  
<http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3678/1/Proyecto%20Final%20AC-Angel-Jaime.docx>  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6830790.pdf>  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28383/1/Tesis-199%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20580.pdf>  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25047/1/tesis%20021%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Jefferson%20Campoverde%20-%20cd%20021.pdf>

### Instances where selected sources appear:

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**PABLO ANIBAL  
 LANDAZURI  
 ABARCA**

**Ing. Pablo Aníbal Landázuri Abarca**  
 C. C. 1708262348



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, “Evaluación de seis tipos de sustratos lignocelulósicos, como alternativas para la propagación del patrón de *Rosa sp.* Variedad Natal Briar” fue realizado por el señor **Cruz Espinosa, Cristian Robert** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 25 de marzo de 2021

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**PABLO ANIBAL  
LANDAZURI  
ABARCA**

**Ing. Pablo Aníbal Landázuri Abarca**  
C. C. 1708262348



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

### Responsabilidad de Autoría

Yo, **Cruz Espinosa, Cristian Robert**, con cédula de ciudadanía n°1722892351, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Evaluación de seis tipos de sustratos lignocelulósicos, como alternativas para la propagación del patrón de Rosa sp. Variedad Natal Briar”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 25 de marzo de 2021

Firma:

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Cristian Robert Cruz Espinosa'.

**Cristian Robert Cruz Espinosa**  
C. C. 1722892351



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

### Autorización de Publicación

Yo **Cruz Espinosa, Cristian Robert**, con cédula de ciudadanía n°1722892351, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: Título: **“Evaluación de seis tipos de sustratos lignocelulósicos, como alternativas para la propagación del patrón de Rosa sp. Variedad Natal Briar”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 25 de marzo de 2021

Firma:

---

**Cristian Robert Cruz Espinosa**  
C. C. 1722892351

### **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a Dios, quien siempre me ha escuchado y acompañado en esta travesía de mi vida.

También va dedicado a toda mi familia por el apoyo incondicional que he recibido, especialmente de mis padres Miguel y Blanca, a mis hermanas Jenny y Taiz; y sobre todo a mi esposa Jhoana y mi pequeño Nhícolas quienes siempre creyeron en mí, que siempre llevo en mi corazón.

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis padres Miguel y Blanca, por ser mi pilar y apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

También a mi esposa Jhoana, quien siempre ha demostrado su cariño, comprensión y fundamentalmente su apoyo para cumplir, mis metas y sueños.

Al Ing. Pablo Landázuri, que demostró constancia, paciencia y mucho esfuerzo, para ayudarme en todo el proceso de este proyecto hasta su culminación.

También agradezco a mis amigos Felipe y Ruth, por estar pendientes y alentarme siempre en estos años.

Por último, agradezco a toda la familia que dirige la Carrera de Ingeniería Agropecuaria-IASA I, quienes siempre han brindado lo mejor para sus estudiantes.

## Índice de Contenidos

Carátula.....	1
Análisis Urkund.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de tablas .....	13
Índice de figuras .....	14
Resumen .....	15
Abstract.....	16
Capítulo I.....	17
Introducción .....	17
Antecedentes .....	17
Justificación .....	18
Objetivos .....	19
<i>Objetivo general</i> .....	19
<i>Objetivos específicos</i> .....	20
Hipótesis .....	20
<i>Hipótesis nula</i> .....	20
<i>Hipótesis alternativa</i> .....	20

Capítulo II.....	21
Marco Referencial.....	21
El cultivo de la Rosa.....	21
<i>Generalidades</i> .....	21
<i>Taxonomía</i> .....	21
<i>Características botánicas</i> .....	22
<i>Exigencias climáticas para el enraizamiento de la Rosa</i> .....	22
Luz .....	22
Temperatura .....	22
Humedad relativa. ....	23
Nutrición. ....	23
<i>Principales plagas y enfermedades</i> .....	24
<i>Reproducción de la rosa</i> .....	25
Reproducción sexual. ....	25
Reproducción asexual .....	25
<i>Selección de material a multiplicar</i> .....	27
<i>Fisiología de formación de raíces en esquejes de rosas</i> .....	27
Reguladores de crecimiento utilizados en la propagación de rosas .....	28
Efecto del ácido alfa naftalen acético (ANA) .....	29
<i>Varietades de portainjertos de rosa</i> .....	29
Variedad Natal Briar. ....	30
Sustratos.....	30
<i>Características del sustrato</i> .....	31
Propiedades físicas .....	31

Propiedades químicas.....	32
<i>El Ph.</i> .....	33
<i>Conductividad eléctrica CE</i> .....	33
<i>Relación Carbono / Nitrógeno (C/N)</i> .....	34
<b>Clases de sustratos</b> .....	34
Materiales minerales y artificiales de origen natural .....	34
Transformados o tratados.....	34
<i>Pomina.</i> .....	35
<i>Tierra negra.</i> .....	35
Materiales orgánicos.....	35
Materiales de síntesis.....	35
Materiales Lignocelulósicos.....	35
<i>Fibra de coco</i> .....	36
<i>Cascarilla de arroz.</i> .....	36
<i>Bagazo de caña.</i> .....	36
<i>Cáscara de mazorca cacao.</i> .....	36
<i>Afrecho de cerveza.</i> .....	37
<i>Bagazo de palmito.</i> .....	37
<b>Capítulo III</b> .....	38
<b>Materiales y Métodos</b> .....	38
<b>Ubicación y características del área de estudio</b> .....	38
<b>Manejo del sustrato previo a la siembra</b> .....	38
<b><i>Compostaje de los sustratos</i></b> .....	39
<b><i>Caracterización de las propiedades físicas</i></b> .....	39

<i>Caracterización de las propiedades químicas</i> .....	41
<i>Bancos de enraizamiento</i> .....	43
<i>Variables agronómicas</i> .....	44
Porcentaje de enraizamiento.....	44
Longitud de raíces.....	44
Número de raíces.....	44
Peso fresco de la raíz. ....	44
Peso seco de la raíz.....	45
Porcentaje de brotación.....	45
Longitud del brote. ....	45
Diámetro del brote. ....	45
Peso fresco del brote. ....	45
Peso seco del brote.....	45
Porcentaje de mortalidad de esquejes.....	45
Diseño experimental.....	46
Análisis estadístico .....	47
Difusión de la información .....	48
Capítulo IV .....	49
Resultados y Discusión .....	49
Resultados.....	49
<i>Compostaje de los sustratos lignocelulósicos</i> .....	49
<i>Caracterización física y química de los sustratos lignocelulósicos y Testigo</i> .....	50
<i>Variables agronómicas de enraizamiento en patrones de Rosa sp. Var. Natal Briar</i> .....	52
Discusión.....	57

<b>Capítulo V .....</b>	<b>62</b>
<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>62</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>62</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>64</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>65</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	<i>Requerimiento nutricional para el enraizamiento de esquejes de rosa</i> .....	24
<b>Tabla 2</b>	<i>Solución nutritiva para enraizamiento de esquejes de rosa de la empresa Remi</i>	
	<i>Propagación</i> .....	44
<b>Tabla 3</b>	<i>Variaciones del pH, conductividad eléctrica, porcentaje de humedad y Temperatura durante el compostaje de los sustratos lignocelulósicos</i> .....	49
<b>Tabla 4</b>	<i>Densidad aparente, porosidad total, capacidad de retención de humedad, granulometría, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno total, materia orgánica, Carbono orgánico y relación carbono/nitrógeno de los sustratos</i> .....	51
<b>Tabla 5</b>	<i>Promedio <math>\pm</math> error estándar del % de enraizamiento, número, longitud, peso fresco y peso seco de la raíz; % de brotación, número, longitud, diámetro, peso fresco y peso seco de los brotes de patrones de Rosa sp var. Natal Briar</i> .....	53
<b>Tabla 6</b>	<i>Promedio <math>\pm</math> error estándar del porcentaje de mortalidad de patrones de Rosa sp. Var. Natal Briar</i> .....	57

**Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Reproducción de rosas mediante esquejes.....</i>	26
<b>Figura 2</b> <i>Enraizamiento de esquejes de rosa.....</i>	29
<b>Figura 3</b> <i>Croquis de la distribución de los tratamientos en el área de estudio, con las respectivas repeticiones (T=Sustrato y R= Repetición). .....</i>	47
<b>Figura 4</b> <i>Enraizamiento y brotación del patrón de Rosa sp. Var. Natal Briar.....</i>	56

## Resumen

En Ecuador el sustrato más utilizado en la propagación de patrones de Rosa sp. es la tierra negra y pomina cuya explotación ocasiona un grave impacto ambiental. No obstante, existe una extensa cantidad de materias primas, producto del desecho de la agroindustria que pueden ser utilizadas como sustratos. Por lo tanto, varios estudios afirman que los sustratos lignocelulósicos son alternativas al uso de sustratos minerales; pero, aún se desconoce el potencial que estos medios pueden tener en la propagación de la rosa. Este estudio, evaluó seis tipos de sustratos lignocelulósicos (afrecho de cerveza, bagazo de caña, bagazo de palmito, cascarilla de arroz, cáscara de mazorca de cacao y fibra de coco) para la propagación de la Rosa sp. Var. Natal briar. Para ello se desarrolló un protocolo de compostaje de los sustratos lignocelulósicos, que permitió estabilizar y mejorar las propiedades fisicoquímicas para el enraizamiento. El % enraizamiento y % brotación de los patrones en los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao) y T6 (fibra de coco) fueron similares a T7 (tierra negra + pomina). Sin embargo, entre los sustratos lignocelulósicos el tratamiento T4 (cascarilla de arroz) destacó al desarrollar mejores raíces junto con T7 (tierra negra + pomina) con número (53.03 - 45.89), longitud (50.5mm - 56.1mm), peso fresco (1412.3mg - 1145.5mg) y peso seco (103.6mg - 97.74mg). El estudio determinó que el compostaje es importante para el acondicionamiento de los medios lignocelulósicos, lo cual permitió resultados favorables en el enraizamiento y brotación de los patrones de Rosa sp., por consiguiente, se confirmó que los sustratos lignocelulósicos son alternativas al uso de la tierra negra y pomina.

**Palabras clave:** *Propagación vegetativa, enraizamiento, sustrato, lignocelulósico.*

### Abstract

In Ecuador, the substrate most used in the propagation of *Rosa* sp. is the black soil and pomina whose mining causes a serious environmental impact. However, there is an extensive amount of raw materials, product of the waste of the agroindustry that can be used as substrates. Therefore, several studies affirm that lignocellulosic substrates are alternatives to the use of mineral substrates. However, the potential that these media can have in the propagation of the rose is still unknown. This study evaluated six types of lignocellulosic substrates (beer bran, cane bagasse, palm heart bagasse, rice husk, cocoa pod husk and coconut fiber) for the propagation of *Rosa* sp. Var. Natal briar. To this end, a composting protocol for lignocellulosic substrates was developed, which made it possible to stabilize and improve the physicochemical properties for rooting. The % rooting and % sprouting of the stems in the treatments T2 (sugarcane bagasse), T3 (palm heart bagasse), T4 (rice husk), T5 (cocoa husk) and T6 (coconut fiber) as T7 (black earth + pomina). However, among the lignocellulosic substrates, the treatment T4 (rice husk) stood out by developing better roots together with T7 (black soil + pomina) with number (53.03 - 45.89), length (50.5mm - 56.1mm), fresh weight (1412.3mg - 1145.5mg) and dry weight (103.6mg - 97.74mg). The study determined that composting is important for the conditioning of lignocellulosic media, which allowed favorable results in rooting and sprouting of *Rosa* sp. Rootstocks, consequently, it was confirmed that lignocellulosic substrates are alternatives to land use black soil and pomina.

**Key words:** *Vegetative propagation, substrate, rooting, lignocellulosic.*

## Capítulo I

### Introducción

#### Antecedentes

El cultivo de la rosa es una de las actividades más importantes para la economía del Ecuador, especialmente para la serranía ecuatoriana, se cultiva en 13 provincias en 4911 hectáreas aproximadamente según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (2018) Este cultivo demanda gran cantidad de patrones, pues según Salazar Ruiz, (2017 pág. 27) para incrementar la superficie cultivada o renovar plantaciones; la densidad de plantación fluctúa entre 90.000 a 100.000 plantas por hectárea para injertar las variedades comerciales.

Los patrones se producen según Cárdenas Navarro & López Pérez, (2011, p. 209) mediante el enraizamiento de estacas en sustrato, previo a la enjertación. En Ecuador el sustrato más utilizado en la propagación de patrones de rosa es una mezcla de tierra negra más pomina, en recipientes o fundas de polietileno de 230 cm<sup>3</sup> así lo afirma Bravo Trujillo, & Flores Salazar, (2006, p. 46).

Se estima de acuerdo a Jiménez Alcázar (2012, p. 75) que una hectárea de rosa en propagación, necesita 5.1 metros cúbicos de tierra negra proveniente de los páramos, ocasionando un gran impacto ambiental, y 6.8 metros cúbicos de pomina obtenidos de minas afectando cimientos de lomas y montañas, produciendo de acuerdo al Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (2014), asentamientos y derrumbes, que dañan viviendas de pueblos aledaños. Otra de las desventajas de los

sustratos de tierra negra y pomina, es de acuerdo a ARL Sura, (2019).el peso de carga que pueden superar la norma y ocasionar lesiones a corto y largo plazo en los trabajadores

En la actualidad en países como España, Brasil, El Salvador, Perú y Colombia utilizaron varios sustratos de origen lignocelulósico para uso en cultivos hortícolas y ornamentales, entre los estudios se puede destacar a los de Acosta-Durán et al., (2008); Blok & Urrestarazu, (2010); Cabrera, (1999); Compañía Cervecera de Canarias, (2018), los cuales como denominador común tienen el fin de ser utilizados para la propagación de plantas y contribuir a la reducción de sustratos obtenidos por la minería.

### **Justificación**

Como solución al uso de tierra negra y cascajo en Ecuador, se han realizado investigaciones preliminares de distintos sustratos lignocelulósicos, como es el uso de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña como sustrato para un cultivo semi hidropónico de pepinillo *Cucumis sativus* L., y se alcanzó mayor número, tamaño y peso del fruto, y rendimiento en comparación al sustrato formado por tierra de monte de la zona estudiada. Además, se han realizado varios estudios como los de similares al uso de sustratos lignocelulósicos, como el de Anchali Cabrera, (2011, p. 75) en la estopa de coco en variedades de *Hypericum*, y el uso de la viabilidad de la cáscara de cacao como alternativa de sustrato para germinación de hortalizas de Trujillo Morocho, (2017, p. 83).

Una de las ventajas del uso de sustratos de origen lignocelulósico, es su peso aparente que de acuerdo a Parent, (2020) rodea los  $881 \text{ kg.m}^{-3}$ , en comparación a los

sustratos de origen edáfico  $1922 \text{ kg.m}^{-3}$ , esta característica facilita el transporte, manejo y almacenamiento de los patrones enraizados. Además, de acuerdo a Paz da Silva & Villegas Monter, (2009, p. 26), y corroborado por Rivera Omen et al., (2013, p. 72), estos sustratos contienen en su estructura celular azúcares, que promueven el número y porcentaje de raíces

Por otra parte, Gavilanes Terán, (2016, p. 76) afirma que en el Ecuador se produce una gran cantidad de residuos procedentes de la agroindustria: hortícola, cacao, azucarera, aceitera, maderera, cafetera, cervecera, etc. Sin embargo, hasta la fecha existe poco conocimiento e investigaciones, en cuanto al aprovechamiento de residuos lignocelulósicos provenientes de la agroindustria como sustratos para el enraizamiento de plantas.

En el presente estudio se evaluará fibra de coco, cascarilla de arroz, cáscara de la mazorca de cacao, bagazo de caña, afrecho de cerveza, bagazo de palmito, en el enraizamiento y brotación de los patrones de rosa variedad Natal Briar como alternativa al uso de la tierra negra y pomina como sustratos.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar seis tipos de sustratos lignocelulósicos provenientes de residuos agroindustriales, para la propagación vegetativa del patrón de rosa variedad Natal Briar.

**Objetivos específicos**

Establecer un protocolo de elaboración y caracterización de los sustratos lignocelulósicos a base de seis subproductos agrícolas como alternativa para la propagación de la Rosa sp. Var. Natal Briar.

Evaluar el efecto de los sustratos lignocelulósicos en el enraizamiento y brotación de estacas de rosa var. Natal Briar.

Difundir los resultados obtenidos de la investigación, mediante un boletín técnico.

**Hipótesis*****Hipótesis nula***

Ho: Los patrones de rosa var. Natal Briar cultivados en sustratos lignocelulósicos, presentan similar porcentaje de enraizamiento que los patrones cultivados en tierra negra y pomina.

***Hipótesis alternativa***

H1: El empleo de sustratos lignocelulósicos como medio de propagación, permiten el enraizamiento de patrones de rosa var. Natal Briar.

## Capítulo II

### Marco Referencial

#### El cultivo de la Rosa

##### *Generalidades*

La rosa formada por pétalos grandes y forma de corazón, con colores vivos y llamativos, es extensamente conocida alrededor del mundo, tan famosa que ha sido nombrada acorde a lo descrito por Fainstein, (1997, p. 38) en la Biblia y la Ilíada. También han constituido parte de las rosaledas de Persia que también las utilizaban en perfumería (Segura Munguía & Torres Ripa, 2009, p. 74). Sin embargo, la historia de las rosas modernas es más conocida, se sabe de acuerdo al estudio de Gayosso Rodríguez et al., (2016, p. 92), que se llevaron a Europa variedades definidas de rosa desde China, en barcos que transportaban Té, que al cruzarse con plantas nativas de Europa dieron origen a una gran variedad de rosas al principio del siglo XVIII, sin embargo, a principios de 1900 en Estados Unidos y en Europa se empezó a producir rosas de forma comercial

##### *Taxonomía*

En el mundo existe únicamente un género de rosas con 200 especies. Sin embargo, se estima que hay alrededor de 3000 variedades en el mundo. Y su clasificación taxonómica es la siguiente: Reino, Vegetal; División, Angiosperma; clase, Dicotiledónea; orden, Rosales; familia, Rosácea; género, Rosa y especie, Rosa sp. (Heussler, 1997, p. 132).

### ***Características botánicas***

En una síntesis de Lindao, (2010, p. 118), la rosa se caracteriza como un arbusto perenne, provista de una raíz pivotante cuando se ha obtenido a través de la propagación sexual, tallo erguido y sarmentoso, espinoso de tipo leñoso y también posee hojas compuestas, alternas, con un número impar de folíolos y con márgenes dentados. Las flores pueden ser de una amplia gama de colores, con diversos matices y sombras; estas nacen en tallos espinosos y verticales, sus flores son hermafroditas, completas, pentámeras, que pueden estar solas o reunidas en ramilletes, y en algunos casos pueden ser aromáticas. Y el fruto es una drupa carnosa muy decorativa casi siempre de color escarlata, anaranjado, rojo vivo, o de color negro.

### ***Exigencias climáticas para el enraizamiento de la Rosa***

**Luz.** Para el proceso de enraizamiento la luz juega un papel preponderante, a pesar de que es un factor difícil de medir, sin embargo, es necesaria para la fotosíntesis y la acumulación de carbohidratos en la raíz. Esto se puede comprobar en el estudio de Byeong-Jin et al., (2000, p. 98), que midieron diferentes intensidades lumínicas colocando diferentes polisombras que permitían el paso de luz al 25%, 50%,75 %y 100%, en los cultivares de rosa Noblesse y Red Velvet; encontrando que el crecimiento de la raíz y el enraizamiento se puede acelerar a medida que existe mayor luminosidad.

**Temperatura.** Según Niels Bredmose et al., (2015, p. 110) la temperatura es un factor ambiental que tiene un efecto decisivo en la propagación vegetativa de la rosa, porque el crecimiento radicular y de yemas axilares es más rápido en condiciones

estables, además se ha observado que una rosa necesita de 24.6 °C para obtener un crecimiento más sincronizado de raíces visibles y yemas axilares

**Humedad relativa.** La humedad es un factor que interviene directamente en el crecimiento de una planta de rosa, debido, a que de esto depende el cierre y apertura de estomas del área foliar del esqueje, y además acorde al estudio de Ramírez Alava, (2019, p. 120), contribuye a problemas fitosanitarios dentro de un vivero si este factor no es controlado. De esta manera Kim Soohoon et al., (2018, p. 215) demuestra que se ha llegado a conocer que la humedad relativa recomendable para un invernadero dedicado a la propagación de la rosa es del 70 %, sin embargo, durante la primera semana recomiendan mantener un 98% de HR.

**Nutrición.** Los esquejes de rosa no necesitan fertilizante desde la siembra hasta la segunda semana después de la formación de las primeras raíces, debido a que los nutrientes almacenados en los esquejes son suficientes para el crecimiento de las primeras raíces en vivero Ramírez (2019), sin embargo, a partir de la segunda semana los esquejes requieren de una pequeña cantidad de nutrientes, principalmente de Nitrógeno, Fósforo y Potasio de los 13 elementos que son derivados del suelo y absorbidos por las raíces (Fainstein, 1997b).

Dependiendo de la calidad de agua, Heirloomroses, (2018) recomienda alternar con fertilizantes potencialmente ácidos durante cada evento de riego y posteriormente regar con agua limpia para evitar la acumulación de sales; el ajuste de la tasa de fertilización va a depender de la respuesta de la planta y cantidad de luz solar; sin embargo, se recomienda la siguiente concentración de fertilizantes.

**Tabla 1**

*Requerimiento nutricional para el enraizamiento de esquejes de rosa*

<b>Elemento</b>	<b>Concentración (mg.l-1)</b>
NO <sub>3</sub> -	30
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25
K <sub>2</sub> O	30

*Nota: Tomado de (Heirloomroses, 2018, p. 2883)*

También, Heirloomroses, (2018) afirma que es necesario saber que las plantas en vivero no crecerán más rápido o mejor, aplicando tasas de fertilizantes más altas de lo recomendado; de hecho, el exceso de fertilizante puede tener un impacto negativo en el crecimiento, además el crecimiento de algas en la superficie del sustrato, y acumulación de sales de fertilizantes que pueden quemar las raíces afectando su viabilidad

### ***Principales plagas y enfermedades***

Las plagas y enfermedades son consecuencia de errores culturales que provocan, ataques de hongos, bacterias, virus e insectos; sumando a esto deficiencias nutricionales que pueden afectar a la totalidad de la planta. Y entre las principales plagas y enfermedades más importantes en el área de propagación de la rosa: plagas como ácaros, orugas, pulgones, trips y mosca blanca; y enfermedades como el Mildiu del rosal, Oídio, Botrytis y Mancha negra del rosal (Decoración de Jardines Pequeños y Grandes, 2015).

### **Reproducción de la rosa**

Según lo descrito por las investigaciones de Gillman & Zleasak, (2000, p. 78) y Farzad Nazari et al., (2009, p. 22), las plantas de rosa se propagan mediante la semilla, plantación de injertos, siembra de brotes tiernos, injerto de raíces, cultivo de tejidos y esquejes; sin embargo, el método de esquejes es el más común y eficiente en la propagación llegando a ser el principal método de propagación del rosal, dada sus ventajas, para luego ser trasplantado a su lugar definitivo.

Una propagación exitosa depende según Krizek et al., (1985, p. 95-96) 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.

**Reproducción sexual.** La propagación sexual, consiste resumiendo a Legué et al., (2014, p. 106) en la multiplicación de plántulas a través de sus semillas, las mismas que contienen un embrión originado por la fecundación de un saco embrionario

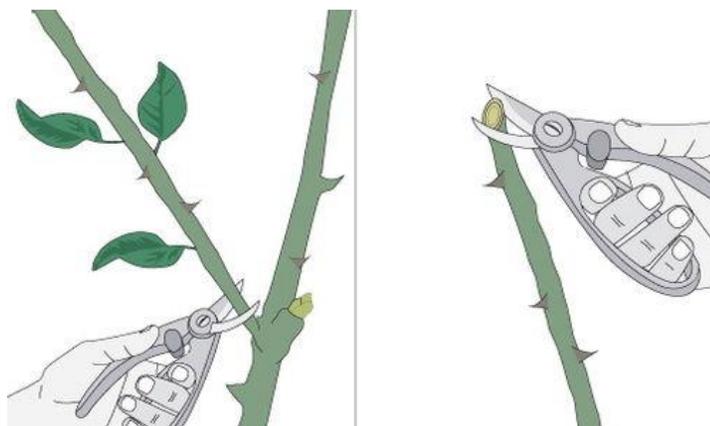
**Reproducción asexual.** La propagación asexual según lo explica Quimbiamba Ulcuango, (2019, p. 28) reproduce clones, que implica la división auténtica de las células. Por lo tanto, existe una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociadas a la célula progenitora, para la formación de dos células hijas. En consecuencia, las plantas propagadas vegetativamente mantienen la información

genética de la planta progenitora. Por esto, las características específicas de una planta dada son perpetuadas en la propagación del clon.

La reproducción de rosales de acuerdo a Cárdenas Navarro & López Pérez, (2011, p. 178) es por gajos, esquejes o estacas que se deben elegir una rama que haya alcanzado su punto de madurez, de unos 6 a 10 mm de grosor (similar al de un lápiz) y con una longitud de 20 a 25 cm, por consiguiente el tallo debe ser recto y maduro (Figura 1), que se puede verificar cuando las espinas se sueltan con facilidad de los tallos.

### Figura 1

*Reproducción de rosas mediante esquejes*



*Nota: Tomado de Decoración de Jardines Pequeños y Grandes, (2015)*

Los esquejes son partes de la planta como raíz, ramas, brotes u hojas, capaces de generar nuevas plantas, se utilizan segmentos de ramas que contengan yemas terminales o laterales que según ciertas condiciones desarrollan raíces adventicias produciendo nuevas plantas (Quimbiamba Ulcuango, 2019, p. 202).

### ***Selección de material a multiplicar***

Las estacas de acuerdo a Quimbiamba Ulcuango, (2019, p. 203).se seleccionan a partir de tallos florales maduros, que permitan asegurar el enraizamiento y brotación. Además, este estado asegura la producción de una buena calidad de brote y raíz. Por lo tanto, se recomienda utilizar estacas de tres a cuatro yemas, ya que presentan mayor longitud y tejido nodal en la base.

### ***Fisiología de formación de raíces en esquejes de rosas***

En el estudio traducido de Legué et al., (2014, pp. 196-198), a diferencia de las raíces laterales, que se forman bajo el suelo en raíces primarias que son formadas a partir de células del periciclo; las raíces adventicias se forman a partir de órganos superficiales como hipocótilos, tallos y hojas; las mismas que se originan a partir de células cambiales u otras células meristemáticas. Además, la capacidad de formar rápidamente numerosas raíces adventicias ofrece una ventaja selectiva para la propagación vegetativa de ciertas especies frutales, forestales, hortícolas y ornamentales como la rosa

En el mismo estudio se afirma que eventos celulares durante la formación de Raíces Adventicias (RA): los procesos involucrados en la formación de RA son complejos, sin embargo se comprende de cuatro etapas: (1) Activación, en donde las células se vuelven competentes para responder a los factores de señal como las señales fito-hormonales y factores de transcripción, (2) Inducción, cuando la reactivación del ciclo celular conduce progresivamente a la formación del primordio de la raíz y la división celular es visible, (3) Activación del primordio de la raíz adventicia, que

comprende como la formación progresiva de nuevos tejidos y (4) Crecimiento, consiste en el alargamiento de raíces y las conexiones de vascularización son establecidas (Legué et al., 2014 pp. 196-198).

**Reguladores de crecimiento utilizados en la propagación de rosas.** De acuerdo a Ania Yong, (2004, pp. 53-54) los fitorreguladores son compuestos orgánicos que estimulan la actividad fisiológica de la planta, acelerando la formación y desarrollo de las raíces.

De esta manera existen una serie de sustancias que funcionan durante el crecimiento y desarrollo de una planta, interviniendo a nivel de maduración de frutos, floración y formación de raíces. Por lo tanto, dentro del grupo de sustancias que ayudan a la iniciación de raíces adventicias Ania Yong, (2004, p. 58) son las auxinas, siendo las más utilizadas las siguientes: ácido indol acético (AIA) que se sintetiza a nivel de los tejidos jóvenes, en las hojas, meristemas y yemas terminales, ácido indol butírico (AIB) que contribuye con de desarrollo de raíces en hortalizas y plantas ornamentales; y ácido alfa naftalen acético (ANA) utilizado para inducir la formación de raíces adventicias en esquejes.

Una práctica común en horticultura es de acuerdo a Miguel Jordán & Casaretto, (2006, p. 15), aplicar auxinas para favorecer el enraizamiento de esquejes, ya que estimulan a la división de células localizadas del periciclo justo en la zona de elongación para promover la formación de raíces laterales. Este fenómeno también se aplica en la formación de raíces adventicias la cual puede ocurrir en varios tejidos donde exista un grupo de células en división activa.

**Efecto del ácido alfa naftalen acético (ANA).** El ácido alfa naftalen acético es un regulador de crecimiento, que estimula la formación de un mayor sistema radical en las plantas y para la propagación asexual por medio de estacas, acodos y esquejes; datos recientes también indican que las aplicaciones foliares o terminales de las sustancias de crecimiento fomentan eficazmente el enraizamiento (Figura 2). De esta manera, las raíces que surgen luego de aplicaciones foliares de los reguladores de crecimiento son de origen similar a las producidas normalmente por la planta donde activa la división celular Bolívar Chávez et al., (2005, p. 2886).

## **Figura 2**

*Enraizamiento de esquejes de rosa*



## ***Variedades de portainjertos de rosa***

Los patrones son de acuerdo a Palacios Vallejo, (2006, p. 85), una pieza fundamental en la producción comercial de la rosa; por lo tanto, existen variedades sensibles y resistentes que pueden tolerar diversos grados de condiciones favorables y

desfavorables, tales como los suelos pesados y húmedos, temperaturas inhóspitas, plagas y enfermedades, que permiten asegurar el desarrollo del injerto

Por ende, el floricultor estudia el patrón ideal, que le permita obtener el mejor rendimiento y calidad en la variedad injertada. De esta manera en Ecuador se manejan dos tipos de variedades de patrones, siendo los más utilizados: la var. Natal Briar y Manneti (Palacios, 2006, p. 86).

**Variedad Natal Briar.** Fainstein, (1997, pp. 178-179), afirma que es una variedad de patrón utilizada por Holanda, con características relevantes como su vigorosidad, rusticidad, adaptabilidad y compatibilidad con la mayoría de las variedades existentes en el mercado; de tal forma, que se ha expandido en la totalidad de los cultivos florícolas en Ecuador

### **Sustratos**

Como lo describe Gayosso Rodríguez et al., (2016, p. 621), el uso de sustrato para el cultivo de plantas ornamentales ha aumentado considerablemente, el mismo que al estar conformado por mezclas de materiales diferentes, ha superado el enraizamiento y brotación de las plantas al comparar con un sustrato conformado fundamentalmente por el suelo. Vidalie, (2001, p. 96) afirma que aunque el rosal no es exigente en suelos, prefiere los sustratos con una densidad aparente media, con espacios porosos que permitan la difusión del oxígeno al mismo ritmo del consumo en la respiración radicular.

También Fainstein, (1997, pp. 179-181) plantea que las rosas toleran un suelo ácido, pero son intolerantes a elevados niveles de calcio, ya que pueden desarrollar una acelerada clorosis debido al exceso de este elemento. Tampoco soportan elevados niveles de sales solubles, recomendando no superar el 0.15 %. En este sentido (Vera Sarango, 2015, p. 110) afirma que las mezclas de sustrato deben presentar condiciones óptimas para lograr un adecuado enraizamiento como son: estructura granular y textura media, buen poder de retención de la humedad, un adecuado drenaje y buena aireación, también un adecuado contenido de nutrientes, y niveles bajos de organismos patógenos y semillas extrañas..

### ***Características del sustrato***

Para Imbaquingo Olmedo, (2002, p. 96), en la actualidad 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 y drenaje..

**Propiedades físicas.** Para Calderón Sáenz & Cevallos, (2001, p. 38), 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 Piré & Pereira, (2003, p. 65) una densidad aparente de 0.15-0.4 g.cm<sup>-1</sup>, 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.

**Propiedades químicas.** En concordancia con Latsague Vidal et al., (2009, p. 48), los sustratos puede 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.

**El Ph.** Se define según Alvarado & Solano, (2002, p. 33), como el logaritmo inverso de la actividad de los iones  $H^+$  en el sustrato y es utilizada como medida de la concentración de acidez presente en la solución del sustrato, por lo tanto, puede afectar la disponibilidad de todos los nutrientes. pH 7 es neutro, < a 7 es ácido y > a 7 básico o alcalino. El rango adecuado depende de cada planta, por ejemplo la mayoría crece mejor en un pH ligeramente ácido (6.2-6.8), pero en rangos inferiores a 5 las plantas pueden presentar síntomas de deficiencias de N, K, Ca, Mg y B, mientras que valores alcalinos producen problemas de disponibilidad de Fe, P, Mn, Zn y Cu..

**Conductividad eléctrica CE.** De acuerdo a Latsague Vidal et al., (2009, p. 103), la conductividad eléctrica se expresa en  $dS.m^{-1}$  o  $mmho.cm^{-1}$ , lo cual expresa de una manera aproximada la concentración de sales en la solución del sustrato; la concentración de sales afecta al potencial osmótico que está relacionado con la concentración de iones en la fase líquida del sustrato. También Alvarado & Solano, (2002) la conductividad eléctrica puede ser utilizada para indicar la presión osmótica de la solución de nutrientes en el sustrato, por lo tanto, su contenido inicial debe ser bajo, para evitar daños en plantas jóvenes. Así que en sustratos orgánicos Latsague Vidal et al., (2009, p. 103) recomienda que el sustrato debería manejar niveles normales de  $0.26 dS.cm^{-1} - 2.0 dS.cm^{-1}$  para mantener un adecuado contenido de sales que no perjudiquen a la raíz.

**Relación Carbono / Nitrógeno (C/N).** Alvarado & Solano, (2002, p. 39) definen que para sustratos de origen orgánico, se prefiere que la descomposición sea mínima, debido que en este proceso los microorganismos pueden demandar nutrientes que necesita la planta. Por lo tanto, el contenido de nitrógeno con relación al carbono es importante que se encuentre bajo 30:1.

### **Clases de sustratos**

**Materiales minerales y artificiales de origen natural.** Cabascango López, (2008, p. 86), describe que son productos de rocas de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables y son consideradas la arena, grava, tierra volcánica, etc.

**Transformados o tratados.** El mismo autor antes mencionado afirma que se obtienen mediante tratamientos físicos más o menos complejos, de la roca o mineral. Estos procesos modifican notablemente las características de los minerales de partida y estos son: perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc. (Cabascango López, 2008, p. 87).

**Pomina.** De acuerdo a Calderón Sáenz & Cevallos, (2001) es de origen volcánico, este material es sometido a temperaturas de 1000 °C para modificar su estructura. Está químicamente constituida por dióxido de magnesio y sodio en forma de óxidos. Como sustrato aumenta la capacidad de aireación y drenaje.

**Tierra negra.** Según Mena Vásconez & Hofstede, (2006, p. 101), los cuales realizaron estudios de estos suelos en el Ecuador, y los denominaron negro andino, a aquellos que se encuentran de 3000 a 4000 m.s.n.m., en donde expresan que estos suelos son francos con 100 % de retención de agua, se localizan en vertientes de las cordilleras con pendientes de suaves a fuertes.

**Materiales orgánicos.** De la Cruz et al. (2010, p. 35), menciona que los materiales orgánicos de origen natural que se caracterizan por estar sujetos a descomposición.

**Materiales de síntesis.** Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante la síntesis química.

**Materiales Lignocelulósicos.** Para Gayosso Rodríguez et al., (2016, p. 626) son materiales compuestos por materia vegetal seca, que contiene dentro de su estructura polímeros de carbohidratos (celulosa, hemicelulosa) y un polímero aromático (lignina); estos productos generalmente son obtenidos como subproductos y residuos orgánicos, producto de la actividad agrícola, agroindustrial y urbana. Sin embargo, previa a una adecuación, este tipo de material puede ser utilizado como sustrato, tales como: cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín, virutas de madera y residuos sólidos urbanos.

**Fibra de coco.** En el estudio de Quiñonez Fernández, (2014, pp. 13-14), el residuo de la fibra de coco (*Cocos nucifera*) como sustrato de cultivo ha sido utilizado con éxito. Su utilización en los países más avanzados es muy reciente, tal es el caso del cultivo de rosa en Colombia, la gerbera y las orquídeas en Costa Rica, Las razones de su utilización son sus extraordinarias propiedades físicas, su facilidad de manejo y su carácter ecológico.

**Cascarilla de arroz.** La cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) de acuerdo a Salguero Águila, (2018, p. 48) es un residuo del proceso de molienda del arroz. Esta recubre al grano de arroz y está compuesta por dos glumas unidas por un pericarpio. Es de consistencia dura y leñosa debido al alto contenido de silicio. Tiene conductividad catiónica baja, ideal para utilizarla como sustrato.

**Bagazo de caña.** La Compañía Cervecera de Canarias, (2018) describe al bagazo de (*Saccharum officinarum*) como el residuo fibroso que queda de la caña después de ser exprimida y de pasar por el proceso de fabricación de azúcar y constituye un subproducto de esta producción. Su notable ventaja sobre otras fibras de plantas no leñosas consiste en que el costo de su recolección, la extracción de su jugo y su limpieza, son a cargo del ingenio azucarero.

**Cáscara de mazorca cacao.** (*Theobroma cacao*) es un subproducto obtenido tras la obtención de la pulpa y según Espejo Meza, (2008, p. 50) puede representar del 52% al 70% de peso en húmedo de la fruta, que se encuentran constituidos por lignina 35%, celulosa 30% y hemicelulosa 10% y el porcentaje restante corresponde a extractos.

**Afrecho de cerveza.** También es conocido como bagazo de la cervecería, este material de acuerdo a la publicación web de Río Negro, (2017), es un subproducto, producto de la obtención de la cerveza cuyo proceso consiste en la mezcla agua caliente con malta, consiguiendo así que el agua disuelva el almidón y que éstos se conviertan en azúcares dulces fermentables..

Una de las ventajas que presenta el afrecho de cerveza es de acuerdo a Arias Lafargue & López Ríos, (2015, p. 2228), que posee nitrógeno y un importante contenido de fibras, además, la condición de residuo pasteurizado hace que sea una alternativa de sustrato libre de microorganismos patógenos.

**Bagazo de palmito.** (*Bactris gasipaes*) es un subproducto del proceso de esta planta, que consiste conforme a lo descrito por Bayas Aguilar, (2010, p. 45), en las cortezas en el cual se encuentra recubriendo el corazón del palmito. Y actualmente un porcentaje de estos desechos, se utilizan como alimento en la producción ganadera.

## Capítulo III

### Materiales y Métodos

#### Ubicación y características del área de estudio

La evaluación de los seis tipos de sustratos lignocelulósicos para el enraizamiento de patrones de rosa se realizó en el invernadero de propagación de la Empresa REMI PROPAGACIÓN ubicada en la Parroquia El Quinche, Provincia Pichincha, Cantón Quito. Geográficamente se ubica a una latitud 0°05'23"S y longitud 78°18'26"W, a una altitud de 2520 m. El lugar de acuerdo a Global Consultora de Constructora Global, (2015) se asienta sobre la faja climática Ecuatorial de Alta Montaña, con una humedad relativa del 50%, cuya precipitación mensual promedio oscila entre los 6.7 y 100.4 mm, y una temperatura media en el invernadero de 30.2 °C y 24.7 °C en los meses diciembre-enero respectivamente.

#### Manejo del sustrato previo a la siembra

Sintetizando lo publicado por Salguero Águila, (2018, p. 26), los materiales lignocelulósicos, bagazo de caña y palmito, cascarilla de arroz, cáscara de mazorca de cacao y fibra de coco, probados en este estudio, provienen de residuos de cultivos de la costa ecuatoriana, y previo a su aplicación como sustratos para el enraizamiento de estacas de rosa, fueron homogenizados 0.04m<sup>3</sup> de cada sustrato.

El bagazo de caña y cáscara de cacao se procesó en una máquina trituradora para reducir y homogeneizar el tamaño de partícula, de 0.25 mm a 5mm. El afrecho de

cerveza, bagazo de palmito, cascarilla de arroz y fibra de coco, no se trituraron ya que su tamaño rodea los 5 mm necesarios para un óptimo sustrato.

La cascarilla de arroz y fibra de coco necesitaron realizar un lavado adicional con agua corriente para disminuir las impurezas y taninos que podrían afectar el enraizamiento de los patrones.

### ***Compostaje de los sustratos***

Se realizó un compostaje de los sustratos, durante 30 días en gavetas con drenaje de 45 kg de capacidad como lo recomienda Rivera Ruíz, (2018, p. 78), para acelerar el proceso de degradación de la materia orgánica y lograr mayor estabilidad del producto en su pH y relación Carbono: Nitrógeno (20:1), también se realizó una inoculación de *Bacillus subtilis*  $10 \times 10^{12}$  UFC.g<sup>-1</sup> (Microranger Compost) a una dosis de 100 ml.m<sup>-3</sup> de sustrato al inicio del proceso.

La madurez del compostaje del sustrato en campo se determinó mediante la medición del pH mediante un potenciómetro; además, se midió la conductividad eléctrica (CE) con un conductímetro.

La humedad del sustrato y la relación C/N se midió al finalizar el proceso de compostaje, para determinar la madurez de los sustratos con los respectivos valores, posteriormente se realizó la siembra de los patrones.

### ***Caracterización de las propiedades físicas***

Las propiedades físicas que se midieron según lo descrito por Trujillo, (2019, p. 48) en el laboratorio de aguas y suelos pertenecientes a la carrera de Ciencias

Agropecuarias: la densidad aparente (DA), porosidad total (PT), capacidad de retención de humedad (CRH) y granulometría (%G).

La densidad aparente del sustrato se midió mediante el método gravimétrico que se replicó del estudio de Florihan Martínez & Roca, (2011, p. 633); para esto se pesó 100 g de cada sustrato, y se los colocó en una probeta de 250 cc de capacidad para medir el volumen ocupado. Se utilizó la siguiente fórmula para cuantificar la densidad aparente:

$$DA = \frac{\text{Masa del sustrato}}{\text{Volumen ocupado}}$$

La porosidad total del sustrato se estimó mediante la siguiente ecuación presentada por Gras (1983, p. 36):

$$PT = 95.83 - 32.43 * \text{Densidad aparente}$$

Dónde:

**PT=** Porosidad Total

Se midió la capacidad de retención de humedad (CRH) de los sustratos, mediante un secado de 500 g de sustrato que se realizó en una estufa por 24 horas a una temperatura de 90 °C, luego se llenó 100 g de sustrato seco en recipientes plásticos de 250 ml de capacidad de fondo hueco, adaptados con una malla de 1 mm de diámetro en la parte inferior y se procedió a saturar con agua. Se dejó reposar durante 15 min, con el fin de drenar todo el exceso de líquido y se pesó el sustrato húmedo en

una balanza. La capacidad de retención de humedad se la expresó en porcentaje de volumen y se calculó mediante la siguiente ecuación utilizada por Río Negro, (2017):

$$CRH = \frac{P1 - P2}{D_{H2O}}$$

Dónde:

**CRH**= Capacidad de Retención de Humedad

**P1**= Peso de sustrato húmedo

**P2**= peso de sustrato seco

**D<sub>H2O</sub>**= Densidad del agua

Finalmente, para la granulometría se consideró el estudio de Trujillo, (2019, p. 63) y se pesó 100 g de cada sustrato en una balanza y se procesó en un tamizador automático, con diferentes diámetros de la malla: N5, 4mm; N12, 1.7mm; N25, 0.5mm; N60, 0.25 y N100, 0.15mm por un tiempo de 3 minutos. Luego se pesó los remanentes de cada tamiz, para expresar en porcentaje los valores obtenidos.

### ***Caracterización de las propiedades químicas***

Las propiedades químicas de los sustratos que se midió fueron las siguientes: Contenido de materia orgánica (MO) y carbono (C), Nitrógeno (N), pH y conductividad eléctrica (CE).

El porcentaje de la materia orgánica de cada sustrato se determinó mediante el método de calcinación, para ello, se pesó una muestra de 3 g previamente seca y

molida, y se calcinó en un crisol a 450-500°C durante 4 horas, que al finalizar se pesó nuevamente. La diferencia de pesos se calculó mediante la siguiente ecuación propuesta por Baixauli & Aguilar, (2002)

$$\%M.O = \frac{P1 - P2}{P - P2} * 100$$

Dónde:

**P1** = Peso en g del crisol+ ceniza

**P2** = Peso del crisol vacío

**P** = Peso del crisol + muestra

Y para el contenido de carbono se utilizó el factor de Van Bemmelen de 1.724 en la siguiente ecuación propuesta por Eyherabide et al.,(2014, p. 56):

$$\%C = \frac{\%MO}{1.724}$$

El contenido de Nitrógeno de los sustratos, se midió utilizando el método de micro kjeldalh, que consiste en una destilación ácida y titulación de digestión ácida, y finalmente para la determinación del nitrógeno se utilizó la siguiente ecuación de Olvera et al., (1993, p. 157):

$$\%N = \frac{0.014(V_1 - V_0)N}{m} * 100$$

Dónde:

**%N** = Porcentaje de Nitrógeno

**V<sub>0</sub>** = Volumen de HCl blanco

**V<sub>1</sub>** = Volumen de HCl 0.1N

**N** = Normalidad

**m** = Peso de la muestra en gramos

Para la medición del potencial de hidrógeno (pH) se realizó una solución de sustrato + agua destilada 1:2 (v/v) en un vaso de precipitación de capacidad de 200 ml, para ello, se removió hasta formar una solución homogénea y se dejó reposar 5 minutos, para la medición se utilizó un potenciómetro. La conductividad eléctrica (C.E) de los sustratos, se realizó una solución de sustrato + agua destilada 1:1 (v/v) en un vaso de precipitación de capacidad de 200 ml y se revolvió hasta formar una parta saturada, posteriormente con un conductímetro se tomó los datos de CE propuestos por Baixauli & Aguilar, (2002, p. 89).

### ***Bancos de enraizamiento***

Los sustratos fueron desinfectados con una solución de Propamocarb clorhidrato 64% (Previcur N) a una dosis de 4 ml.l<sup>-1</sup> de solución, previo al llenado de los alvéolos. Para la siembra de los esquejes de rosa se aplicó un promotor de enraizamiento Ácido indolbutírico a una dosis de 2g.l<sup>-1</sup>.

Los esquejes fueron regados mediante microaspersores, en tres a cuatro ciclos diarios dependiendo de las condiciones climáticas, durante todo el tiempo del ensayo.

Para prevenir enfermedades en los patrones se realizó aplicaciones foliares a partir de la segunda semana de siembra tres veces por semana con Metalaxil-M y Mancozeb (Ridomil Gold). Los patrones fueron fertilizados una vez por semana vía drench al sustrato (Tabla 2), para promover el crecimiento de raíz y de brotes.

**Tabla 2**

*Solución nutritiva para enraizamiento de esquejes de rosa de la empresa Remi*

*Propagación*

<b>Nutrientes</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>
Ppm	24	15.8	35	11.6	7.9	17.7	15	17

*Nota: Elaborado por: Remi Propagación*

### **Variables agronómicas**

A partir de los 30 días de siembra, se realizó las mediciones de las siguientes variables recomendadas en el estudio de Kim Soohoon et al., (2018, p. 85):

**Porcentaje de enraizamiento.** Para ello se extrajo el patrón del sustrato y fue lavado con agua destilada para liberar a las raíces del sustrato. Para la obtención del porcentaje de esquejes enraizados se utilizó la siguiente fórmula:

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

**Longitud de raíces.** La medición se realizó desde la base del tallo hasta el final de la raíz, con un calibrador universal.

**Número de raíces.** Para este procedimiento se utilizó un contador digital propuesto por Báez Cedeño, (2016, p. 156) para el conteo de todas las raíces formadas en cada patrón.

**Peso fresco de la raíz.** Las raíces fueron extraídas desde la base del tallo con un bisturí, y posteriormente se pesó las raíces de cada patrón en una balanza analítica.

**Peso seco de la raíz.** Las raíces obtenidas de cada patrón fueron deshidratadas en la estufa, envueltas en papel durante 48 horas a 80°C y al finalizar las raíces se pesaron en una balanza analítica.

**Porcentaje de brotación.** Se obtuvo mediante el cálculo del cociente del número total de plantas con brotes para el número de plantas sembradas, multiplicado por 100:

$$\% \text{ Brotación} = \frac{\text{número de plantas brotadas}}{\text{Número total de esquejes evaluados}} * 100$$

**Longitud del brote.** Los brotes de cada planta fueron medidos desde el nudo axilar, hasta el punto más alto del mismo, con un calibrador universal.

**Diámetro del brote.** Cada base del brote se midió mediante un calibrador universal.

**Peso fresco del brote.** Los brotes de cada patrón fueron extraídos desde su base y se pesaron en una balanza analítica.

**Peso seco del brote.** Los brotes fueron secados en una estufa dentro de sobres de papel durante 48 horas a 80 °C y se pesará cada brote en una balanza analítica.

**Porcentaje de mortalidad de esquejes.** Para este procedimiento se contó el número de esquejes muertos, y se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ mortalidad de esquejes} = \frac{\text{Número de esquejes muertos}}{\text{Número total de esquejes evaluados}} * 100$$

### Diseño experimental

Se evaluaron 6 tipos de sustratos lignocelulósicos (afrecho de cerveza 100%, bagazo de caña 100%, bagazo de palmito 100%, cascarilla de arroz 100%, cáscara de cacao 100% y fibra de coco 100%), más un sustrato Testigo compuesto por una mezcla de tierra negra + pomina en relación 1:2, obteniendo un total de siete tratamientos para la propagación del patrón de rosa Var. Natal Briar.

Cada tratamiento (T) contó con de tres repeticiones (R), que fueron distribuidas aleatoriamente en una parcela de forma rectangular con tres filas dentro del invernadero de la empresa (Figura 4).

La unidad experimental fue tomada del estudio de Cárdenas Navarro & López Pérez, (2011, p. 32) estuvo formada por un patrón de rosa de 15 cm de longitud, sembrado en un recipiente de 200 cm<sup>3</sup> con sustrato.

El experimento se dispuso en un diseño completamente al azar (DCA), distribuidos aleatoriamente en el área de estudio. El modelo matemático empleado fue replicado de la investigación de Kim Soohoon et al., (2018, p. 123), y es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i +$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

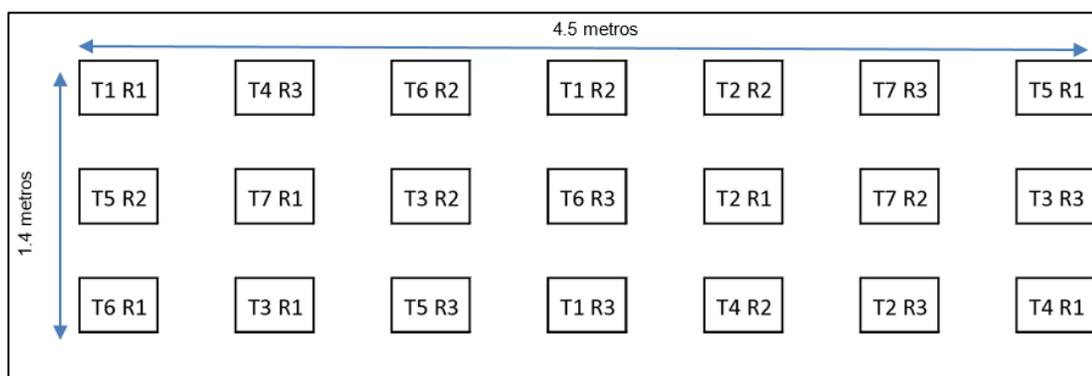
$\mu$  = media general de las observaciones.

$T_i$  = es el efecto del  $i$ -ésimo sustrato

$e_{ij}$  = error experimental.

### Figura 3

*Croquis de la distribución de los tratamientos en el área de estudio, con las respectivas repeticiones (T=Sustrato y R= Repetición).*



### Análisis estadístico

Las variables de respuesta se caracterizaron mediante estadística descriptiva. Y se comparó las variables entre tratamientos con análisis de varianza para un diseño completamente al azar DCA (media, error estándar y coeficiente de variación), y además se realizó pruebas de medias de Duncan al 5%.

Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico INFOSTAT versión estudiantil 2020.

**Difusión de la información**

Una vez concluida la investigación, los resultados e información recopilada serán publicados en el repositorio digital de la universidad para que sirva como referencia para futuras investigaciones con respecto al tema.

## Capítulo IV

### Resultados y Discusión

#### Resultados

#### *Compostaje de los sustratos lignocelulósicos*

Los parámetros medidos en sustratos compostados fueron: pH, Conductividad eléctrica (CE), humedad relativa (HR) y temperatura de compostaje, los cuales fueron medidos diariamente (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Variaciones del pH, conductividad eléctrica, porcentaje de humedad y Temperatura durante el compostaje de los sustratos lignocelulósicos*

Sustrato	pH		CE		% H		T°		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Máxima	Final
AC	6	6.5	3.74	4.5	96	79	27.7	54.2	24.6
BC	6.2	9.6	1.35	1.4	91	83.2	28.5	34	23.9
BP	6.3	9.4	2.18	2.2	99	68.9	26	40.1	25.4
CA	7.2	8.5	0.17	0.2	88	38.1	26.1	29.8	24.3
CC	6.9	9.8	1.14	1.1	82	64.3	26.2	30.9	24.5
FC	6.5	6.6	0.75	0.7	92	78.2	26.1	31	22.9
Promedio	6.5	8.4	1.6	1.7	91.3	68.6	26.8	36.7	24.3

*Nota:* \*pH, potencial hidrógeno; CE, conductividad eléctrica; %H, porcentaje de humedad; T°, temperatura; AC= (afrecho de cerveza), BC= (bagazo de caña), BP= (bagazo de palmito), CA= (cascarilla de arroz), CC= (cáscara de cacao) y FC= (fibra de coco).

Los pHs iniciales de los sustratos fluctuaron entre 6 a 7.2, con un promedio de 6.5 y los finales de 6.5 a 9.8 con promedio de 8.4. La CE al inicio del compostaje estuvieron entre 0.75 a 3.74 dS.m<sup>-1</sup> con un promedio de 1.6 dS.m<sup>-1</sup>. La HR de cada

sustrato, inició con un porcentaje promedio de humedad de 91.3 % en todos los sustratos y al finalizar el proceso de compostaje se redujo a 68.6% (Tabla 3). La temperatura de cada sustrato, al inicio del compostaje fluctuó entre 26 a 28.5 °C, con un promedio de 26.8 °C, mientras que las temperaturas máximas se encontraron entre 29.8 y 54.2 °C, con una media de 36.7 °C y al término del compostaje las temperaturas oscilaron entre 22.9 y 35.4°C, con un promedio de 24.3 °C

### ***Caracterización física y química de los sustratos lignocelulósicos y Testigo***

La Tabla 4 presenta los resultados de las pruebas físicas como: densidad aparente (DA), porosidad total (PT), capacidad de retención de humedad (CRH) y granulometría expresada en porcentaje; y químicas como: pH, conductividad eléctrica (CE), nitrógeno (N), contenido de materia orgánica (MO), carbono (C) y relación carbono/nitrógeno (C/N), que se realizaron al término del compostaje (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Densidad aparente, porosidad total, capacidad de retención de humedad, granulometría, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno total, materia orgánica, carbono orgánico y relación carbono/nitrógeno de los sustratos*

Sustrato	DA	PT	CRH	Granulometría %						pH	CE	N	MO	C	C/N
	g.cm	% v/v	% p/p	>4 mm	4 - 1.7 mm	1.7 - 0.5 mm	0.05 - 0.25 mm	0.25 - 0.15 mm	<0.15 mm	dS.m.1	%	%	%	%	
T1	0.23	88.36	65.0	12.75	16.40	38.31	25.18	3.74	3.63	6.5	3.2	2.2	91.1	52.8	24.2
T2	0.08	93.23	21.2	27.54	36.68	30.12	4.63	0.49	0.55	9.6	1.6	0.9	82.0	47.6	55.3
T3	0.1	92.47	28.6	34.36	27.26	32.75	4.63	0.46	0.54	9.4	1.2	1.6	59.3	34.4	21.5
T4	0.07	93.56	18.2	1.12	42.53	52.07	4.17	0.08	0.02	8.5	0.3	0.4	71.9	41.7	94.8
T5	0.24	87.92	44.9	33.51	35.81	24.39	5.19	0.69	0.4	9.8	0.5	1.2	81.7	47.4	39.5
T6	0.11	92.17	34.4	15.36	33.80	47.79	2.99	0.05	0.01	6.6	0.3	0.8	89.4	51.9	64.9
T7	0.59	76.77	44.0	15.48	23.16	23.38	19.42	8.36	1.21	6.7	0.6	0.14	16.78	9.7	69.5

*Nota:* \* DA, densidad aparente; PT, porosidad total; CRH, capacidad de retención de humedad; G, granulometría; pH, potencial hidrógeno; CE, conductividad eléctrica; NT, Nitrógeno total; MO, materia orgánica; CO, Carbono orgánico y C/N; relación Carbono/Nitrógeno, T1= (afrecho de cerveza), T2= (bagazo de caña), T3= (bagazo de palmito), T4= (cascarilla de arroz), T5= (cáscara de cacao), T6= (Fibra de coco), T7= Testigo (Tierra negra + pomina)

Para las propiedades físicas las DA de los sustratos presentaron valores entre 0.07 a 0.59 g.cm-3, la PT entre 76,77 – 92.47 % y la CRH entre 18,2% hasta 65%. Además, la G% de las partículas medidas en los sustratos >4mm fluctuaron entre 1.12% a 34.36%, las de 4-1.7mm entre 16.40% a 42.53%, las de 0.5-0.25mm de 23.38% a 52.07%, las de 0.25mm-0.15mm de 0.05% a 8.36% y <0.15mm de 0.01% a 3.63%.

En las propiedades químicas de los sustratos el pH presentan valores que varían entre 6.5 y 9.8, la CE fluctúa entre 0.3 dS.m-1 a 3.2 dS.m-1, el Nitrógeno entre 0.14% a 2.2%, el contenido de MO de 16.78% a 91.1% y para C de 9.7% a 52.8%; además se muestra la relación C/N que alcanzó valores de 21.5 a 94.8.

#### ***Variables agronómicas de enraizamiento en patrones de Rosa sp. Var. Natal Briar***

Los patrones de rosa fueron evaluados 30 días después de la siembra en los sustratos y se encontraron diferencias significativas para las variables % enraizamiento ( $F_{6, 15} = 33.47$ ;  $p < 0.0001$ ), número ( $F_{6, 15} = 38.82$ ;  $p < 0.0001$ ), longitud ( $F_{6, 15} = 116.05$ ;  $p < 0.0001$ ), peso fresco ( $F_{6, 15} = 46.75$ ;  $p < 0.0001$ ), peso seco ( $F_{6, 15} = 23.8$ ;  $p < 0.0001$ ) de raíces; también se encontraron diferencias significativas en el % de brotación ( $F_{6, 15} = 8.25$ ;  $p = 0.0006$ ), número ( $F_{6, 15} = 4.69$ ;  $p = 0.0081$ ), longitud ( $F_{6, 15} = 13.49$ ;  $p < 0.0001$ ), diámetro ( $F_{6, 15} = 8.88$ ;  $p = 0.0004$ ), peso fresco (PFB) ( $F_{6, 15} = 28.17$ ;  $p < 0.0001$ ) y peso seco (PSB) de los brotes ( $F_{6, 15} = 16.94$ ;  $p < 0.0001$ ) (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Promedio  $\pm$  error estándar del % de enraizamiento, número, longitud, peso fresco y peso seco de la raíz; % de brotación, número, longitud, diámetro, peso fresco y peso seco de los brotes de patrones de Rosa sp var. Natal Briar*

Sustrato	Enraizamiento %	Número	Longitud (mm)	Peso fresco (mg)	Peso seco (mg)	Brotación %	Número	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso fresco (mg)	Peso seco (mg)
Raíz						Brote					
T1	22.2 $\pm$ 12.8 b	2.08 $\pm$ 1.090 c	2.58 $\pm$ 1.350 f	31.96 $\pm$ 17.14 d	2.370 $\pm$ 1.19 d	0.00 $\pm$ 0.000 b	0.00 $\pm$ 0.00 b	0.00 $\pm$ 0.00 c	0.00 $\pm$ 0.00 c	0.00 $\pm$ 0.00 c	0.00 $\pm$ 0.00 c
T2	100 $\pm$ 0.00 a	36.0 $\pm$ 1.450 b	44.44 $\pm$ 2.86 c	995.3 $\pm$ 80.79 b	65.41 $\pm$ 8.24 b	55.55 $\pm$ 16.97 a	1.22 $\pm$ 0.42 a	4.24 $\pm$ 1.58 b	1.35 $\pm$ 0.47 b	74.81 $\pm$ 10.15 b	18.37 $\pm$ 3.09 b
T3	96.3 $\pm$ 3.7 a	33.08 $\pm$ 2.76 b	34.19 $\pm$ 0.55 d	658.04 $\pm$ 48.96 c	35.91 $\pm$ 1.14 c	59.26 $\pm$ 7.410 a	1.07 $\pm$ 0.10 a	5.26 $\pm$ 0.33 b	1.47 $\pm$ 0.15 ab	71.67 $\pm$ 5.61 b	19.32 $\pm$ 1.73 b
T4	100 $\pm$ 0.00 a	53.03 $\pm$ 4.29 a	50.56 $\pm$ 1.75 b	1412.3 $\pm$ 135.5 a	103.6 $\pm$ 8.88 a	62.97 $\pm$ 3.70 a	1.11 $\pm$ 0.17 a	6.11 $\pm$ 0.59 b	1.50 $\pm$ 0.13 ab	95.41 $\pm$ 1.91 b	24.11 $\pm$ 1.72 b
T5	100 $\pm$ 0.00 a	30.07 $\pm$ 1.52 b	25.63 $\pm$ 1.08 e	672.59 $\pm$ 35.56 c	37.26 $\pm$ 3.67 c	62.96 $\pm$ 9.80 a	1.14 $\pm$ 0.14 a	4.90 $\pm$ 0.20 b	1.71 $\pm$ 0.10 ab	76.97 $\pm$ 4.27 b	22.57 $\pm$ 1.77 b
T6	100 $\pm$ 0.00 a	45.78 $\pm$ 1.50 a	49.15 $\pm$ 2.23 bc	1125.0 $\pm$ 34.92 b	69.41 $\pm$ 13.5 b	59.26 $\pm$ 3.700 a	1.26 $\pm$ 0.21 a	5.09 $\pm$ 0.22 b	1.41 $\pm$ 0.19 b	74.30 $\pm$ 7.31 b	20.89 $\pm$ 1.41 b
T7	100 $\pm$ 0.00 a	45.89 $\pm$ 4.05 a	56.11 $\pm$ 1.16 a	1145.5 $\pm$ 28.04 b	97.74 $\pm$ 6.26 a	70.37 $\pm$ 3.700 a	1.37 $\pm$ 0.21 a	8.67 $\pm$ 0.67 a	2.21 $\pm$ 0.24 a	192.93 $\pm$ 24.39 a	56.85 $\pm$ 9.88 a
P - valor	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0006	0.0081	< 0.0001	0.0004	< 0.0001	< 0.0001

*Nota:* Medias de una columna seguidas por una misma letra no son significativamente diferentes (Duncan  $p > 0.05$ ); T1=

(afrecho de cerveza), T2= (bagazo de caña), T3= (bagazo de palmito), T4= (cascarilla de arroz), T5= (cáscara de cacao),

T6= (Fibra de coco), T7= Testigo (Tierra negra+ pomina)

Para el porcentaje de enraizamiento los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao), T6 (fibra de coco) y T7 (tierra negra + pomina) presentaron del 96% al 100% de enraizamiento, diferenciándose de T1 (afrecho de cerveza) que alcanzó un 22.22%.

Para las variables de raíz, los tratamientos T4 (cascarilla de arroz), T6 (fibra de coco), T7 (tierra negra + pomina) presentaron raíces entre 45 y 53 unidades, diferenciándose de T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito) y T5 (cáscara de cacao) que fluctuaron entre 30 y 36 raíces; y el tratamiento T1 (afrecho de cerveza) presentó menor número de raíces con respecto a los demás tratamientos con 2.08 unidades. El T7 (tierra negra + pomina) con respecto a su longitud midió 56.11 mm diferenciándose de los tratamientos T2 (bagazo de caña), T4 (cascarilla de arroz) y T6 (fibra de coco) que fluctuaron de 44.44 mm a 50.56 mm, también de T1 (afrecho de cerveza) con 2.58 mm, T3 (bagazo de palmito) con 34.19 mm y T5 (cáscara de cacao) con 25.63mm.

Para el peso fresco de las raíces el tratamiento T4 (cascarilla de arroz) presentó el mayor peso con 1412.3 mg, diferenciándose de T2 (bagazo de caña), T6 (fibra de coco) y T7 (tierra negra + pomina) que fluctuaron entre 995.3 mg a 1145.5 mg, también de T3 (bagazo de palmito) y T5 (cáscara de cacao) con 658.04 mg y 672.59 mg respectivamente, y de T1 (afrecho de cerveza) con el peso más bajo de 31.96 mg. Para el peso seco de la raíz los tratamientos T4 (Fibra de coco) y T7 (tierra negra + pomina) presentaron los mejores valores con 103.6 mg y 97.74 mg, diferenciándose de T2 (bagazo de caña) y T6 (fibra de coco) con 65.41 mg y 69.41 mg, de T3 (bagazo de

palmito) y T5 (cáscara de cacao) con 35.91 mg y 37.26 mg, y de T1 (afrecho de cerveza) con el peso más bajo con 2.37 mg.

La variable porcentaje de brotación, los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao), T6 (fibra de coco) y T7 (tierra negra + pomina) fluctúan entre 59.26% y 70.37%, diferenciándose de T1 (afrecho de cerveza) que no presentó brotación.

El número de brotes de los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao), T6 (fibra de coco) y T7 (tierra negra + pomina) fluctúan entre 1.07 y 1.37 unidades, diferenciándose de T1 (afrecho de cerveza) que no presentó brotes. Sin embargo, para la longitud el tratamiento T7 (tierra negra + pomina) presentó el valor más alto con 8.67 mm, en comparación a T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao) y T6 (fibra de coco) que fluctuó entre 4.24 mm y 6.11 mm. Para el diámetro del brote el tratamiento T7 (tierra negra + pomina) presentó el valor más alto con 2.21 mm, diferenciándose de T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao) y T6 (fibra de coco) cuyas medidas variaron de 1.35 mm a 1.71 mm.

Y para las variables (PFB) y (PSB) el tratamiento T7 (tierra negra + pomina) presentaron valores superiores con 192.93 mg de PFB y 56.85 mg de PSB, que los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao) y T6 (fibra de coco) con PFB de 71.67 mg a 95.51 mg y PSB de 18.37 mg a 22.57 mg (Tabla 5).

En la figura 4, se observa que los tratamientos T7 (tierra negra), T2 (bagazo de caña), T4 (cascarilla de arroz) y T6 (fibra de coco) desarrollaron el mayor número y longitud de raíces, diferenciándose de los tratamientos T3 (bagazo de palmito) y T5 (cáscara de cacao) que presentaron menor número y longitud de raíces; y además se observa que T1 (afrecho de cerveza) desarrollo un el menor número y longitud de raíces.

#### Figura 4

*Enraizamiento y brotación del patrón de Rosa sp. Var. Natal Briar*



Para el porcentaje de mortalidad, el tratamiento T1 (afrecho de cerveza) presentó un 77.78%, en comparación a T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao), T6 (fibra de coco) y T7 (tierra negra + pomina) fluctuaron entre 0 % a 3.7% ( $F_{6, 15}=33.47$ ;  $p<0.0001$ ) (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Promedio  $\pm$  error estándar del porcentaje de mortalidad de patrones de Rosa sp. Var.*

*Natal Briar*

Sustrato	% Mortalidad	
Afrecho de cerveza	77.78 $\pm$ 12.83	a
Bagazo de caña	0	b
Bagazo de palmito	3.7 $\pm$ 3.7	b
Cascarilla de arroz	0	b
Cáscara de cacao	0	b
Fibra de coco	0	b
Tierra negra + pomina	0	b

*Nota:* Medias de una columna seguidas por una misma letra no son significativamente diferentes (Duncan  $p > 0.05$ )

## Discusión

Un buen compostaje según lo describe Burés, (1997) permite la estabilización de la materia orgánica, disminución de compuestos fenólicos y pérdidas de nitrógeno, eliminación de malas hierbas, patógenos y plagas que pueden afectar el desempeño del sustrato. En la elaboración de los sustratos lignocelulósicos, se evidenciaron variaciones importantes durante el compostaje en el pH de cada material al finalizar este proceso, en donde, los sustratos que tuvieron las variaciones más altas fueron los siguientes: bagazo de caña (6.2 a 9.6), bagazo de palmito (6.3 a 9.4), cascarilla de arroz (7.2 a 8.5) y cáscara de cacao (6.9 a 9.8), debido a la formación de amoníaco como resultado de la amonificación del nitrógeno orgánico. Y para la CE el afrecho de cerveza tuvo la variación más alta de 3.5dS.m<sup>-1</sup> a 4.5dS.m<sup>-1</sup>, producto según Barrena Gómez, (2006, p. 59) de la liberación de sales minerales como iones de potasio y amonio durante la descomposición de los sustratos.

Recalde et al., (2013, p. 12) afirma que las condiciones de humedad y temperatura son muy importantes para la actividad biológica del compostaje. Los porcentajes de humedad iniciales de los sustratos se encontraron entre el 82% y 96%, que están dentro de los parámetros normales para el compostaje que describe Oviedo et al., (2017, p. 36). Esto se reflejó, en el tiempo que los sustratos alcancen las temperaturas termofílicas (a partir del 5<sup>to</sup> día) para el afrecho de cerveza de 27.7°C a 54.2°C, bagazo de caña de 28.5°C a 34°C y bagazo de palmito de 26°C a 40.1°C; y en la duración de la fase de enfriamiento (alrededor de 9 días) al término del compostaje con una temperatura promedio de 24.3°C.

Los sustratos dependen de acuerdo a Lemaire, (1995, p. 280) de las propiedades fisicoquímicas para permitir la fijación, el suministro de nutrientes, agua y oxígeno al sistema radicular de las plantas. Por lo tanto, la caracterización permitió el uso de todos los sustratos lignocelulósicos en este estudio, porque cumplieron con la mayoría de parámetros establecidos por Alvarado & Solano, (2002), Calderón Sáenz & Cevallos, (2001) y Garbanzo León & Vargas Gutiérrez, (2014, p. 161) para un sustrato ideal en DA, PT, CRH y granulometría; sin embargo, el tratamiento T1 (afrecho de cerveza) presentó la mayor CRH con el 65%, y la mayor cantidad de partículas menores a 0.5mm con el 32.55%, lo que puede ocasionar la retención de una gran fracción de agua difícilmente disponible para las plantas y una aireación deficiente.

Los pHs de los sustratos T1 (Bagazo de caña) y T6 (fibra de coco) fueron ≈6.7 de T7 (tierra negra + pomina), en cambio los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz) y T5 (cáscara de cacao) presentaron un pH básico entre 8.5 a 9.8 que son altos para el uso agronómico, debido a que puede influir

en la disponibilidad de los nutrientes del sustrato hacia la planta. El tratamiento T1 (afrecho de cerveza) presentó la CE más alta con  $3.2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , que según Bunt, (1988, p. 120), es perjudicial para la mayoría de las plantas y solo las plantas vigorosas resisten esta condición.

Las relaciones C/N fueron bajas para los tratamientos T1 (afrecho de cerveza) con 24.2 y T3 (bagazo de palmito) con 21.5, por el alto contenido de nitrógeno, esto contribuye a que estos sustratos sean descompuestos de forma rápida y sean poco estables para el enraizamiento de patrones de rosa; mientras que los tratamientos T2 (bagazo de caña), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao), T6 (fibra de coco) y T7 (tierra negra + pomina) alcanzaron relaciones de C/N entre 39.5 a 94.8 (Tabla 4), las relaciones C/N altas indican que estos materiales suministran una energía considerable con poco nitrógeno. En consecuencia, los sustratos con un rango de C:N de 30 a 300 los microorganismos de descomposición se multiplican lentamente, con pérdidas mínimas de nitrógeno como lo determina Domeño et al., (2011, p. 336).

El presente estudio demostró que los sustratos lignocelulósicos son alternativas al uso de la tierra negra y pomina, ya que los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao) y T6 (fibra de coco) presentaron % de enraizamiento, % brotación y número de brotes similares en comparación con los patrones sembrados en T7 (tierra negra + pomina) (Tabla 5). De acuerdo con estos resultados, Ritter, Hojo, Villa, & Silva, (2018, p. 3) informó que al evaluar el enraizamiento de patrones de las variedades Tineke y Natal Briar, en cascarilla de arroz y fibra de coco mostraron un mejor porcentaje de enraizamiento y brotación en comparación al sustrato compuesto por turba, vermiculita, caldolomita,

yeso agrícola y fertilizantes. Por otro lado, los patrones sembrados en T1 (afrecho de cerveza) obtuvieron los valores más bajos para la mayoría de variables como en el porcentaje de enraizamiento y brotación, con el 22.22% y 0 % respectivamente; al contrario del porcentaje de mortalidad en donde obtuvo el mayor valor (Tabla 6), que a pesar de cumplir con la mayoría de parámetros fisicoquímicos (Tabla 4) se observa que la CE afecta el crecimiento inicial de raíces y brotes; al comparar con el estudio realizado por Fornes et al. (2013) que obtuvieron un 22.5% de enraizamiento de esquejes de *Euonymus japonicus* y *Lavandula angustifolia* al utilizar residuos secos de tomate riñón y cáscaras de almendra compostadas con una CE de 2.85 dS. m<sup>-1</sup> como sustrato.

La evaluación del crecimiento y desarrollo de las raíces son de vital importancia para la planta; porque que intervienen en la absorción de agua, nutrientes y adhesión, para su posterior adaptación en campo. Entre los sustratos lignocelulósicos el tratamiento T4 (cascarilla de arroz) presentó número, longitud, peso fresco y peso seco de la raíz similar a T7 (tierra negra + pomina), seguido de los tratamientos T2 (bagazo de caña) y T6 (fibra de coco) cuyos parámetros fueron superiores a T3 (bagazo de palmito) y T5 (cáscara de cacao) (Tabla 5). Los resultados obtenidos se comparan con los estudios realizados por Ritter (2018) y Arion et al. (2020), que obtuvieron un promedio similar en longitud y peso seco de raíces, de patrones de las variedades Manetti, Natal Briar y Tineke en sustratos de cascarilla de arroz, fibra de coco y arena de río.

La formación de brotes de un patrón dependen según Montes Chinchilla, (2018, p. 88) de los nutrientes almacenados en el esqueje como del desarrollo del sistema

radicular, y también de factores externos como el tipo de sustrato, humedad relativa, temperatura y luz solar. El presente estudio encontró los valores más altos en longitud, diámetro, peso fresco y peso seco de los brotes para T7 (tierra negra + pomina), mientras los sustratos lignocelulósicos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao) y T6 (fibra de coco) alcanzaron valores similares en las variables estudiadas (Tabla 5). Entonces, los valores obtenidos dentro de la investigación fueron similares con los estudios de Aguillo y Rocío (2017) y Soohoom (2018) que registraron brotes con longitudes parecidas al término de 30 días de cultivo en una mezcla de tierra negra + pomina y en sustratos artificiales en variedades Natal briar y Sherbet. Sin embargo, Cabascango (2008) obtuvo valores más altos en longitud del brote que los reportados en esta investigación en el sustrato de tierra negra + pomina.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

El protocolo utilizado para el compostaje de los sustratos lignocelulósicos duró aproximadamente 30 días; que consistió en la homogeneización de las partículas con triturado y lavado de los materiales residuales de la agroindustria, seguido de la formación de pilas en donde se inoculó *Bacillus subtilis* para acelerar este proceso biológico, también se realizó volteos diarios, y al concluir el tiempo de compostaje se logró la estabilización de las propiedades fisicoquímicas de T°, humedad, DA, PT, CRH, Granulometría, pH, CE y C/N, que favorecieron el enraizamiento de los patrones de Rosa sp. Var. Natal briar.

El mejor sustrato lignocelulósico que puede reemplazar al uso de la tierra negra y pomina en la propagación de patrones de Rosa sp, es T4 (cascarilla de arroz) que demostró tener un enraizamiento similar a T7 (tierra negra + pomina) en los parámetros de enraizamiento con el 100%, número (50.56 a 45.89), longitud (50.56mm a 56.11mm), peso fresco (1412.3mg a 1145.5) y peso seco (103.6mg a 97.74mg) de raíces de cada sustrato. pero, también se puede tomar en cuenta el tratamiento T2 (bagazo de caña) y T6 (fibra de coco) que demostraron ser sustratos favorables para el enraizamiento y brotación.

Los tratamientos T2 (bagazo de caña), T3 (bagazo de palmito), T4 (cascarilla de arroz), T5 (cáscara de cacao) y T6 (fibra de coco) presentaron el porcentaje de enraizamiento similar al tratamiento T7 (tierra negra + pomina) entre  $55.55 \pm 16.97\%$  y

70.37±3.7%, sin embargo, el tratamiento T7 (tierra negra + pomina) obtuvo la mejor calidad de brotación al presentar la mayor longitud, diámetro, peso fresco y peso seco de brotes que el resto de los sustratos lignocelulósicos.

## **Recomendaciones**

Para el compostaje los materiales lignocelulósicos deben estar provistos de partículas homogéneas con aproximadamente de 5 mm y alrededor de 82% humedad, que facilite la actividad biológica y degradación del material vegetal.

La estabilización de las propiedades físicas y químicas de los sustratos lignocelulósicos pueden permitir el enraizamiento y brotación de los patrones de rosa.

Para la sustitución de la tierra negra, la cascarilla de arroz compostada es la mejor alternativa, debido a que el enraizamiento y brotación fueron similares.

Buscar formas prácticas que permitan aumentar el aprovechamiento de los residuos agroindustriales para así disminuir la contaminación dada por la eliminación de este tipo de desechos y reducir el consumo de tierra negra de los páramos ya que es un recurso no renovable.

## Bibliografía

- Acosta-Durán, C. M., Gallardo, C. S., Kampf, A. N., & Carvallo Bezerra, F. (2008).  
Materiales regionales utilizados en latinoamérica para la preparación de sustratos.  
*Investigación agropecuaria*, 5(2), 93-106.  
[https://www.academia.edu/3244556/MATERIALES\\_REGIONALES\\_UTILIZADOS\\_EN\\_LATINOAMÉRICA\\_PARA\\_LA\\_PREPARACIÓN\\_DE\\_SUSTRATOS](https://www.academia.edu/3244556/MATERIALES_REGIONALES_UTILIZADOS_EN_LATINOAMÉRICA_PARA_LA_PREPARACIÓN_DE_SUSTRATOS)
- Alvarado, M., & Solano, J. (2002). *Medios o sustratos en la producción de viveros y plantas*. Dirección de servicios de protección sanitaria.  
<http://www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>
- Anchali Cabrera, M. A. (2011). *Propagación vegetativa de tres variedades de (Hypericum sp) con tres enraizadores y tres sustratos orgánicos en dos sistemas de cultivo* [Trabajo fin de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4102/1/T-ESPE-IASA%20I-004566.pdf>
- Arias Lafargue, T., & López Ríos, L. (2015). Propuesta tecnológica para el aprovechamiento energético del bagazo de cebada malteada de la cervecería Hatuey. *Tecnología Química*, 35(3), 256-270.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v35n3/rtq01315.pdf>
- Arion Loza, R. R., Tinco Mamani, E., & Poma Loza, E. (2020b). Efecto del peróxido de hidrógeno en el enraizamiento de esquejes de rosa (*Rosa sp.*). *Revista de*

*Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 80-86.

[http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v7n2/v7n2\\_a11.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v7n2/v7n2_a11.pdf)

ARL Sura. (2019). *Manejo Manual de Cargas*. Arl Sura.

<https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article?id=785:-sp-7581>

Arteaga, M., León, S., & Amador, C. (2003). Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero.

*Foresta Veracruzana*, 5(2), 9-16.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49750202>

Báez Cedeño, E. A. (2016). *Evaluación del efecto de cinco cepas de Trichoderma spp.*

*Sobre el crecimiento foliar y radicular de portainjertos de rosas var. Natal Brier*

[Trabajo de fin de grado, Universidad San Francisco de Quito].

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6049/1/129535.pdf>

Baixauli Soria, C., & Aguilar Olivert, J. M. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas:*

*Aspectos prácticos y experiencias*. Generalitat Valenciana Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772261/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas/bb39ab24-ef7c-4f51-82a7-ebf73e414e18>

Barrena Gómez, R. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de*

*técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso* [Universidad autónoma de

Barcelona]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf>

Bayas Aguilar, A. M. (2010). *Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara*

*de palmito de pejibaye (Bactris gasipaes H.B.K); en la elaboración de barras*

*alimenticias energéticas, (BAE), en la industria Agrícola Exportadora C.A*

*INAEXPO* [Trabajo de fin de grado, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/856/1/AL436%20Ref.%203282.pdf>

Blok, C., & Urrestarazu, M. (2010). El uso de sustratos en Europa es cada vez mayor.

*Horticultura Global*, 1(289), 50-51.

[http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhg289/50\\_55.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhg289/50_55.pdf)

Bolívar Chávez, P. A., Castillo, A. M., Flórez Roncancio, V. J., & Fischer, G. (2005). El ácido alfa-naftalenacético prolonga la vida en la poscosecha de rosas de corte.

*Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*, 58(2), 2883-2891.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24247/24872>

Bravo Trujillo, M. D., & Flores Salazar, S. J. (2006). *Incidencia de la producción de*

*Rosas en el sector de Cayambe período 2000-2005* [Trabajo de fin de grado,

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil].

<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1770/1/T-ULVR-1586.pdf>

Bredmose, N., Kristiansen, K., & Nielsen, B. (2015). Propagation temperature, PPF, auxin treatment, cutting size and cutting position affect root formation, axillary

bud growth and shoot development in miniature rose (*Rosa hybrida* L.) plants and alter homogeneity. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*,

79(3), 458-465. <https://doi.org/10.1080/14620316.2004.11511790>

- Bunt, B. R. (1988). *Media and mixes for container-grown plants: A manual on the preparation and use of growing media for pot plants*. (Ed. 2; primera). Unwin Hyman.
- Burés, S. (1997). *Curso de gestión de viveros forestales: Manejo de sustratos*.  
[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373\\_I\\_CURSO\\_DE\\_GESTION\\_DE\\_VIVEROS\\_FORESTALES/80-373/7\\_MANEJO\\_DE\\_SUSTRATOS.PDF](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/7_MANEJO_DE_SUSTRATOS.PDF)
- Byeong-Jin, C., Chae-Kyu, S., Eun-Joo, C., & Seol-A, N. (2000). Effects of rooting promoters and light intensity on rooting and root growth of rose cuttings. *Korean Society of Horticultural Science*, 18(6), 815-818.  
<https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200028066987691.pdf>
- Cabascango López, W. (2008). *Evaluación de Sustratos para el Enraizamiento de Estacas de rosa (Rosa sp.) del patrón Natal brier* [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica Salesiana].  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6751/1/UPS-YT00026.pdf>
- Cabrera, R. I. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo*, 5(1), 5-11.  
[https://www.researchgate.net/profile/Raul-Cabrera/publication/259910311\\_Propiedades\\_uso\\_y\\_manejo\\_de\\_sustratos\\_de\\_cultivo\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_plantas\\_en\\_maceta/links/0046352f13c3e0eb5f000000/Propiedades-uso-y-manejo-de-sustratos-de-cultivo-para-la-produccion-de-plantas-en-maceta.pdf?\\_sg%5B0%5D=FU2j4yMxo32Vx-](https://www.researchgate.net/profile/Raul-Cabrera/publication/259910311_Propiedades_uso_y_manejo_de_sustratos_de_cultivo_para_la_produccion_de_plantas_en_maceta/links/0046352f13c3e0eb5f000000/Propiedades-uso-y-manejo-de-sustratos-de-cultivo-para-la-produccion-de-plantas-en-maceta.pdf?_sg%5B0%5D=FU2j4yMxo32Vx-)

5nVtr6HCWYXknlvDRS2W0HN9MtxtIKuRCT1ZmPgw8K\_oSui0gXyvNWzt2  
 -  
 xWw0wgEMPlayQ.fwTRbcdNYGiO8vxwfiikkasI7Mr9adOuj4l0EFTgB1Ad5Tq  
 ZLRhbyoBgrBDrSaclFXwyqj7nFGP8JAGSWBqI6w&\_sg%5B1%5D=0ovK8i-  
 ltfEJLiHeILSbPQeGV0m9ZagZzXU8CKYMapTMY1HKPCdA8s\_0d0KHgfcml  
 tyP\_bn0VDRaCHSysb0ya57GF2QtgvsRbd5WvSvT6Blq.fwTRbcdNYGiO8vxwf  
 iikkasI7Mr9adOuj4l0EFTgB1Ad5TqZLRhbyoBgrBDrSaclFXwyqj7nFGP8JAGS  
 WBqI6w&\_iepl=

Calderón Sáenz, F., & Cevallos, F. (2001). *Los sustratos*. Los sustratos.

[http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los\\_Sustratos.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm)

Cárdenas Navarro, R., & López Pérez, L. (2011). Propagación vegetativa de rosa: Efecto del sustrato, luminosidad y permanencia de la hoja. *Scientia Agropecuaria*, 2(4), 203-211.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjYWp14vtAhXxpVkKHX5RCBwQFjABegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F3810320.pdf&usg=AOvVaw3Ca6gyqkrDraLNIxCgA-7G>

Compañía Cervecera de Canarias. (2018). *La Búsqueda de nuevos usos del bagazo*

*cervezero*. <https://ccc.es/la-busqueda-de-nuevos-usos-del-bagazo-cervezero/>

de la Cruz Lázaro, E., Osorio Osorio, R., Martínez Moreno, E., Lozano, A. J., Gómez

Vázquez, A., & Sánchez Hernández, R. (2010). Uso de compostas y

vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero.

*Interciencia*, 35(5), 363-368. <https://orgprints.org/17102/>

Decoración de Jardines Pequeños y Grandes. (2015). *Como reproducir rosas por esquejes en bolsas plásticas*. Jardines pequeños.

<https://jardinespequenos.com/reproducir-rosas-esquejes-bolsas-plasticas/>

Domeño, I., Irigoyen, I., & Muro, J. (2011). Comparison of traditional and improved methods for estimating the stability of organic growing media. *Scientia Horticulturae*, 130(1), 335-340. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.07.012>

*Horticulturae*, 130(1), 335-340. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.07.012>

Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). *Estadísticas agropecuarias:*

*Tabulados ESPAC* (Estadísticas agropecuarias). Encuesta de Superficie y

Producción Agropecuaria Continua.

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2018/Tabulados ESPAC 2018.xlsx](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Tabulados ESPAC 2018.xlsx)

Espejo Meza, J. C. (2008). *Efecto de diferentes sustratos en la producción de plantones*

*del Theobroma cacao L. "cacao criollo" en el sector de Jacintillo-Tingo María*

[Trabajo de fin de grado, Universidad Agraria de la Selva].

<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/412/T.CSA->

[29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/412/T.CSA-29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Eyherabide, M., Sainz Rozas, H., Barbieri, P., & Echeverría, H. E. (2014b). Comparación

de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. *Ciencia del Suelo*, 32, 13-

19.

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25777/CONICET\\_Digital\\_Nro.6092f0df-9d4b-4597-a8ad-7433176558ac\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25777/CONICET_Digital_Nro.6092f0df-9d4b-4597-a8ad-7433176558ac_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Fainstein, R. (1997a). *Manual para el cultivo de rosas en Latinoamérica* (Ecuaoffset, Vol. 1). Ecuaoffset.

Farm Garden Countryside. (2019). *La segunda vida de las rosas, o como hacer crecer a la reina de las flores a partir de esquejes en el hogar.*

<https://do.farmforage.com/5064-the-second-life-of-roses-or-how-to-grow-the-queen-of.html>

Florihan Martínez, P., & Roca, D. (2011). *Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo* (pp. 37-77).

[https://www.researchgate.net/profile/Dolors\\_Roca/publication/237100771\\_Sustratos\\_para\\_el\\_cultivo\\_sin\\_suelo\\_Materiales\\_propiedades\\_y\\_manejo/links/0deec51b8657d36d7e000000/Sustratos-para-el-cultivo-sin-suelo-Materiales-propiedades-y-manejo.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dolors_Roca/publication/237100771_Sustratos_para_el_cultivo_sin_suelo_Materiales_propiedades_y_manejo/links/0deec51b8657d36d7e000000/Sustratos-para-el-cultivo-sin-suelo-Materiales-propiedades-y-manejo.pdf)

Fornes, F., Mendoza, D., & Belda, R. (2013b). Compost versus vermicompost as substrate constituents for rooting shrub cuttings. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), 518-528. <https://core.ac.uk/download/pdf/193604846.pdf>

Garbanzo León, G., & Vargas Gutiérrez, M. (2014). Determinación fisicoquímicas de diez mezclas de sustratos para producción de almácigos, Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*, 15(30), 151-168.

[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2215-24582014000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-24582014000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

García Breijo, F. J. (2003). Estructura de los frutos. *Frutos*.

[http://www.euita.upv.es/varios/biologia/web\\_frutos/Estructura.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/web_frutos/Estructura.htm)

Gavilanes Terán, I. del C. (2016). *Sostenibilidad del sector agroindustrial de Ecuador mediante el compostaje de sus residuos y el uso agrícola de los materiales obtenidos* [Tesis doctoral, Universidad Miguel Hernández de Elche].

<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/5322/1/TD%20Gavilanes%20Ter%c3%a1n%20Irene%20del%20Carmen.pdf>

Gayosso Rodríguez, S., Borges Gómez, I., Villanueva Couho, E., Estrada Botello, M. A., & Garruña Hernández, R. (2016). Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50(5), 617-631. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000500617&script=sci\\_arttext#B7](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000500617&script=sci_arttext#B7)

Gillman, J. H., & Zleasak, D. C. (2000). Mist applications of sodium silicate to rose (*Rosa L. x 'Nearly Wild'*) cuttings decrease leaflet drop and increase rooting. *Hort Science*, 35(4), 773. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.4.773>

Global Consultora de Constructora Global. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDyOT) de la Parroquia Rural El Quinche* (Número 1). Distrito metropolitano de Quito. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1768124190001\\_QUINCHE\\_29-10-2015\\_19-59-42.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768124190001_QUINCHE_29-10-2015_19-59-42.pdf)

Gras, R., & Agius, L. (1983). Quelques propriétés physiques des substrats horticoles. *Revue Horticole*, 234, 11-13.

Heirloomroses, K. (2018). *Fertilize Roses*. Heirloom.

<https://www.heirloomroses.com/info/care/how-to/fertilize/#:~:text=Nutrients%20Roses%20Need%20to%20Grow,to%20as%20the%20N%20DP%20DK%20ratio>

Heussler, P. (1997). *Estudio de la producción de las flores para corte* (Número 1, p. 68).

Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Imbaquingo Olmedo, C. R. (2002). *Evaluación del comportamiento de dos patrones de rosas (Natal brier y Manetti) en cinco tipos de sustratos para enraizamiento* [Trabajo de fin de grado, Universidad Central del Ecuador].

<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC20040023472>

Jiménez Alcazar, B. A. (2012). *Impactos paisajísticos y sensibilidad social, derivados de la explotación minera en la parroquia San Antonio de Pichincha* [Trabajo de fin de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].

[http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12461/TESIS BYRON JIMENEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12461/TESIS%20BYRON%20JIMENEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas*.

<http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>

Krizek, D. T., Carmi, A., Mirecki, R. M., Snyder, F. W., & Bunce, J. A. (1985).

Comparative effects of soil moisture stress and restricted root zone volume on

- morphogenetic and physiological responses of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.].  
*Journal of experimental Botany*, 36(1), 25-38. <https://doi.org/10.1093/jxb/36.1.25>
- Latsague Vidal, M., Sáenz Delgado, P., & Yáñez Delgado, J. (2009). Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*.  
*Bosque*, 30(2), 102-105.  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002009000200006](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002009000200006)
- Legué, V., Rigal, A., & Bhalerao, R. (2014a). Adventitious root formation in tree species: Involvement of transcription factors. *Physiologia Plantarum*, 151(2), 192-198.  
<https://doi.org/10.1111/ppl.12197>
- Lemaire, F. (1995). Physical, chemical and biological properties of growing medium.  
*Acta Horticulturae*, 396, 273-284.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.396.33>
- Lindao, V. (2010). *Cultivo de Rosa* (Apuntes de floricultura II, Vol. 1).
- Marquez Lima, S., Huacán Ventura, R. E., & Teodoro Huarhua, C. (2017). *Efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de Rosa (Rosa sp) del patrón Natal Brier en condiciones de vivero en el Instituto de Educación Rural (IER) San Salvador, Calca-Cusco*. 4(7), 22-28.  
<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/211>
- Medina Lara, M. S., Quintero Lizaol, R. D., Espinosa, V., Alarcón, A., Etchevers Barra, J. D., Trinidad Santos, A., & Conde Martínez, F. V. (2018). Generación de un

inoculante acelerador del compostaje. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(2), 206-210. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.010>

Mena Vásquez, P., & Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 91-109.

<https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf>

Montes Chinchilla, R. E. (2018). *Efecto de la edad, origen basal o apical en la brotación y macollamiento de tres tipos de semilla vegetativa de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.)* [Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6352/1/CPA-2018-T063.pdf>

Naranjo Pacha, E. I. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost* [Trabajo de fin de grado, Universidad Mayor de San Andrés].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52%20%20%20Ingeniería%20Agronómica%20-CD%20173.pdf>

Navas, J. A. (1994). *Evaluación de estopa de coco y bagazo de caña de azúcar como sustrato para la siembra de almácigos de chile jalapeño (Capsicum annuum L.), en bandejas* [Trabajo de fin de grado, Escuela Nacional de Agricultura “Roberto Quiñones”]. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CENTA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000272>

- Nazari, F., Khosh-Khui, M., & Salehi, H. (2009). Growth and flower quality of four *Rosa hybrida* L. cultivars in response to propagation by stenting or cutting in soilless culture. *Scientia Horticulturae*, *119*(3), 302-305.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.004>
- Noguera, P., Abad, M., Puchades, R., Maquieira, A., & Noguera, V. (2003). Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *34*(3-4), 593-605.  
<https://doi.org/10.1081/CSS-120017842>
- Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. (2014). *La minería dejó tres zonas de riesgo en Checa*. <https://www.ocmal.org/la-mineria-dejo-tres-zonas-de-riesgo-en-checa/>
- Olvera, M., Martínez, C., & Real, E. (1993a). *Análisis proximales*.  
<http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm>
- Oviedo, E. R., Marmolejo, L. F., & Torres, P. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, investigación y tecnología*, *18*(1), 31-42.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-77432017000100031&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-77432017000100031&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Palacios Vallejo, J. (2006). *Manual de floricultura general* (Primera). Universidad Nacional Agraria.

- Parent, S. (2020b). *Criterios para la elección de sustratos para la jardinería en azoteas* [Agrícola]. Pthorticulture. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/criterios-para-la-eleccion-de-sustratos-para-la-jardineria-en-azoteas/>
- Paz da Silva, R., & Villegas Monter, A. (2009). Niveles de sacarosa en el enraizamiento in vitro y aclimatización ex vitro de plántulas del portainjerto de vid R110 (*vitis rupestris*' *vitis berlandieri*). *Interciencia*, 34(12), 897-902. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442009001200012](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009001200012)
- Piré, R., & Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. *Bioagro*, 15(1), 55-64. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf>
- Quimbiamba Ulcuango, C. O. (2019). *Evaluación de la propagación de la Rosa (Rosa sp.) por estacas, mediante el uso de Ácido naftalen acético en el cantón Pedro Moncayo- Pichincha* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9228/1/03%20AGP%20242%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Quintero Castellanos, M. F., González, C., & Guzman, M. (2011). *Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*. [https://www.researchgate.net/publication/235999721\\_Sustratos\\_para\\_cultivos\\_hortícolas\\_y\\_flores\\_de\\_corte](https://www.researchgate.net/publication/235999721_Sustratos_para_cultivos_hortícolas_y_flores_de_corte)

- Quiñonez Fernández, M. V. (2014). *Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de pasca (Euphorbia pulcherrima; Wild. Ex Klotsch) para exportación* [Trabajo de fin de grado, Universidad Rafael Landívar].  
<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/17/Quinonez-Mario.pdf>
- Ramírez Alava, K. J. (2019). *Evaluación de cuatro tipos de sustratos inorgánicos para el cultivo hidropónico de rosas en la ciudad de Tulcán provincia del Carchi* [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].  
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/832>
- Ranaweera, K. K., Gunasekara, M. T. K., & Eeswara, J. P. (2013). Ex vitro rooting: A low cost micropropagation technique for Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz) hybrids. *Scientia Horticulturae*, 155, 8-14.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.001>
- Recalde, C. G., Echeverría, M. M., & Castro, R. P. (2013). *Descomposición de materia orgánica con microorganismos benéficos magnetizados* (N.º 6). 24(6), 9-16.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000600003>
- Rinaldi, S., De Lucia, B., Salvati, L., & Rea, E. (2014). Understanding complexity in the response of ornamental rosemary to different substrates: A multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 176, 218-224.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.07.011>
- Río Negro. (2017). *Cómo transformar el residuo de la cerveza artesanal en alimento*. Río Negro. <https://www.rionegro.com.ar/como-transformar-el-residuo-de-la-cerveza-artesanal-en-alimento-XF3744022/>

- Ritter, G., Hojo, E. T. D., Villa, F., & Silva, D. (2018). Rooting of tineke and Natal Briar rose stem cuttings in different substrates. *SCielo*, 48(8), 1-5.  
<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180117>
- Rivera Omen, R. L., Martínez Mamián, C. A., & Morales Velasco, S. (2013). Evaluación de residuos agrícolas como sustrato para la producción de pleurotus ostreatus. *Luna Azul*, 37(1), 89-100. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n37/n37a08.pdf>
- Rivera Ruíz, M. E. (2018). *Evaluación de consorcios bacterianos mediante biodigestión de desechos industriales de cinco frutas para la obtención de biofertilizantes en la empresa INALPEV* [Trabajo de fin de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14535/1/T-IASA%20I-005442.pdf>
- Salazar Ruiz, F. D. (2017). *Respuesta a tres programas de fertilización en el cultivo de rosa (Rosa sp.) Var. Freedom* [Trabajo de fin de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8734/1/T-UCE-0004-03.pdf>
- Salguero Águila, M. F. (2018). *Efecto de diferentes tipos de sustratos y contenedores en el desarrollo del cultivo de Mora (Rubus glaucus)* [Trabajo de fin de grado, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28383/1/Tesis-199%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20580.pdf>
- Segura Munguía, S., & Torres Ripa, J. (2009). *Historia de las plantas en el mundo antiguo* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Sisa Aguagallo, M. del R. (2017). *Evaluación de extractos vegetales como alternativa ecológica para accionar el enraizamiento de estacas de rosa (Rosa spp.)* [Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26376/1/Tesis-172%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20518.pdf>
- Soohoon, Kim, Manivannan, A., Yoo Gyeong, P., & Byoung Ryong, J. (2018). Physiological and biochemical modulations upon root induction in rose cuttings as affected by growing medium. *Horticultural Plant Journal*, 4(6), 257-264.  
<https://doi.org/10.1016/j.hpj.2018.09.005>
- Tapia, P., Castellanos, J., Sanchez, P., Tijerina, L., López, R., & Ojodeagua, J. (2008). Caracterización física y química de los sustratos. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 31(4), 375-381. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61031410.pdf>
- Trujillo, C. (2019). *Evaluación de cuatro sustratos y ocho combinaciones, en el cultivo de Fragaria x ananassa var. Albión, en un sistema semi-hidropónico vertical* [Trabajo de fin de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas].  
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21025/1/T-IASA%20I-005500.pdf>
- Trujillo Morocho, V. L. (2017). *Uso de cáscara de mazorca de cacao como alternativa de sustrato para la germinación de semillas de hortalizas* [Trabajo de fin de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14520/1/T-IASA%20I-005389.pdf>
- Vargas, E. (1995). El valor nutritivo de los subproductos del arroz en Costa Rica, composición química, disponibilidad y uso. *Nutrición Animal Tropical*, 2(1), 31-

50.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjO0dG7ho3tAhVBpFkKHeweD0cQFjABegQIBhAC&url=https%3A%2F%2Frevistas.ucr.ac.cr%2Findex.php%2Fnutrianimal%2Farticle%2Fdownload%2F11099%2F10460&usg=AOvVaw1tkui0PHTM1K9EGs5Hr5Wz>

Vargas Ríos, O., & Velasco Lnares, P. (2011). *Reviviendo nuestros páramos:*

*Restauración ecológica de páramos*. Flacso Andes.

<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56494.pdf>

Vera Sarango, J. A. (2015). *Evaluación de cuatro sustratos para el enraizamiento de*

*patrones de rosas de la variedad Natal Brier en la zona de El Quinche provincia de Pichincha* [Tesis, Universidad Nacional de Loja].

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13932/1/TESIS%20FINAL%20JORGE%20.pdf>

Vidalie, H. (2001). *Producción de flores y plantas ornamentales* (3°, Vol. 31). Paraninfo.

Yong, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*, 25(25), 53-

67. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217832008.pdf>

Zeas Pérez, E. R. (2016). *Evaluación de cuatro sustratos y tres niveles de fertilización en*

*el cultivo semihidropónico de pepinillo de sal (Cucumis sativus L.)* [Trabajo de fin de grado, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24349?locale=en>