

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA**



Reproducción vegetativa de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch  
utilizando Proroot con fines de reforestación en la comunidad campesina  
César Vallejo – Chulucanas

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**

Saul Calle Chinchay

**ASESORES**

Humberto Rivera Calle

Jael Odar Távara

Morropón, Perú

2021

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Autor 2**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Autor 3**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Autor 4**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Datos de los Asesores****Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

**Asesor 2**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

### Datos del Jurado

#### Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

### Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

**\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 014 - 2022/UCSS/FIA/DI

Siendo las 10:00 a. m. del día 22 de febrero de 2022 - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- |                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. Alejandro Ruiz Janje        | presidente      |
| 2. Wilson Pérez Dávila         | primer miembro  |
| 3. Jorge Alberto Torres Valles | segundo miembro |
| 4. Humberto Rivera Calle       | asesor          |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada **Reproducción vegetativa de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch utilizando Proroot con fines de reforestación en la comunidad campesina César Vallejo – Chulucanas** que presenta el bachiller en Ciencias Ambientales, **Saul Calle Chinchay** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **SUFICIENTE** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL.

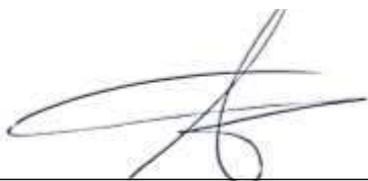
Lima, 22 de febrero de 2022.



Alejandro Ruiz Janje  
PRESIDENTE



Wilson Pérez Dávila  
1° MIEMBRO



Jorge Alberto Torres Valles  
2° MIEMBRO



Humberto Rivera Calle  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Dios por bendecirme día a día y guiar mis pasos en el camino correcto. A mi madre Leticia Chinchay More y a mi padre Fernando Calle Orozco por haberme brindado su apoyo y amor de manera incondicional en mi crecimiento como persona y profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis hermanos, familia y amigos por el apoyo que siempre me brindaron en todo el tiempo de mi carrera universitaria.

A mis asesores Blgos. Humberto Rivera Calle y Jael Odar Távora por sus conocimientos y consejos que me brindaron para la ejecución y conclusión de mi tesis.

A los profesores y amigos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae – Chulucanas por compartir sus conocimientos en mi formación profesional.

.

# ÍNDICE GENERAL

	pág.
<i>ÍNDICE GENERAL</i> .....	<i>v</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i> .....	<i>vii</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i> .....	<i>viii</i>
<i>ÍNDICE DE APÉNDICES</i> .....	<i>ix</i>
<i>RESUMEN</i> .....	<i>x</i>
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>xi</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	<i>1</i>
<i>OBJETIVOS</i> .....	<i>3</i>
<i>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</i> .....	<i>4</i>
1.1. Antecedentes .....	<i>4</i>
1.2. Bases teóricas especializadas .....	<i>11</i>
1.2.1. “Palo santo” <i>Bursera graveolens</i> .....	<i>11</i>
1.2.2. Ubicación taxonómica .....	<i>12</i>
1.2.3. Descripción dendrológica .....	<i>12</i>
1.2.4. Servicios Ecosistémicos .....	<i>15</i>
1.2.5. Métodos de propagación de especies forestales .....	<i>15</i>
1.2.6. Métodos de reproducción asexual o vegetativa .....	<i>18</i>
1.2.7. Hormonas vegetales .....	<i>22</i>
1.2.8. Proroot .....	<i>22</i>
<i>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS</i> .....	<i>24</i>
2.1. Diseño de la investigación .....	<i>24</i>
2.1.1. Lugar y fecha .....	<i>24</i>
2.1.3. Descripción del experimento de reproducción asexual de <i>B. graveolens</i> .....	<i>25</i>
2.1.4. Elaboración de encuestas .....	<i>28</i>

2.1.5. Tratamientos .....	30
2.1.6. Unidades experimentales .....	30
2.1.7. Identificación de las variables y su mensuración .....	30
2.1.8. Diseño estadístico del experimento .....	32
2.1.9. Análisis estadístico de datos .....	32
2.20. Materiales y equipos .....	32
<i>CAPÍTULO III: RESULTADOS</i> .....	34
3.1. Evaluación del número y tamaño de brotes .....	34
3.2. Evaluación del número y tamaño de raíces .....	40
3.3. Porcentaje de prendimiento de las estacas de <i>B. graveolens</i> .....	41
3.4. Interés y nivel de aceptación de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos de provisión y regulación de <i>B. graveolens</i> . .....	41
<i>CAPÍTULO IV: DISCUSIONES</i> .....	44
<i>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES</i> .....	50
<i>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES</i> .....	51
<i>REFERENCIAS</i> .....	52
<i>TERMINOLOGÍA</i> .....	59
<i>APÉNDICES</i> .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Composición de Proroot por kilogramo</i> .....	23
Tabla 2. <i>Ficha técnica del estudio</i> .....	29
Tabla 3. <i>Tratamientos del experimento</i> .....	30
Tabla 4. <i>Lista de equipos que se utilizaron en la investigación</i> .....	32
Tabla 5. <i>Lista de materiales que se utilizaron en la investigación</i> .....	33
Tabla 6. <i>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra</i> .....	34
Tabla 7. <i>Porcentajes totales de brotes en los tratamientos</i> .....	35
Tabla 8. <i>Porcentaje de brotes del Tratamiento 1 en los Meses de investigación</i> .....	36
Tabla 9. <i>Porcentaje de brotes del Tratamiento 2 en los Meses de investigación</i> .....	36
Tabla 10. <i>Porcentaje de brotes del Tratamiento 3 en los Meses de investigación</i> .....	37
Tabla 11. <i>Porcentaje de brotes del Testigo en los Meses de investigación</i> .....	37
Tabla 12. <i>Análisis de varianza de los efectos de brotes</i> .....	38
Tabla 13. <i>Método de Tukey para comparación de los tratamientos</i> .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Mapa del lugar de la investigación.....	25
<i>Figura 2.</i> Grafico Q-Q normal de los datos de brotes.....	35
<i>Figura 3.</i> Conocimiento sobre <i>B. graveolens</i> .....	41
<i>Figura 4.</i> Utilización de palo santo.....	42
<i>Figura 5.</i> Con que frecuencia ha utilizado p. santo.....	42
<i>Figura 6.</i> De qué manera ha utilizado el palo santo.....	43
<i>Figura 7.</i> Importancia de los servicios ecosistémicos.....	43
<i>Figura 8.</i> Proroot.....	68
<i>Figura 9.</i> Fungicida Benocor WP.....	69
<i>Figura 10.</i> Plantas madre para la obtención de estacas.....	70
<i>Figura 11.</i> Obtención de estacas.....	70
<i>Figura 12.</i> Preparación del sustrato.....	71
<i>Figura 13.</i> Llenado de bolsas.....	71
<i>Figura 14.</i> Desinfección de estacas.....	72
<i>Figura 15.</i> Secado de estacas.....	72
<i>Figura 16.</i> Preparación de dosis de Proroot.....	73
<i>Figura 17.</i> Siembra de estacas.....	73
<i>Figura 18.</i> Instalación de vivero.....	74
<i>Figura 19.</i> Brotación de estacas.....	74
<i>Figura 20.</i> Formación de hojas.....	75
<i>Figura 21.</i> Conteo de brotes.....	75
<i>Figura 22.</i> Conteo de raíces.....	76
<i>Figura 23.</i> Desarrollo de encuestas.....	76

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Matriz de operacionalización de variables .....	62
Apéndice 2. Tablas de resultados de brotación de <i>B. graveolens</i> .....	63
Apéndice 3. Formato de encuesta .....	65
Apéndice 4. Tablas de resultados de encuestas .....	66
Apéndice 5. Leyenda de producto hormonal Proroot .....	68
Apéndice 6. Leyenda de fungicida Benocor WP .....	69
Apéndice 7. Registro fotográfico .....	70

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la reproducción vegetativa de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch utilizando Proroot con fines de reforestación en la comunidad campesina César Vallejo de Palo Blanco, distrito de Chulucanas, provincia de Morropón del departamento de Piura. Se utilizó un diseño completamente al Azar (DCA), debido a que se emplearon cuatro tratamientos experimentales, tres tratamientos con diferentes dosis de Proroot (1 g\*L de agua, 2 g\*L de agua y 3 g\*L de agua) y un testigo (solo agua) con tres repeticiones para cada tratamiento. Las dimensiones de la variable dependiente (reproducción vegetativa de *B. graveolens*) que se evaluaron fueron: número y tamaño de brotes, número y tamaño de raíces y porcentaje de prendimiento de estacas de *B. graveolens*; A la vez, se realizó una encuesta para determinar el interés y el nivel de aceptación de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos de provisión y regulación que brinda el palo santo. Los resultados de la etapa experimental fueron: para la dimensión número de brotes, el mejor resultado de brotación se obtuvo en el Tratamiento tres (T3), utilizando Proroot con dosis de 3 g\*L de agua, siendo la media de brotación la más alta de (0,500), es decir un (50,00 %) de brotes. Sin embargo, en la etapa final de la investigación todos los brotes de las estacas se cayeron, esto se debió a la condición fisiológica de *B. graveolens*, ya que es una planta caducifolia. Asimismo, para la dimensión crecimiento radicular de las estacas de *B. graveolens* de los tres tratamientos y del testigo fue cero, es decir, no hubo desarrollo de raíces durante el tiempo de investigación, pero si presencia de callos. Por otro lado, el prendimiento de estacas fue cero, debido a que todas las estacas al final de la investigación murieron. Por último, el interés y nivel de aceptación es positivo, debido a que el 100 % de la población encuestada mencionan que los servicios ecosistémicos de provisión y regulación que brinda *B. graveolens* son de gran importancia para la comunidad.

Palabras clave: reproducción vegetativa, *Bursera graveolens*, Proroot, reforestación, estacas, Chulucanas.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the vegetative reproduction of *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch using Proroot for reforestation purposes in the César Vallejo de Palo Blanco peasant community, Chulucanas district, Morropón province, Piura department. A completely randomized design (DCA) was used, since four experimental treatments were used, three treatments with different doses of Proroot (1 g\*L of water, 2 g\*L of water and 3 g\*L of water) and a control (only water) with three repetitions for each treatment. The dimensions of the dependent variable (vegetative reproduction of *B. graveolens*) that were evaluated were: number and size of shoots, number and size of roots and percentage of establishment of cuttings of *B. graveolens*; At the same time, a survey was conducted to determine the community's interest and level of acceptance of the provision and regulation ecosystem services provided by palo santo. The results of the experimental stage were: for the number of sprouts dimension, the best sprouting result was obtained in Treatment three (T3), using Proroot with a dose of 3 g\*L of water, the average sprouting being the highest. of (0,500), that is to say a (50,00%) of outbreaks. However, in the final stage of the investigation, all the shoots from the cuttings fell off, this was due to the physiological condition of *B. graveolens*, since it is a deciduous plant. Likewise, for the root growth dimension of the *B. graveolens* cuttings from the three treatments and from the control, it was zero, that is, there was no root development during the investigation time, but there was the presence of calluses. On the other hand, stake arrest was zero, because all the stakes died at the end of the investigation. Finally, the interest and level of acceptance is positive, because 100% of the surveyed population mention that the provision and regulation ecosystem services provided by *B. graveolens* are of great importance to the community.

Key words: vegetative reproduction, *Bursera graveolens*, Proroot, reforestation, cuttings, Chulucanas.

## INTRODUCCIÓN

A nivel global desde hace décadas se viene produciendo un desbalance ambiental por el incremento de los gases invernadero, especialmente CO<sub>2</sub>, lo que implica el incremento de la temperatura que se conoce como calentamiento global. La reforestación es una alternativa viable para mitigar este problema ambiental sobre todo optando por usar especies nativas que se puedan adaptar fácilmente a la zona de impacto (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2009).

En el departamento de Piura, el *Bursera graveolens* conocido como “palo santo” es utilizado de muchas formas en actividades productivas y curativas, debido a que quemar su madera para repeler a los mosquitos que transmiten dengue, paludismo y otras enfermedades, también es una especie maderable y en los últimos años están extrayendo aceite para uso medicinal y cosmético (Vacacela, 2012). *B. graveolens* se encuentra clasificada como una especie amenazada en la categoría de En Peligro Crítico (CR), en la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre, aprobada con Decreto Supremo N° 043-2006-AG, es decir, su distribución geográfica se encuentra limitada.

En la comunidad campesina César Vallejo de Palo Blanco, era muy común encontrar árboles de *B. graveolens* de distintos tamaños, pero el uso incontrolado por parte de los moradores de la comunidad sobre esta especie para distintos usos productivos como la elaboración de cajones para mango y como sahumerio para repelente de zancudos ocasionó una deforestación. La cual, en la actualidad se ha convertido en un problema de desarrollo y conservación de esta especie en la zona. Asimismo, en la comunidad campesina no existe mucha población de palo santo, debido a que el porcentaje de germinación es demasiado baja. A esto se suma la eliminación de plántulas y plantas jóvenes de la especie que están en pleno crecimiento por animales de ganado vacuno y caprino que las utilizan como alimento (Puecas, 2011).

En 1935, se descubrió el efecto estimulante que las hormonas producían sobre el enraizamiento de estacas, lo cual, hizo posible la obtención de nuevos métodos de propagación. Se descubrió que algunas auxinas como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido indolacético (AIA), inducen el desarrollo de raíces (Giraldo *et al.*, 2009, citado por Mero *et al.*, 2017). El Proroot es un producto comercial que es utilizado por los agricultores para inducir formación de raíces de parte vegetativas de plantas cultivadas. Este producto tiene auxinas como el ácido naftalenacético (ANA) y el ácido indolbutírico (AIB) que son fitohormonas que inducen la aparición de raíces para la propagación vegetativa de plantas (Farmacia agroquímica [FAGRO], 2011).

En ese sentido se realizó una reproducción vegetativa de *B. graveolens* utilizando un producto enraizador comercial (Proroot), con fines de reforestación en la comunidad campesina César Vallejo de Palo Blanco – Chulucanas – Piura.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

- Evaluar la reproducción vegetativa de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch utilizando Proroot con fines de reforestación en la comunidad campesina César Vallejo – Chulucanas.

### Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento de brotes de las estacas de *B. graveolens*.
- Evaluar el crecimiento radicular de las estacas de *B. graveolens*.
- Determinar el porcentaje de prendimiento de las estacas de *B. graveolens*.
- Conocer el interés y nivel de aceptación de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos de provisión y regulación de *B. graveolens*.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

Vilela (2018), realizó un estudio que tuvo como objetivo evaluar las dosis de ácido indolbutírico y sustratos en la obtención de plantones de “hualtaco” *Loxopterygium huasango* en el distrito de Lancones, provincia de Sullana, Piura. La investigación contó con un diseño completo al azar utilizando tres tratamientos; un tratamiento de 500 ppm, otro con 1000 ppm de ácido indolbutírico (AIB) y un testigo; más cinco sustratos (estiércol de caprino 100 %, estiércol de caprino 75 % + tierra agrícola 25 %, estiércol de caprino 50 % + tierra agrícola 50 %, estiércol de caprino 25 % + tierra agrícola 75 % y tierra agrícola 100 %). El análisis estadístico consistió en realizar un Análisis de Varianza y la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad. La parte experimental se realizó en un vivero rustico que acondicionaron para la ubicación de las bolsas de polietileno con las respectivas estacas de “hualtaco”, fueron un total de 1350 estacas de 1 cm de diámetro y 30 cm de longitud que recolectaron. Los investigadores utilizaron un producto comercial enraizador de nombre Rapid root, el cual contiene como ingrediente activo el AIB. Las variables que se evaluaron durante el tiempo de investigación fueron: porcentaje de brotación, número de raíces y longitud de raíces. Como resultado obtuvo que la mayor producción de plantones se llevó a cabo con el primer tratamiento de 500 ppm de ácido indo-3-butirico y con el sustrato de estiércol de caprino 50 % + tierra agrícola 50 %. Al finalizar el experimento el autor concluyó que las dosis de 500 y 1000 ppm de AIB, influye de manera positiva en la propagación asexual del *Loxopterygium huasango*.

Canchan (2017), realizó un estudio que tuvo como objetivo identificar y evaluar el enraizamiento y crecimiento de esquejes de bambú asistidas con un producto regulador de crecimiento vegetal en el distrito de Pichanaqui, región Junín. El autor utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones empleando un análisis de varianza y

la prueba de significancia de Tukey a un nivel de 0,05. La metodología que utilizó fue sumergir un total de 300 estacas de bambú en una dosis de 100 mililitros en 20 litros de agua de cuatro fitoreguladores (Rapid root, Kelpak, Stymulate y Biozyme) conteniendo componentes activos de ácido indolacético (AIA) y ácido indolbutírico (AIB) más un testigo; después que las estacas de bambú desarrollaron hojas utilizó la misma dosis por aspersión foliar. Las variables que evaluó fue la longitud de las raíces, el número de raíces y número de brotes. El autor obtuvo mejores resultados de enraizamiento y crecimiento de bambú utilizando el fitoregulador Kelpak, obteniendo un porcentaje de enraizamiento de 83,30 %, seguido de Biozyme con 68,30 %, Stymulate 63,30 %, Rapid root 58,30 % y el testigo 30,00 %. Por lo cual concluyó que, el fitoregulador Kelpak con componentes de AIB produce un mejor enraizamiento y crecimiento en los esquejes de bambú en comparación con los demás fitoreguladores y significativamente mayor que la variable repuesta del testigo.

Palma (2017), realizó un estudio con el objetivo de evaluar el uso de fitohormonas en la reproducción vegetativa del “sauco” *Sambucus peruviana* en el distrito de Circa provincia de Abancay. El autor utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, obteniendo 16 unidades experimentales, con 25 plántulas por unidad experimental con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento. Las fitohormonas que se emplearon fueron: Rapiit Root (ácido indolbutírico), Rooter (ácido indolbutírico y ácido alfa-naftalenacetico) y Raizone pluz (alfanaftilacetamida y ácido indolbutírico) más un testigo. Las variables que evaluó fue la emisión de brotes, la cual se registró a los 60, 90 y 120 días de la investigación, mientras que las variables número de raíces, longitud de raíces y porcentaje de prendimiento de plantas aptas se determinaron al final de la investigación seleccionando al azar una muestra de cada repetición. Los resultados que obtuvo Palma fueron que para la emisión de brotes hubo una diferencia significativa entre los tratamientos para con el testigo. Mientras que, para la variable de número y longitud de raíz, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, pero si con el testigo. Por último, para el prendimiento de plantas los tres tratamientos no presentaron una diferencia significativa estadísticamente, pero si frente al testigo. Por lo que el autor concluyó que, los productos enraizadoras si ejercen un efecto positivo en la reproducción vegetativa de *Sambucus peruviana*.

Puecas (2011), en su investigación tuvo como objetivo conocer las características y aspectos dendrológicos de la especie *B. graveolens*, y a la vez identificar y conocer la problemática que afecta la propagación, desarrollo y técnicas de conservación de la especie en la región Tumbes. La investigación tuvo una duración de aproximadamente ocho años empezando con 30 especies forestales, especialmente tomando énfasis en el palo santo. El investigador desarrolló entrevistas a los agricultores y residentes de los sectores evaluados, los cuales proporcionaron valiosa información de los problemas y bondades que brindan la especie.

La presente investigación tiene un enfoque descriptivo, es por ello que Puecas identifica los siguientes problemas que enfrenta *B. graveolens*, entre ellos está la ampliación de actividades agrícolas como parcelas o temporales en zonas rurales lo cual lleva a la tala y cremación del bosque. Igualmente, la extracción de madera para la fabricación de cajas especialmente para mango y otros frutales. Otro problema identificado fue el sobrepastoreo, especialmente de ganado caprino que conlleva a la reducción de áreas forestales y plántulas de palo santo. Los incendios forestales es otro problema que afecta a la integridad física de los bosques. Asimismo, el crecimiento demográfico fue uno de los problemas identificados en Tumbes debido a que no se cuenta con un ordenamiento territorial. Ante los problemas identificados, el autor desarrolló ciertas acciones en unión con la Universidad Nacional de Tumbes (UNT) y la población local en favor al bosque seco de la zona. Dentro de las acciones fue desarrollar investigación en favor a las especies de la zona junto con la UNT. Otra de las acciones fue el desarrollo de un programa de semillas junto con alumnos de la UNT y la población aledaña. Asimismo, llevó a cabo la reproducción de plántulas de las diferentes especies de la zona junto a la UNT. Finalmente, Puecas, desarrolló programas de reforestación en con ayuda de la UNT y organismos internacionales. El autor concluyó que *B. graveolens* y las demás especies que se encuentran en el bosque seco de Tumbes contribuye a la economía de las familias rurales debido a que este presenta diversos beneficios y bondades como su madera para confección de cajas, artesanías, incienso y más productos beneficiosos.

Vargas (2010), realizó una investigación con el objetivo de mejorar la interacción de sustrato y dosis hormonal de ácido indol-3-butirico (AIB) para el enraizamiento de estacas de tornillo *Cedrelinga cateniformis* en el distrito de Jenaro Herrera, Provincia de Requena, Región

Loreto. El estudio contó con un diseño experimental debido a que utilizó cuatro tratamientos de AIB (1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, y 7000 ppm) y un testigo más tres tipos de sustrato (arena pura, arena con aserrín y arena con cascarilla de arroz carbonizado). La metodología empleada por Vargas, consistió en recolectar 300 estacas de 8 cm de largo de árboles sanos para después desinfectarlas y aplicarles la dosis hormonal más el sustrato e instalarlas en una cámara de sub irrigación. El autor evaluó la capacidad de enraizamiento, formación de callos, formación de brotes, formación de raíces y sobrevivencia de plántulas. Los resultados que se obtuvieron fueron que el tratamiento de 7000 ppm de AIB más arena pura tuvo una mejor interacción para el enraizamiento de estacas (25 %) a comparación de los demás tratamientos. Por último, la sobrevivencia de las plántulas fue muy baja (11 %). El autor concluyó que los resultados desfavorables se debieron a que el tornillo es una especie difícil de propagar e intolerante al exceso de humedad y a la presencia de un patógeno desconocido que no dejó desarrollar las estacas.

Mero *et al.* (2017), tuvieron como objetivo evaluar la regeneración del tejido vegetal de *B. graveolens* utilizando reguladores de crecimiento en la provincia de Manabí, Ecuador. En la investigación utilizaron un diseño completamente al azar (DCA), debido a que emplearon cinco tratamientos y cuatro repeticiones con diferentes dosis de AIB de (2 000, 4 000, 6 000, 8 000 ppm) y un testigo. Para el procesamiento estadístico de los datos utilizaron el ANOVA y la prueba de Turkey para comparar las medias de los cinco tratamientos. Las variables estudiadas por los autores fueron: número de brotes, longitud de brote mayor, presencia de callo y enraizamiento y porcentaje de mortalidad. Los resultados que obtuvieron fueron: primero, la obtención de brotes de *B. graveolens* alcanzó un 66,67 % con el tratamiento cuatro (8 000 ppm). Segundo, no hubo presencia de raíces en ninguno de los tratamientos, pero sí presencia de callos a los 60 días después de la siembra. Por último, la mortalidad de las estacas fue diferente en todos los tratamientos, como resultado positivo el tratamiento 4 resistió más tiempo vivo, pero, después de 60 días todas las estacas se murieron, es decir no hubo regeneración vegetal. Los autores concluyeron que las concentraciones de los tratamientos de AIB no ejercieron ningún efecto positivo en la regeneración del tejido vegetal de *B. graveolens* a través de la reproducción vegetativa.

Morillo *et al.* (2016), determinaron los periodos fenológicos (floración, fructificación y defoliación) de *B. graveolens* y ensayaron la propagación sexual y asexual de la especie en la comunidad de Malvas provincia de Loja, Ecuador. Los investigadores utilizaron diez árboles de palo santo en dónde evaluaron las tres variables fenológicas (floración, fructificación y defoliación) por un tiempo de un año. Asimismo, para la propagación sexual utilizaron frutos directamente de los diez arboles seleccionados y emplearon tres métodos de escarificación (mecánica, física y química), para después evaluar la brotación y enraizamiento. Por último, para el ensayo asexual, aplicaron reproducción por estacas con yemas de 25 y 30 cm de longitud y dos cm de diámetro recolectadas de árboles sanos con más de 10 años de vida. Los autores utilizaron dos hormonas comerciales (Hormonagro 1 y Enraizador H.V.), evaluando porcentaje de brotación, número de raíces, tamaño de raíces y porcentaje de enraizamiento. Los resultados que obtuvieron en el ensayo asexual con respecto al porcentaje de brotación no fueron favorables, debido a que aparecieron brotes a los 15 días de la siembra, pero al final de la investigación todos los brotes se cayeron, el mayor porcentaje fue de 62,22 % aplicando Enraizador H.V., mientras el Hormonagro 1, alcanzó un porcentaje de 10 %. Asimismo, las estacas no lograron desarrollar raíces por lo cual la mortalidad fue del 100 % de estacas. Los autores concluyeron que las hormonas enraizantes Hormonagro 1 y Enraizador H.V., no obtuvieron un efecto positivo en la reproducción vegetativa de *B. graveolens*.

Pinta *et al.* (2016), realizaron un estudio con el objetivo de generar procesos biotecnológicos, que permitan la proliferación y enraizamiento *in vitro* de *B. graveolens* del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador. Los autores emplearon dos técnicas para reproducir la especie en estudio. Primero, llevaron a cabo la germinación *in vitro* de semillas de la especie, empleando un diseño completo al azar con arreglo factorial de tres por tres, con nueve tratamientos y tres repeticiones. Segundo, utilizaron la reproducción vegetativa a través de estacas, en esta técnica utilizaron un diseño completo al azar con arreglo factorial de tres por tres, con diez tratamientos y tres repeticiones. Los autores desinfectaron las yemas utilizando 25 % de hipoclorito de sodio durante 15 minutos para controlar la contaminación y luego las dejaron secar en sombra durante aproximadamente 5 horas. Posteriormente emplearon dos hormonas enraizadoras en concentraciones de 50 mg\*L de (Ácido giberélico) más 100 mg\*L de (Benzilaminopurina). Las variables que evaluaron los autores fueron porcentaje de

contaminación y porcentaje de oxidación fenológica. Como resultados de la investigación, los autores obtuvieron que la disponibilidad de material vegetal aséptico no les permitió cumplir con el objetivo de brotamiento y enraizamiento, puesto que los explantes no produjeron brotes. Concluyendo que, la contaminación de los explantes fue mayor por lo que procedieron a ensayar métodos de embriogénesis a partir de embriones extraídos de las semillas.

Minchala y Eras (2014), realizaron un estudio con el objetivo de generar protocolos para la producción de plántulas de genotipos élitos de “palo santo” *B. graveolens*, “guayacán” *Tabebuia billbergii*, “hualtaco” *Loxopterygium huasango* y “algarrobo” *Prosopis sp.*, por métodos in vivo e in vitro en la provincia de Loja, Ecuador. Para la investigación los autores emplearon una metodología para evaluar y seleccionar genotipos sobresalientes de las especies forestales, la cual consistió primero en delimitar y explorar el área de estudio, segundo seleccionaron los árboles con características sobresalientes y finalmente colectaron el material vegetal a trabajar. Asimismo, utilizaron una metodología para establecer los protocolos biotecnológicos de las especies en estudio, para ello, primero germinaron semillas in vitro, después cultivaron ápices caulinares y segmentos nodales de las cuatro especies. Finalmente, utilizaron una metodología para crear protocolos convencionales para la producción de plantones, mediante el uso de semillas, estacas y acodos aéreos de las especies en estudio. Como resultados obtuvieron datos importantes de 10 árboles semilleros que son la fuente principal de semilla y materiales de reproducción vegetativa en la provincia de Loja. Asimismo, obtuvieron un huerto semillero de las especies forestales estudiadas. Finalmente, obtuvieron plantas por cultivo de tejidos (semillas y otros métodos morfogénicos) de genotipos dominantes de las especies estudiadas, las cuales fueron conservadas para futuras investigaciones y para plantarlas en campo.

Quinapallo y Velez (2013), tuvieron como objetivo ayudar a originar información sobre la reproducción sexual y asexual de cuatro especies forestales de “charán” *Caesalpinia glabrata*, “guayacán” *Tabebuia chrysantha*, “ángolo” *Albizia multiflora* y “guarapo” *Terminalia valverdeae*, en la provincia de Loja, Ecuador. Para la reproducción asexual de las cuatro especies utilizaron un arreglo factorial simple al azar, empleando ocho

tratamientos con cuatro repeticiones utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 y ROOT-HOR. Las variables que evaluaron fueron porcentaje de brotación, tamaño de brotes, porcentaje de enraizamiento y porcentaje de prendimiento. Los resultados obtenidos con respecto a la reproducción sexual fueron que la germinación de *Caesalpinia glabrata* alcanzó el más alto porcentaje de germinación con el 96,75 % a comparación de las demás especies. Por otro lado, en la reproducción asexual, los resultados de brotación y desarrollo de raíces de las cuatro especies de estudio no fueron favorables, debido a que las estacas presentaron brotes durante los primeros tres meses de investigación, pero luego se cayeron en su totalidad llegando a obtener una mortandad del 100 %. Por ende, los autores concluyeron que las especies habían desarrollado falsos brotes que se formaron solamente por las reservas de nutrientes del tallo, esto se debió a que las especies tratadas eran de características leñosas, las cuales impidieron el desarrollo de brotes y la proliferación de raíces.

Cueva *et al.* (2006), llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de dos estimulantes radiculares en esquejes de “loroco” *Fernaldia pandurata* en el departamento de San Miguel, El Salvador. La investigación tuvo una duración de 60 días, y las unidades experimentales fueron 21 cajas plásticas con 10 estacas cada una de la especie estudiada. El estudio contó con un diseño de bloques al azar utilizando tres tratamientos y siete repeticiones. El tratamiento uno fue el testigo (solo agua estéril), el tratamiento dos fue Hakaphos violeta (18,75 gramos por galón de agua) y el tratamiento tres fue con Proroot (7,19 gramos por galón de agua) con una duración de seis meses. Las variables que evaluaron los autores fueron: número de brotes, longitud de brotes y número de raíces de la especie en estudio. Los resultados que obtuvieron fueron que el tratamiento tres utilizando Proroot dio mejores resultados de brotación con (6,2857 brotes emergidos). Asimismo, con respecto a la longitud de brotes el tratamiento tres es el que tuvo mejores tamaños de brotes (25,8601 cm). Finalmente, para la variable número de raíces el tratamiento tres utilizando Proroot es el que desarrolló un mayor porcentaje de enraizamiento a comparación de los demás tratamientos. Los autores concluyen que, el enraizador Proroot produce mejores resultados de prendimiento de estacas de *Fernaldia pandurata*, en comparación con los demás tratamientos, debido a que registro una menor mortalidad y el único tratamiento que presentó el desarrollo de 11 raíces de las 70 estacas que se pusieron a enraizar por tratamiento.

## 1.2. Bases teóricas especializadas

### 1.2.1. “Palo santo” *Bursera graveolens*

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN] (2015), menciona que *B. graveolens* es un árbol que llega a medir hasta 9 m de altura; con hojas alternas las cuales son imparipinnadas y asociadas al final de las ramitas; compuestas de raquis alados con bordes crenadas y folíolos opuestos elípticos, obovados y estipulados; con frutos obovoides a elipsoidales, trivalvados, glabros y rojizos al madurar.

#### Usos

El palo santo es utilizado para diferentes actividades productivas como la extracción de aceite, leña para las familias, repelente de mosquitos, artesanía y principalmente en la fabricación de cajas para transportar frutas. Tiene propiedades antiinflamatorias, antiartríticas, hepatoprotectoras y antineoplásicas. También la utilizan en diferentes preparaciones cosméticas y en perfumería. Por último, lo utilizan como insecticida orgánico contra plagas como *Callosobruchus maculatus* (UICN, 2015). Otro uso importante que tiene al palo santo es en lo medicinal, ya que su esencia es usada para curar heridas y tratar dolores musculares y estomacales. Asimismo, lo usan en el ámbito decorativo y aromaterapia debido a la elaboración de productos ambientales, velas decorativas y aromáticos para ambientar oficinas y espacios cerrados (Pin, 2019).

#### Distribución

*B. graveolens* ha sido registrada en diferentes países como: México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Cuba, Colombia, Ecuador (incluyendo Islas Galápagos) y Perú. En nuestro país, *B. graveolens* se encuentra en las laderas bajas de la vertiente occidental, en ambientes secos y pedregosos de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y Huancavelica, desde el nivel del mar hasta los 3500 m s.n.m. (MINAGRI, 2004).

### 1.2.2. Ubicación taxonómica

- Clado: Malvidas
- Orden: Sapindales
- Familia: *Burseraceae*
- Género: *Bursera*
- Especie: *Bursera graveolens*
- Nombre común: “palo santo” (El Grupo de Filogenia de las Angiospermas [APG III], 2009).

### 1.2.3. Descripción dendrológica

#### a. Hábito

*B. graveolens* depende de los elementos ambientales que interactúan entre él y su hábitat. Asimismo, debe contar con las condiciones adecuadas para que puedan alcanzar alturas de hasta 15 m y copa de 12 m de diámetro. La sombra que producen los árboles de *B. graveolens* reflejan una sensación muy agradable y refrescante, debido al follaje y aroma de este. El palo santo se encuentra junto a otras especies como hualtaco, charán, sapote, overo, vichayo y algarrobo (zonas áridas), llegando a confundirse en altura con el pasallo, almendro o seca, ébano y otras (Puescas, 2011).

#### b. Fuste o tronco

Es de forma cilíndrico y ramificado desde los 2 m del suelo con copa redondeada medianamente cerrada (Aguirre, 2012; citado por Pinta *et al.*, 2016). El fuste de palo santo puede llegar a medir hasta 80 cm de diámetro y altura de 6 m, el tronco es de forma cilíndrico de color grisáceo, pardo y cenizo y tiene muchas aplicaciones debido a su resistencia bajo la tierra, la cual se debe principalmente a los cristales de oxalato cálcico y a las resinas de sus fibras que le confieren resistencia ante hongos y enfermedades (Eugenio, 2014).

### **c. Corteza**

Corteza externa lisa, de azulado a pardo cenizo cuando esta joven y de color marrón cuando se encuentra adulto. La corteza contiene resiníferas que exudan una resina con olor alcanforado o incienso (Aguirre, 2012, citado por Pinta *et al.*, 2016). La corteza presenta perturbaciones, las cuales se forman a través del tiempo. En la parte externa, la corteza se ve fisurado y lisa, de color morado-grisáceo a pardo-ceniza y al sufrir cortes empiezan a exudar un líquido llamado resina de color blanco amarillento el cual tiene un olor muy agradable y aromático penetrante (Guerra, 2013).

### **d. Raíces**

Se adapta a todo tipo de suelo, sean estos: con pedregosidad, rocoso, arenosos, suelos sueltos y ligeros con limo. Las raíces de los arboles tienen un diámetro de 10,325 cm y 5,092 cm de color superficial grisáceo, de fragancia muy penetrante y agradable el cual puede quedar impregnado en la ropa y en la piel y se puede percibir a una distancia de hasta 30 m (Puescas, 2011). Las raíces del palo santo son bien desarrolladas, las cuales se pueden adaptar a cualquier tipo de suelo como suelos arenosos, con pedregosidad, rocoso, arenoso, suelos sueltos y ligeros como limo, arena y arcilla. Asimismo, las raíces presentan un aroma agradable debido a que también presentan resina en su interior (Guerra, 2013).

### **e. Hojas**

Son imparipinnadas o parcialmente bipinnadas, oblongas a obovadas en contorno general, hasta de 30 cm de largo y 18 cm de ancho, peciolo hasta de 9 cm de largo, raquis angostamente alado, carecen de alas, foliolos comúnmente, aunque en las primeras hojas pueden ser sólo 3 ó 5 y en algunos casos los foliolos proximales están sustituidos por pinnas trifolioladas, sésiles o casi sésiles, lanceolados a ovados, variando a elípticos, oblongos o romboides (Rzedowski *et al.*, 2004). Las hojas del palo santo son usadas como forrajes y calman los síntomas de la gripe, resfrío y fortalece los bronquios cuando se preparan en infusión. La resina aromática de las hojas la utilizan para sanar orzuelos, reumatismo y dolores articulares y musculares (Pinta, 2015).

## **f. Flores y floración**

La floración se produce en los meses de mayo y junio, teniendo frutos a mediados del mes de junio hasta julio. La fructificación y floración se prolongan dependiendo de las condiciones ambientales del lugar. Las flores son blanco verdosas; 4-meras; cálices de 1,5-2,5 mm; corolas con los pétalos de 2-3 mm. *B. graveolens* es una especie caducifolia, por ende, se encuentra defoliado y sin follaje para fines de julio e inicios de agosto (Puecas, 2011). La flor del palo santo tiene pétalos blancos y amarillentos con una longitud de aproximadamente 10 cm y un diámetro de aproximadamente dos cm. Asimismo, producen una envoltura en forma de capsula verde con marrón de tres a cinco cm de longitud. Las flores son perjudiciales para el ganado vacuno (Eugenio, 2014).

## **g. Frutos**

Para Puecas (2011), el fruto del palo santo es un mesocarpio carnoso de color verde rojizo de un cm de largo que contiene tres ángulos. Mientras que para Rzedowski *et al.* (2004), es de tipo drupa, que al madurar presentan una longitud de 6 a 10 mm, obovoides, subsféricos de color rojizo; mientras que al secarse el fruto se estría longitudinalmente de cuatro a seis mm de largo y ancho, manteniendo sus 2/3 inferiores un color anaranjado o rojizo y la parte externa de color negro.

## **h. Semillas**

Son pequeñas de color marrón lustroso y en la parte superior de color rojizo con ranura de color negro, se desarrollan en los meses de junio a julio. Tiene medidas de 0,85 centímetro de largo y 0,76 centímetros de ancho. Presentan un olor similar al fuste sirviendo de alimento para la fauna silvestre. La dispersión de la semilla se da entre los meses de julio y agosto, siendo el periodo en dónde se puede recolectar semillas, teniendo en cuenta las técnicas de extracción y conservación para lograr una correcta germinación (Puecas, 2011). Las semillas del palo santo en la parte externa presentan un color rojizo con rayas de color negro de seis a ocho mm de longitud y suelen ser la forma de propagación más importante de la especie. Las semillas pueden ser tóxicas para los animales de ganado vacuno (Pinta, 2015).

#### 1.2.4. Servicios Ecosistémicos

Según la Resolución Ministerial N°135-2013-MINAM, los servicios ambientales o servicios ecosistémicos (SE), son aquellos beneficios ambientales, sociales y económicos que las personas o población de un lugar obtienen de manera directa o indirecta del adecuado funcionamiento y proceso de los ecosistemas.

Los tipos de servicios ecosistémicos, que menciona la Resolución Ministerial citada en el párrafo anterior son los siguientes:

- a. **Soporte o base.** Son aquellos servicios necesarios para desarrollar o producir otros servicios ambientales, tales como el desarrollo de genes, mantenimiento de la biodiversidad, formación de suelos y ciclo de nutrientes.
- b. **Provisión o suministro.** Son los beneficios que obtienen la población de manera directa de los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas, tales como alimento, agua, medicina natural, leña y recursos genéticos.
- c. **Regulación.** Son aquellos bienes que se obtienen del equilibrio que mantienen los componentes bióticos y abióticos en los ecosistemas, beneficios en la captura de carbono, mejor calidad del aire, moderación de riesgos naturales, adecuada polinización, regulación hídrica y un equilibrio del clima.
- d. **Cultural.** Son aquellos servicios que se pueden aprovechar de manera intrínseca; tales como el ecoturismo y los beneficios del equilibrio de los ecosistemas, en el ámbito espiritual, religioso, estético y paisajístico.

#### 1.2.5. Métodos de propagación de especies forestales

Quinapallo y Velez (2013), menciona dos tipos de propagación de plantas que se dan en el ambiente: la sexual que se da con semillas y la asexual o también llamada propagación

vegetativa, las cuales logran distintas técnicas de siembra dependiendo de la especie a desarrollar. Para Magne (2016), existen dos formas para propagar distintas especies de plantas. Primero la propagación sexual, de la cual se obtienen individuos completos originados por el proceso de fecundación. Y segundo la propagación asexual o vegetativa, la cual obtiene individuos completos a partir de tejidos de una, dos o tres plantas.

#### **a. Reproducción sexual o por semilla**

La reproducción sexual de los árboles se realiza a través de la germinación de semillas produciéndose plantas más vigorosas, sanas y adaptables. Este método comprende una serie de eventos biológicos cuya comprensión y entendimiento permiten establecer procedimientos a seguir en el campo silvicultural en el manejo de semillas (Mogrovejo, 2007, citado por Miranda y Villa fuerte, 2016). Asimismo, mencionan que la reproducción de plantas a través de semillas permite lo siguiente:

- Proporciona acumular reservas productivas en épocas apropiadas.
- Consiente producir material plantable en grandes proporciones.
- Demanda de especialistas o personas capacitadas para la producción.

#### **b. Reproducción asexual o agámica**

Para Gárate (2010), la reproducción vegetativa produce ganancia genética en períodos cortos y transfiere el potencial genético de la planta madre a su descendencia, aprovechando el progreso forestal de las especies amazónicas y las especies frutales en cuanto a rendimiento, igualdad y aguante de las cosechas.

La propagación vegetativa es el desarrollo de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas y hojas) es decir, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra planta. Esto se debe a que las células de los tejidos vegetales maduros tienen la capacidad de reproducir, de diferenciarse y originar tallos y raíces; estos grupos celulares son parte de meristemos primarios y secundarios los cuales se encuentran en todos los órganos de las plantas (Rojas *et al.*, 2004).

La reproducción asexual consiste en utilizar partes vegetativas de una planta, debido a que las células de los tejidos vegetales tienen la capacidad de multiplicarse, diferenciarse y originar otras partes como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemas primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas (Quinapallo y Velez, 2013). Para Gárate (2010), la reproducción vegetativa produce ganancia genética en períodos cortos y transfiere el potencial genético de la planta madre a su descendencia, aprovechando el mejoramiento de las especies frutales y forestales amazónicas en cuanto a productividad, resistencia y uniformidad de las cosechas.

Según Román (2014), menciona que existen cuatro métodos de propagación vegetativa, la primera es por estacas la cual consiste en pedazos de tallos o ramas provocando enraizamiento. La segunda es por injerto, el cual consiste en unir yemas a una de las partes principales de la planta madre. El acodo aéreo es otro método que consiste en inducir el enraizamiento de una parte de la planta para después separarla, logrando una nueva plántula. Por último, el tejido de cultivo, que consiste en utilizar rotoplastos, tejidos o células vegetales para obtener nuevas plántulas.

## **Ventajas**

Según Reyes (2004), la reproducción vegetativa es una de las técnicas más importantes para la producción y conservación de especies en peligro de extinción. Por ende, se debe considerar lo siguiente:

- Evalúa las partes de la planta genéticamente, así como las características similares de genotipos y pruebas maduras y juveniles
- Preserva bancos genéticos, clonales y arboretos de genotipos complejos.
- Acelera los procesos de prueba y cruzamiento y acorta los ciclos reproductivos.
- Conserva los genotipos con las mejores características genéticas para la adaptación de condiciones extremas y para la resistencia a enfermedades y plagas.
- Propaga especies de semillas que tienen dificultades de germinación, almacenamiento o de ciclo reproductivo largo.
- Maneja las distintas etapas del desarrollo de las plantas.

## **Desventajas**

De acuerdo Rojas *et al.* (2004), las desventajas de la propagación vegetativa pueden ser:

- La dispersión de enfermedades como bacterias y virus.
- Si la planta se infecta con un virus o con el uso de herramientas, esto puede transferirse al sistema de la planta. Por lo tanto, si se obtiene una estaca o esqueje también llevarán la enfermedad.
- En los injertos la enfermedad se transmite de una yema a otra injertada, como se da en los cítricos dónde enfermedades afectan grandes planes de propagación asexual.
- La propagación vegetativa no admite la recombinación genética que ayuda al adelanto y adaptación de las especies.

### **1.2.6. Métodos de reproducción asexual o vegetativa**

#### **a. Propagación por estacas**

Es la técnica más importante para la reproducción de plantas y arbustos de especies caducifolias y perennifolias. Asimismo, es un método importante para producir flores y frutas comerciales. La propagación por estacas consiste en utilizar una parte del tallo o rama y sembrarlo hasta que broten raíces obteniendo una nueva planta. Debido a la capacidad para formar yemas y raíces adventicias, cualquier fragmento de la planta puede desarrollar un organismo vegetal con similares características genéticas de la planta progenitora (Reyes, 2015).

Según Rojas *et al.* (2004), la reproducción por estacas radica en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, para luego plantarlas en una cama enraizadora, con la finalidad de inducir el desarrollo de brotes y raíces obteniendo nuevos individuos o plántulas. No todas las partes de la planta sirven para estacas, debido a que el material vegetal duro provoca un rápido enraizamiento mientras que las estacas de madera tierna demoran en enraizar.

Gárate (2010), menciona que la reproducción vegetativa a través de estacas es el sistema de propagación más antiguo, menos costoso, fácil de realizar, no requiere de habilidad especial del operador y necesita poco espacio. Asimismo, señala que casi todos los frutales nativos tropicales y subtropicales se pueden propagar por estacas.

## **Factores que afectan el enraizamiento de estacas**

### **Estado fisiológico**

Es el factor más importante, como resultado de diversos componentes del metabolismo influenciados por factores exógenos. Existen elementos importantes como la edad del tejido, la regulación hormonal, las condiciones de luz y temperatura de la planta madre y del ambiente para provocar raíces. En ocasiones la estaca también demanda de presencia de follaje para poder enraizar debido a que sus reservas nutritivas no consienten el desarrollo de nuevas estructuras, por lo cual, las estacas deben contener cierta cantidad de hojas. También puede aumentar la transpiración, evitando la muerte del esqueje por desecamiento, las condiciones ambientales del lugar deben estar bien controladas (Rojas *et al.*, 2004).

### **Aspectos fitosanitarios**

La salud de la planta madre y las yemas son de gran importancia es por eso que se evita obtener estacas de plantas enfermas provocadas por bacterias, virus u hongos. Debido a que afecta el proceso de enraizamiento y prendimiento, muchas veces, las estacas pueden ser asistidas con pesticidas o mezcladas con esterilizante como hipoclorito (Rojas *et al.*, 2004).

#### **b. Propagación por injertos**

Consiste en la unión de dos partes vegetales en una planta, permaneciendo unidas dependiendo una de otra. Obteniendo un sólo individuo distinguiéndose una parte situada debajo del punto del injerto, llamada portainjerto, patrón o pie, la cual aporta el sistema radicular y una parte superior llamada injerto o púa destinada a formar la copa (Valentini, 2003).

El injerto es una técnica frutícola que consiste en unir tejidos provenientes de distintas plantas, para formar una sola planta. Es una forma esencial para la propagación de variedades o especies que no pueden o no conviene propagar por medio de esquejes o semillas (Magne, 2016).

### **Ventajas de la propagación por injertos**

Para Valentini (2003), las ventajas que contiene la propagación vegetativa por injertos involucran los siguientes elementos:

- Reproducir plantas que no tienen la capacidad de producir semillas en condiciones ambientales extremas o inestables.
- Propagar especies que no se desarrollan a través de estacas.
- Adaptar plantas en ambientes inestables y en variadas condiciones de clima y suelo.
- Previene el desarrollo de enfermedades, plagas y parásitos, así mismo produce el fructificación en menos tiempo de los árboles y la variedad de cultivos.

### **c. Propagación por acodos**

Es una técnica de reproducción de especies arbóreas que consiste en desarrollar nuevas raíces de una parte de la planta ya sea tallo o rama, utilizando algún sustrato. Después que la rama o parte del tallo desarrolla raíces se separa de la planta madre obteniendo una nueva planta independiente e idéntica a la madre. La técnica de acodo puede realizarse hasta en el 70% de la copa de una planta o árbol (Reyes, 2015).

Según Ruiz (2013), la propagación por acodos consiste en desarrollar raíces en un tallo que se encuentra unida a una planta madre. Una vez que el tallo haya enraizado se separa de la planta y se transforma en un individuo independiente que tiene y vive sobre sus propias raíces. La ventaja de esta técnica es que al estar unido el tallo a la planta madre, no se interrumpe la alimentación de la parte que está enraizando.

## **Tipos de acodos**

### **Acodo aéreo**

Consiste en la formación de raíces en la parte aérea de la planta, después que se realizan en las ramas incisiones rectas o en forma de anillo, y que el punto lesionado se ha tapado con un sustrato apto para el enraizamiento. Este método se realiza a finales de la estación de verano y en las ramas de un año (Aquino, 2019).

Los acodos aéreos unidos a las plantas madres pueden formar raíces cuando se pone en contacto con un medio de enraizamiento. Una vez que se separa de la planta madre el tallo enraizado puede formar un nuevo individuo, debido a las características de desarrollo vegetativo que presenta (Ruiz, 2013).

### **Acodo simple**

Este método consiste en utilizar una rama de una planta y doblarla hasta el suelo, cubriéndola con algún sustrato o tierra que se extrae, asimismo se deja descubierto la parte del extremo terminal de la rama realizando pequeños cortes en la parte inferior de la rama. Puede emplearse un alambre para mantener al acodo en su lugar y junto a la parte saliente de la rama se coloca una estaca vertical para mantenerla recta (Pérez, 2017).

Esta técnica se realiza con las ramas de especies frutales debido a que sus ramas son largas y flexibles. Este método consiste en enterrar una parte de la rama manteniendo libre la parte externa; la parte que se entierra se le puede realizar cisuras y utilizar hormonas para producir raíces. Una vez formada la nueva planta no se la extrae de la planta madre ya que le ayuda con los nutrientes para poseer una planta fuerte necesarios para su crecimiento y desarrollo (Rojas *et al.*, 2004).

### **1.2.7. Hormonas vegetales**

Según Cantero (2014), las hormonas vegetales están formadas por sustancias orgánicas que funcionan sobre diferentes procesos fisiológicos de la planta en concentraciones bajas, principalmente a nivel de crecimiento y desarrollo.

Los reguladores de crecimiento vegetal son sustancias sintéticas exógenos con igual actividad fisiológica que las sustancias de crecimiento vegetal, o los compuestos con capacidad para modificar el crecimiento de la planta por otros medios. Los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos diferente a los nutrientes, que estimulan, inhiben o modifican de algún modo cualquier proceso fisiológico en las plantas (Quinapallo y Velez, 2013).

#### **Auxinas**

Para Kamiya (2010), citado por Canchan (2017), las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento de las plantas. Estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se emplean en la base de las estacas. Ayuda en el crecimiento del tallo principal y raíces, se usan principalmente para provocar el enraizamiento de estacas de plantas ornamentales herbáceas y leñosas.

La función de las auxinas es situarse en las membranas celulares, dónde se alteran la porosidad de ésta, acelerando el metabolismo y trasladando la alteración del funcionamiento celular, produciendo efectos en el crecimiento y división celular, la afinidad de sustancias y nutrientes al lugar de concentración. Asimismo, de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos (Rojas *et al.*, 2004).

### **1.2.8. Proroot**

Es un producto comercial para inducir formación de raíces que contiene ácido naftalenacético (ANA), ácido Indolbutírico (AIB) y otros elementos (Tabla 1), los cuales se absorben de una manera más rápida vía foliar usados en periodos de enraizamiento, floración y desarrollo de

fruto. Asimismo, almacenan energía y ayudan en el proceso de otros compuestos intracelulares acelerando el metabolismo de la planta (FAGRO, 2011).

Tabla 1

*Composición de Proroot por kilogramo*

<b>Análisis garantizado</b>	<b>% en peso</b>
Nitrógeno total (N)	11,00%
Fósforo aprovechable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	55,00%
Ácido naftalenacético (ANA)	2 800 ppm
Ácido indolbutírico (AIB)	200 ppm
Ácidos fúlvicos	2,00 %
Acondicionadores e inertes	31,70 %
Total	100,00 %

*Fuente:* (FAGRO, 2011)

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Diseño de la investigación**

La investigación fue de tipo experimental con un enfoque mixto, debido a que en la investigación recolectaron y analizaron datos cuantitativos de acuerdo a los objetivos planteados. Según Hernández *et al.* (2014), la investigación experimental es aquella en donde el investigador maneja las variables del trabajo. Asimismo, la investigación tiene un alcance básico explicativa, debido a que el estudio busca una explicación de las causas que intervienen en las diferentes variables de estudio y permite comprobar la hipótesis que expliquen el comportamiento de un fenómeno (Ramos, 2020).

#### **2.1.1. Lugar y fecha**

La presente investigación se desarrolló en la parte alta de la comunidad campesina César Vallejo del caserío de Palo Blanco, distrito de Chulucanas, provincia de Morropón del departamento de Piura. El estudio contó con una duración de cinco meses de enero a mayo del 2020.

#### **2.1.2. Breve descripción del área de estudio**

Según Carrillo (2015), geográficamente la comunidad campesina César Vallejo de Palo Blanco se encuentra en la vertiente occidental de los Andes de Perú, y se ubica entre los 5°03'23'' a 5°02'38'' latitud sur y 80°04'17'' a 80°03'45'' longitud oeste. Presenta un clima semitropical con una temperatura anual de 24,8 °C, siendo febrero, el mes más caluroso del año y julio el mes más frío. La precipitación es de 201 mm al año, siendo los meses más secos julio a setiembre, mientras que los meses de octubre a mayo presentan lluvias, marzo es el mes con mayor precipitación del año.

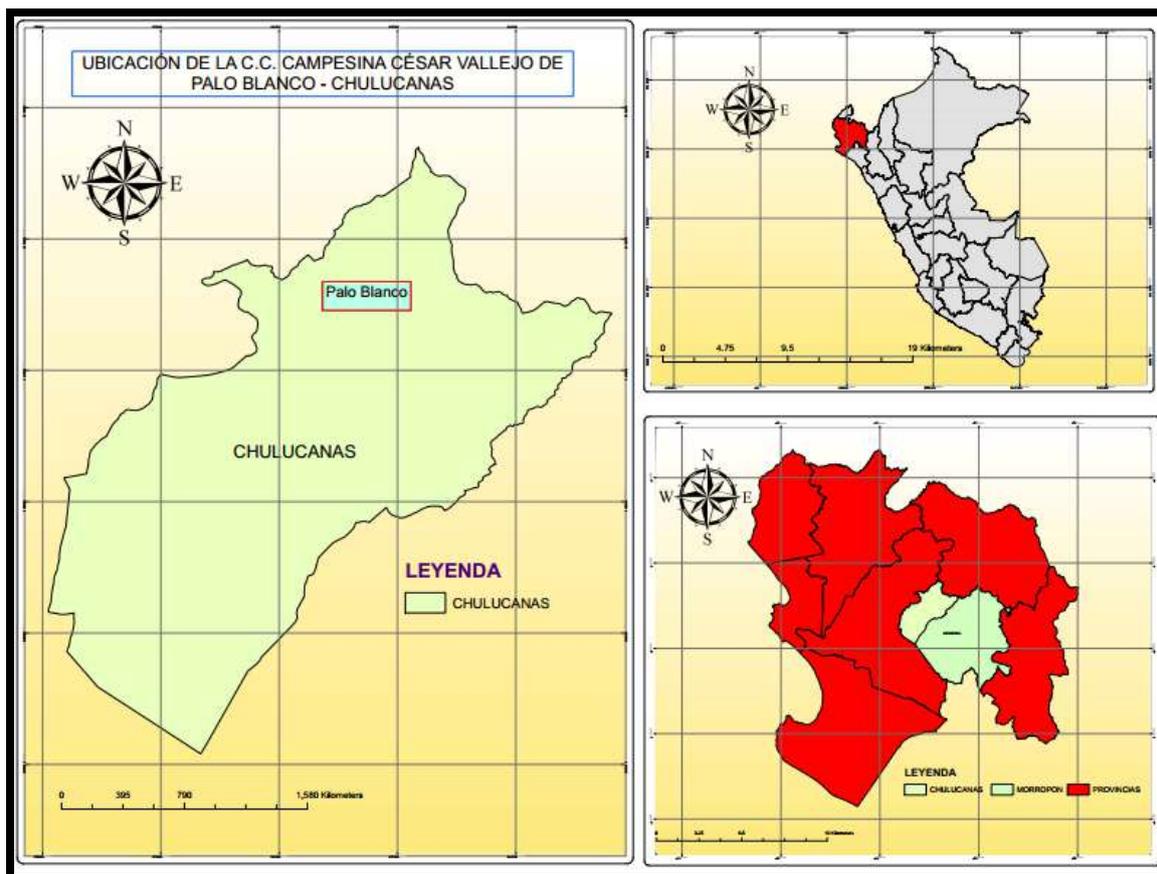


Figura 1. Mapa del lugar de la investigación. Fuente: elaboración propia (2021).

### 2.1.3. Descripción del experimento de reproducción asexual de *B. graveolens*

#### a. Ubicación y construcción del invernadero

El invernadero se ubicó en la parte alta de la comunidad campesina César Vallejo de Palo Blanco. Para la construcción del invernadero se utilizaron ocho varas de bambú, las cuales sirvieron como columnas y techo del invernadero, a la vez se emplearon seis m de malla rashed para cubrir las columnas y el techo, con la finalidad de controlar la temperatura, radiación, precipitación, insectos y otros factores externos que pudieron afectar el desarrollo de las unidades experimentales. El área del invernadero fue de 12 m<sup>2</sup>.

#### b. Preparación del sustrato

Para la plantación de las estacas de los tratamientos y del testigo, se utilizó un solo sustrato, el cual se preparó siguiendo la metodología de Vilela (2018), quien consiguió mejores

resultados con un sustrato empleando el 50% de campos y 50 % de tierra agrícola, es por ello que la investigación empleó 60 kg de tierra agrícola, la cual se mezcló con 60 kg de compost utilizando una palana hasta obtener un solo sustrato homogéneo de aproximadamente 120 kg (Figura 5). Finalmente, una vez obtenido el sustrato pasó a desinfectarse con el fungicida Benocor WP con una dosis de 300 g\*L de agua (Apéndice 4).

### **c. Llenado y ubicación de bolsas**

Después que se preparó el sustrato se procedió al llenado de las bolsas de polietileno con un kilogramo por cada bolsa (Figura 6). Fue un total de 120 bolsas de quince centímetros de largo y ocho de diámetro las que se llenaron con el sustrato preparado para luego ser ubicadas en el invernadero. Las bolsas de cada tratamiento se colocaron en forma paralela en cuatro grupos dejando un espacio de aproximadamente 50 centímetros entre cada grupo.

### **d. Recolección de estacas**

Las estacas se recolectaron de cuatro árboles sanos de *B. graveolens* de la comunidad campesina César Vallejo (Figura 3), siguiendo la metodología de Morillo *et al.* (2016), quienes en su investigación señalan que recolectaron estacas de palo santo de árboles sanos con más de 10 años de vida útil. Para la recolección se utilizó una tijera de podar para cortar las estacas y se midió con una cinta métrica de un metro, una longitud de 30 centímetros y un diámetro de aproximadamente tres centímetros (Figura 4).

Las estacas recolectadas se colocaron en una caja isotérmica siguiendo la metodología de Vilela (2018), quien utilizó una caja isotérmica para transportar las estacas con la finalidad de evitar posibles daños y deshidratación hasta que fueron llevadas al invernadero para su plantación.

#### **e. Desinfección de las estacas**

Las estacas recolectadas pasaron por un tratamiento de desinfección utilizando el fungicida Benocor WP. La desinfección se basó en sumergir las estacas en una solución de fungicida y agua (10 g\*L) durante un tiempo de 10 minutos (Figura 7). Después, se extrajeron las estacas y se dejaron secar en sombra durante aproximadamente 4 horas. Dicha metodología de desinfección se adaptó a lo propuesto por Pinta *et al.* (2016) (Figura 8).

#### **f. Preparación de la dosis de Proroot**

Para las dosis de los diferentes tratamientos se empleó un producto comercial enraizador de nombre Proroot, el cual se compró. Las dosis utilizadas se prepararon de la siguiente manera: primero se utilizó una cuchara para extraer cierta cantidad de Proroot, luego con ayuda de una balanza se pesó la cantidad exacta de Proroot para cada tratamiento y utilizando una jarra de un litro se midió la cantidad de agua que necesitaba cada tratamiento. Las dosis fueron: (1 g\*L de agua, 2 g\*L de agua y 3 g\*L de agua) y el testigo que solo fue en agua pura, tal como se muestra en la Figura 9.

#### **g. Siembra y aplicación de proroot**

Las estacas desinfectadas y oreadas fueron sumergidas por 20 minutos en las distintas dosis de Proroot. Luego, se dejaron secar en sombra durante un tiempo de 10 minutos. Después, se mezclaron al azar y se sembraron en las bolsas de polietileno (Figura 10). Finalmente, se ubicaron las bolas con las estacas en cuatro grupos de tres tratamientos más el testigo con sus respectivas repeticiones, en el invernadero construido (Figura 11). Las mismas dosis de Proroot fueron aplicadas mensualmente durante todo el tiempo de la investigación.

#### **h. Riego de las estacas**

Utilizando una jarra de un litro, se regaron las estacas todos los días en un horario de las seis de la tarde durante el primer mes. Después que transcurrió un mes, las estacas fueron regadas

dejando un día en el mismo horario hasta que finalizó la investigación. Dicha metodología fue adaptada de la investigación de Mero *et al.* (2017).

#### **2.1.4. Elaboración de encuestas**

Para conocer el interés y el nivel de aceptación sobre los servicios ecosistémicos de provisión y regulación que brinda *B. graveolens*, se realizó una encuesta a los pobladores de la comunidad César Vallejo de Palo Blanco. La Tabla 2, muestra la ficha técnica del estudio, la cual contiene la información necesaria para la elaboración de la encuesta.

La encuesta que se elaboró contiene seis preguntas sobre el conocimiento, importancia y beneficios que brindan los servicios ecosistémicos de provisión y regulación de *B. graveolens* hacia la población de la comunidad. En el Apéndice 3 se detallan las encuestas con las preguntas.

Se hace mención que para la presente investigación el instrumento de medición (encuesta) ha sido adaptada del estudio de Ríos y Ortiz (2013), quienes determinaron la cantidad de personas a muestrear utilizando una fórmula que calcula la cantidad de muestras de una población finita con un nivel de confianza del 95 % y error del 5 %.

De acuerdo al censo 2017 realizado por el (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017), la población del caserío de Palo Blanco es de 487 habitantes, la cual se utilizó para determinar la población a muestrear. A continuación, se presenta la fórmula y el cálculo.

#### **Cálculo de la muestra**

**Formula:**

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N= población

n= muestra

p=probabilidad a favor

q= probabilidad en contra

z= nivel de confianza

e= error de muestra

Aplicando la fórmula anterior proseguimos a realizar el cálculo para determinar el número de muestras a encuestar:

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 487}{0,05^2(487 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$
$$n = 215$$

De acuerdo a la fórmula, en total se aplicarán 215 encuestas.

Tabla 2

*Ficha técnica del estudio*

Ficha técnica de encuesta	
Ámbito	Comunidad César Vallejo del caserío de Palo Blanco en el año 2020.
Universo	Pobladores hombres y mujeres de la comunidad César Vallejo
Población	487 pobladores
Muestra	Población finita
Tamaño muestral	215 pobladores
Error muestral	5 %
Nivel de confianza	95 %
Diseño muestral	Polimétrica al azar

*Fuente:* Elaboración propia (2021)

### 2.1.5. Tratamientos

En la investigación se aplicaron cuatro tratamientos y tres repeticiones: tres con diferentes dosis de Proroot, más un testigo. En la Tabla 3 se muestran los tratamientos de la presente investigación.

Tabla 3

#### *Tratamientos del experimento*

Tratamientos	Repeticiones	Dosis
T1	3	1 g de Proroot* L de agua (1000 ppm)
T2	3	2 g de Proroot*1 L de agua (2000 ppm)
T3	3	3 g de Proroot*1 L de agua (3000 ppm)
Testigo	3	En agua

*Fuente:* Elaboración propia (2021)

### 2.1.6. Unidades experimentales

Cada tratamiento experimental tuvo 10 bolsas de sustrato más estaca de *B. graveolens* con tres repeticiones cada uno. Obteniendo un total 120 unidades experimentales.

### 2.1.7. Identificación de las variables y su mensuración

#### **a. Variable dependiente: Reproducción vegetativa de *B. graveolens* (Kunth) Triana & Planch**

Para llevar a cabo la reproducción vegetativa se utilizaron 120 estacas de *B. graveolens* con 30 cm de longitud y dos cm de diámetro.

Las dimensiones que se evaluaron de esta variable fueron las siguientes:

### **Número y tamaño de brotes**

Para el conteo de brotes se seleccionaron al azar cuatro bolsas con estacas de los tratamientos y del testigo, registrándose los datos en una libreta durante todo el tiempo que duró la investigación. Asimismo, se midió la longitud de los brotes en cm, utilizando una cinta métrica. La evaluación de esta dimensión se realizó todos los días durante el primer mes, luego cada cinco días durante todo el tiempo de la investigación.

### **Número y tamaño de raíces**

Para el conteo de raíces se utilizó un muestreo aleatorio en los cuatro tratamientos tomando cuatro bolsas al azar de cada tratamiento y del testigo. Asimismo, se midió la longitud de raíces en cm utilizando una cinta métrica. La evaluación de esta variable se realizó cada 15 días durante todo el tiempo de la investigación.

### **Porcentaje de prendimiento de las estacas de *B. graveolens***

El prendimiento de las estacas se determinó cada 15 días durante los cinco meses de estudio. Para ello, se registraron en una libreta todos los datos que se obtuvieron de la observación y manipuleo in situ.

### **b. Variable independiente: Proroot**

Para inducir las estacas de *B. graveolens* se utilizaron tres dosis de Proroot (1g\*L de agua, 2 g\*L de agua y 3 g\*L de agua).

La dimensión que se evaluó en esta variable fue la siguiente:

### **Efectividad de la auxina Proroot**

La efectividad de la auxina se determinó a través del porcentaje de prendimiento de estacas en cada tratamiento.

### 2.1.8. Diseño estadístico del experimento

La presente investigación utilizó un diseño completamente al Azar (DCA), debido a que se emplearon cuatro tratamientos experimentales con tres repeticiones.

### 2.1.9. Análisis estadístico de datos

Los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el Análisis de varianza (ANOVA) en el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), con la finalidad de comparar los resultados de los tratamientos con respecto a las variables de estudio. Asimismo, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución normal de los datos. Del mismo modo, se realizó un análisis post anva utilizando el estadístico de Tukey con significancia ( $p < 0,05$ ), para comparaciones múltiples de las medias de los tratamientos.

### 2.20. Materiales y equipos

En la Tabla 4 y Tabla 5 se muestran los equipos y materiales que se utilizaron para el desarrollo y ejecución de la investigación.

Tabla 4

*Lista de equipos que se utilizaron en la investigación*

Equipos	Cantidad
Laptop	1 unidad
GPS	1 unidad
Cámara fotográfica	1 unidad
Balanza digital	1 unidad

*Fuente:* Elaboración propia (2021)

Tabla 5

*Lista de materiales que se utilizaron en la investigación*

Materiales	Cantidad
Proroot	1 kg
Benocor WP	1 kg
Libreta de apuntes	1 unidad
Lapicero	1 unidad
Cuchara	1 unidad
Regadera de plantas	1 unidad
Tijera de podar	1 unidad
Palana	1 unidad
Cinta métrica	1 unidad
Bolsas de polietileno	120 unidades
Malla raschel	1 unidad
Estacas de <i>B. graveolens</i>	120 unidades
Tierra agrícola	120 Kg
Caja isotérmica	1 unidad

*Fuente:* Elaboración propia (2021)

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Evaluación del número y tamaño de brotes

#### a. Prueba de normalidad

##### Hipótesis

Ho: Los datos presentan una distribución normal, si  $p > 0,05$ .

H1: Los datos no presentan una distribución normal, si  $p < 0,05$ .

Tabla 6

*Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra*

		Porcentaje de brotes
N		60
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	0,3317
	Desviación típica	0,23614
Diferencias más extremas	Absoluta	0,120
	Positiva	0,120
	Negativa	-0,114
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,929
Sig. asintót. (bilateral)		0,354

Fuente: Elaboración propia (2021)

a. La distribución de contraste es la normal  
b. Se han calculado a partir de los datos

Como se puede observar en la Tabla 6, el estadístico de prueba Kolgomoro-Smirnov nos da un  $p = 0,354$ , lo cual se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), es decir los datos de número de brotes de *B. graveolens* tienen una distribución normal.

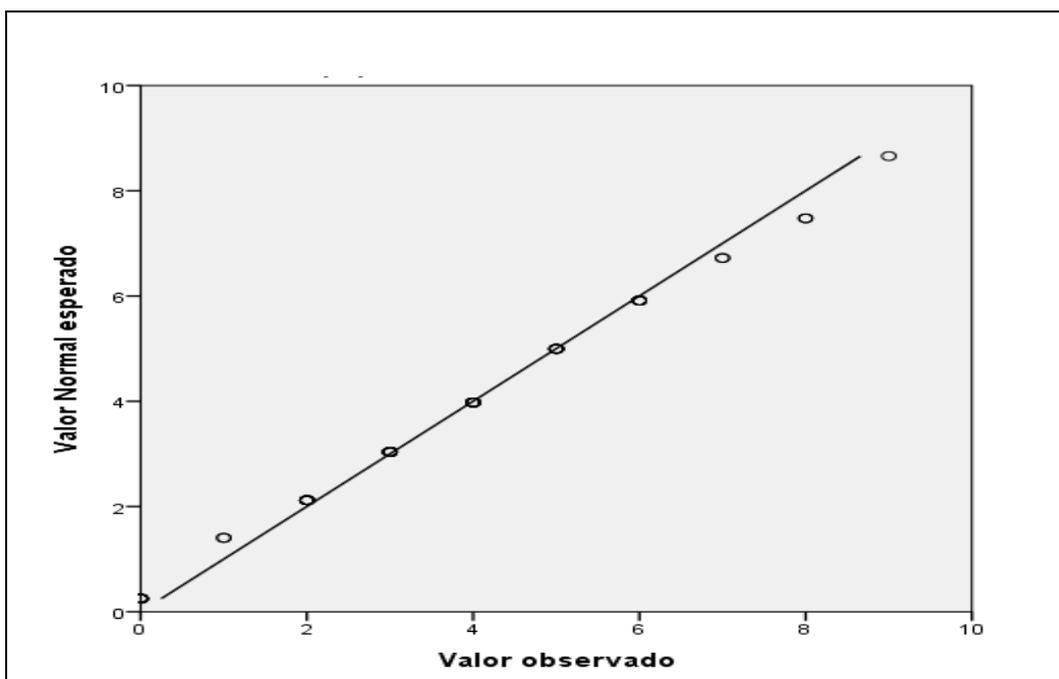


Figura 2. Gráfico Q-Q normal de los datos de brotes. Fuente: elaboración propia (2021)

A través del gráfico de QQ plot (Figura 2), podemos observar que los datos obtenidos del número de brotes de *B. graveolens* tienen una distribución normal, lo cual ya se había demostrado con la prueba de Kolgomorov-Smirnov.

### b. Estadísticas descriptivas

En la Tabla 7, se describen los porcentajes totales de los tratamientos.

Tabla 7

*Porcentajes totales de brotes en los tratamientos*

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
T1	0,240	0,013	0,214	0,266
T2	0,360	0,013	0,334	0,386
T3	0,500	0,013	0,474	0,526
Testigo	0,227	0,013	0,201	0,253

Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Tabla 7, se puede observar que el T1 tiene un promedio de 0,240 (24,0 %) de brotes de palo santo, con el T2 se tiene en promedio 0,360 (36,0 %) de brotes, con el T3 se tiene en promedio 0,50 (50,0 %) de brotes, mientras que con el Testigo se tiene en promedio 0,227 (22,7 %) de brotes de palo santo. Lo cual significa que el T3, tuvo el mayor porcentaje de brotes.

Tabla 8

*Porcentaje de brotes del Tratamiento 1 en los Meses de investigación*

Tratamientos	Mes de la muestra	Media	Desviación típica	N
T1	Mes 1	0,2000	0,00000	3
	Mes 2	0,3333	0,05774	3
	Mes 3	0,4333	0,05774	3
	Mes 4	0,2333	0,05774	3
	Mes 5	0,0000	0,00000	3
	Total	0,2400	0,15492	15

Fuente: Elaboración propia (2021)

De la Tabla 8, se observa que cuando se usó el T1, en el Mes 1 se tiene en promedio 0,2000 (20,00 %) de brotes, en el Mes 2 se tiene en promedio 0,3333 (33,33 %) de brotes, en el Mes 3 se tiene en promedio 0,4333 (43,33 %) de brotes, en el Mes 4 se tiene en promedio 0,2333 (23,33 %) de brotes, en el Mes 5 se tiene en promedio 0,00 (00,00 %) de brotes de palo santo, es decir no hubo brote.

Tabla 9

*Porcentaje de brotes del Tratamiento 2 en los Meses de investigación*

Tratamientos	Mes de la muestra	Media	Desviación típica	N
T2	Mes 1	0,3333	0,05774	3
	Mes 2	0,4667	0,05774	3
	Mes 3	0,6333	0,05774	3
	Mes 4	0,3667	0,05774	3
	Mes 5	0,0000	0,00000	3
	Total	0,3600	0,21974	15

Fuente: Elaboración propia (2021)

De la Tabla 9, se observa que cuando se usó el T2, en el Mes 1 se tiene en promedio 0,3333 (33,33 %) de brotes, en el Mes 2 se tiene en promedio 0,4667 (46,67 %) de brotes, en el Mes 3 se tiene en promedio 0,6333 (63,33 %) de brotes, en el Mes 4 se tiene en promedio 0,3667 (36,67 %) de brotes, en el Mes 5 se tiene en promedio 0,00 (00,00 %) de brotes de palo santo, es decir no hubo brotes.

Tabla 10

*Porcentaje de brotes del Tratamiento 3 en los Meses de investigación*

Tratamientos	Mes de la muestra	Media	Desviación típica	N
T3	Mes 1	0,5333	0,05774	3
	Mes 2	0,6333	0,05774	3
	Mes 3	0,8333	0,05774	3
	Mes 4	0,5000	0,00000	3
	Mes 5	0,0000	0,00000	3
	Total	0,5000	0,28785	15

Fuente: Elaboración propia (2021)

De la Tabla 10, se observa que cuando se usó el T3, en el Mes 1 se tiene en promedio 0,5333 (53,33 %) de brotes, en el Mes 2 se tiene en promedio 0,6333 (63,33 %) de brotes, en el Mes 3 se tiene en promedio 0,8333 (83,33 %) de brotes, en el Mes 4 se tiene en promedio 0,5000 (50,00 %) de brotes, en el Mes 5 se tiene en promedio 0,00 (00,00 %) de brotes de palo santo, es decir no hubo brotes.

Tabla 11

*Porcentaje de brotes del Testigo en los Meses de investigación*

Tratamientos	Mes de la muestra	Media	Desviación típica	N
Testigo	Mes 1	0,1667	0,05774	3
	Mes 2	0,4000	0,00000	3
	Mes 3	0,4000	0,10000	3
	Mes 4	0,1667	0,05774	3
	Mes 5	0,0000	0,00000	3
	Total	0,2267	0,16676	15

Fuente: Elaboración propia (2021)

De la Tabla 11, se observa que cuando se usó el Testigo, en el Mes 1 se tiene en promedio 0,1667 (16,67 %) de brotes, en el Mes 2 se tiene en promedio 0,4000 (40,00 %) de brotes, en el Mes 3 se tiene en promedio 0,4000 (40,00 %) de brotes, en el Mes 4 se tiene en promedio 0,1667 (16,67 %) de brotes, en el Mes 5 se tiene en promedio 0,00 (00,00 %) de brotes de palo santo, es decir no hubo brotes.

### c. Análisis de varianza

#### Hipótesis de Tratamientos

Ho: Todos los tratamientos son iguales, sí  $p > 0,05$ .

H1: Al menos un tratamiento es diferente, sí  $p < 0,05$ .

Tabla 12

*Análisis de varianza de los efectos de brotes*

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mod. corregido	3,190 <sup>a</sup>	19	0,168	67,154	0,000
Intersección	6,600	1	6,600	2 640,067	0,000
Tratamiento	0,729	3	0,243	97,133	0,000
Error	0,100	40	0,003		
Total	9,890	60			
Total corregida	3,290	59			

Fuente: Elaboración propia (2021)

a. R cuadrado = 0,970 (R cuadrado corregida = 0,955)

Como se observa en la Tabla 12, de análisis de varianzas (ANVA) el valor de P para los tratamientos es de 0,000, por la cual rechazamos  $H_0$  y aceptamos  $H_1$ , es decir existe diferencia significativa entre los 4 tratamientos (T1, T2, T3 y el Testigo).

También se observa que  $R^2 = 0,97$  (97%), es decir el 97% del porcentaje de brotes de palo santo se debe a los tratamientos (T1, T2, T3, Testigo) y al mes de análisis.

#### d. Comparaciones múltiples de los tratamientos

Tabla 13

*Método de Tukey para comparación de los tratamientos*

	(I)Tratamientos	(J)Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	T1	T2	-0,1200*	0,01826	0,000	-0,1689	-0,0711
		T3	-0,2600*	0,01826	0,000	-0,3089	-0,2111
		Testigo	0,0133	0,01826	0,884	-0,0356	0,0623
	T2	T1	0,1200*	0,01826	0,000	0,0711	0,1689
		T3	-0,1400*	0,01826	0,000	-0,1889	-0,0911
		Testigo	0,1333*	0,01826	0,000	0,0844	0,1823
	T3	T1	0,2600*	0,01826	0,000	0,2111	0,3089
		T2	0,1400*	0,01826	0,000	0,0911	0,1889
		Testigo	0,2733*	0,01826	0,000	0,2244	0,3223
	Testigo	T1	-0,0133	0,01826	0,884	-0,0623	0,0356
		T2	-0,1333*	0,01826	0,000	-0,1823	-0,0844
		T3	-0,2733*	0,01826	0,000	-0,3223	-0,2244

Fuente: Elaboración propia (2021)

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error)=0,003.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

Haciendo el análisis post anva, al utilizar el estadístico de Tukey para comparar las medias de los tratamientos, se observa en la Tabla 13, que el T1 es igual al Testigo ( $p = 0,884$ ) es decir no existe diferencia significativa entre ambos, mientras que con el T2 y T3 el p es (0,000) respectivamente, es decir existe diferencia significativa del T1 con los T2 y T3. Asimismo, al comparar el T2 con los demás tratamientos (T1, T3 y Testigo) se observa que todos los valores de p son (0,000), es decir existe diferencia significativa entre T2 y los demás tratamientos. De igual manera, sucede al comparar el T3, con los tratamientos (T1, T2 y Testigo), debido a que p es (0,000).

### 3.2. Evaluación del número y tamaño de raíces

La evaluación del número y tamaño de raíces se realizó cada 15 días durante todo el tiempo que duró la investigación utilizando un muestreo aleatorio. Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

En el primer mes de la investigación se realizaron dos evaluaciones, en la primera evaluación se tomaron cuatro bolsas con estacas de *B. graveolens* al azar de cada tratamiento en donde se observó que ninguna estaca de los tratamientos y del testigo desarrolló raíces. En la segunda evaluación se utilizó la misma metodología para la evaluación de raíces, de la misma manera se comprobó que ninguna estaca presentó raíces en los tratamientos y el testigo.

En el segundo mes también se realizaron dos evaluaciones, en la primera evaluación se tomaron cuatro bolsas al azar en donde ninguna estaca de los tratamientos y del testigo desarrolló raíces, pero si se pudieron observar formaciones de callos en los tres tratamientos y en el testigo (Figura 15). En la segunda evaluación, las estacas tampoco presentaron raíces, pero si se observaron formaciones de callos en los tratamientos y el testigo.

En el tercer mes de investigación ninguna estaca de los tres tratamientos y del testigo desarrollaron raíces, pero si se pudieron observar formaciones de callos.

En el cuarto mes, las estacas de los tratamientos y el testigo no desarrollaron raíces, pero si se pudieron observar formaciones de callos. Asimismo, se observó que todas las estacas que se seleccionaron al azar presentaban pudrición.

Finalmente, en el último mes de la investigación (M5), se observó que todas las estacas seleccionadas al azar de los tratamientos y del testigo presentaban pudrición, mas no raíces.

### 3.3. Porcentaje de prendimiento de las estacas de *B. graveolens*

Los resultados de prendimiento de las estacas de los tratamientos y del testigo fueron negativos debido a que las estacas no desarrollaron raíces y en los últimos meses de investigación los brotes que desarrollaron se cayeron, por lo que la mortalidad fue del 100 % en el último mes de la investigación (M5). Por lo tanto, la efectividad de las dosis utilizadas es cero para la producción de plántones de *B. graveolens*. Finalmente, el Proroot no influye positivamente sobre la dimensión en mención, negando la hipótesis que la reproducción vegetativa utilizando Proroot tiene mejores resultados que sin la auxina en la obtención de plántones de *B. graveolens*.

### 3.4. Interés y nivel de aceptación de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos de provisión y regulación de *B. graveolens*.

De acuerdo a los resultados de la primera pregunta de la encuesta (Apéndice 4) realizada a los pobladores de la comunidad César Vallejo de Palo Blanco, el 100 % respondió que, si conoce la especie de *B. graveolens*, tal como se muestra en la Figura 3.

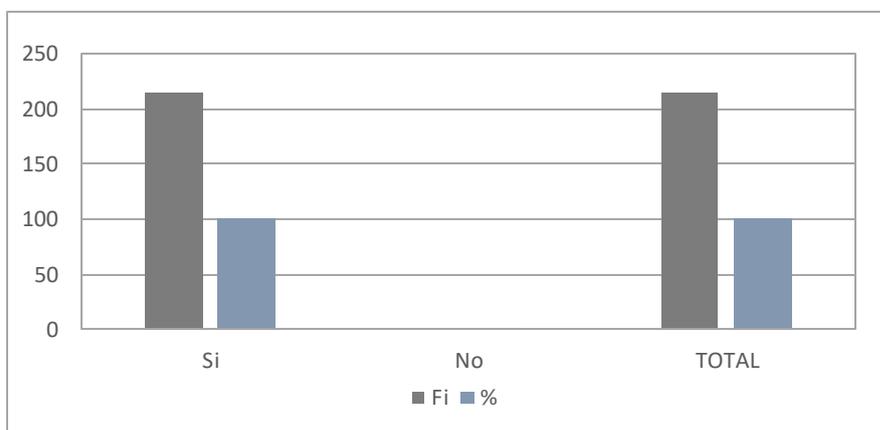


Figura 3. Conocimiento sobre *B. graveolens*. Fuente: elaboración propia (2021)

Por otro lado, con respecto a los resultados de la segunda pregunta de la encuesta (Apéndice 4), el 93,95 % de la población muestreada respondió que si ha utilizado alguna vez el palo santo y el 6,05 % menciona que no ha utilizado el palo santo. En la figura 4 se detalla la representación gráfica de respuestas de la población encuestada.

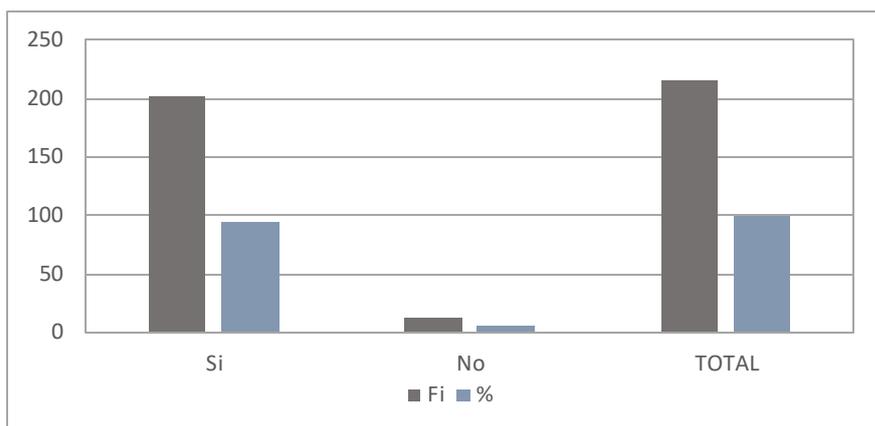


Figura 4. Utilización de palo santo. Fuente: elaboración propia (2021)

Asimismo, con respecto a la tercera pregunta de la encuesta el 25,12 % de la población muestreada utiliza a diario el palo santo, el 68,83 % utiliza a veces palo santo, mientras el 6,05 % nunca han utilizado el palo santo (Apéndice 4). La figura 5 muestra la representación gráfica de los resultados.

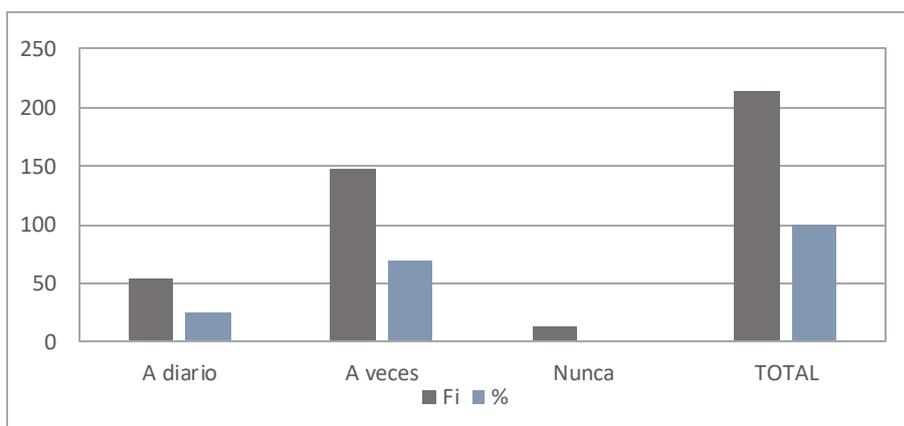


Figura 5. Con que frecuencia ha utilizado p. santo. Fuente: elaboración propia (2021)

Para la cuarta pregunta de la encuesta (Apéndice 3), los resultados señalan que el 26,98 % de los pobladores encuestados utilizan el palo santo para leña, el 16,75 % lo utilizan de manera medicinal, el 40,46 % utiliza el palo santo como sahumero para repeler zancudos, el 9,76 % lo utilizan como aromaterapia, mientras el 6,05 % de pobladores encuestados no utilizan el palo santo (Apéndice 4). En la Figura 6 se detallan gráficamente los resultados.

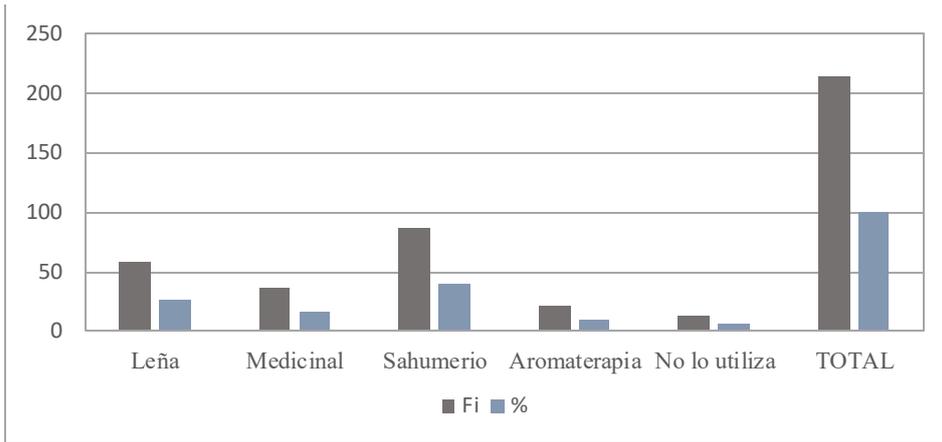


Figura 6. De qué manera ha utilizado el palo santo. Fuente: elaboración propia (2021)

Los resultados de la quinta y última pregunta (Apéndice 4), señalan que el 100 % de los pobladores encuestados mencionan que los servicios ecosistémicos de provisión y regulación que brinda el palo santo son de gran importancia para la comunidad. Por ello, el 100 % de la población están interesados en la reforestación y conservación de *B. graveolens* en la comunidad César Vallejo del caserío de Palo Blanco tal como se detallan en la Figura 7.

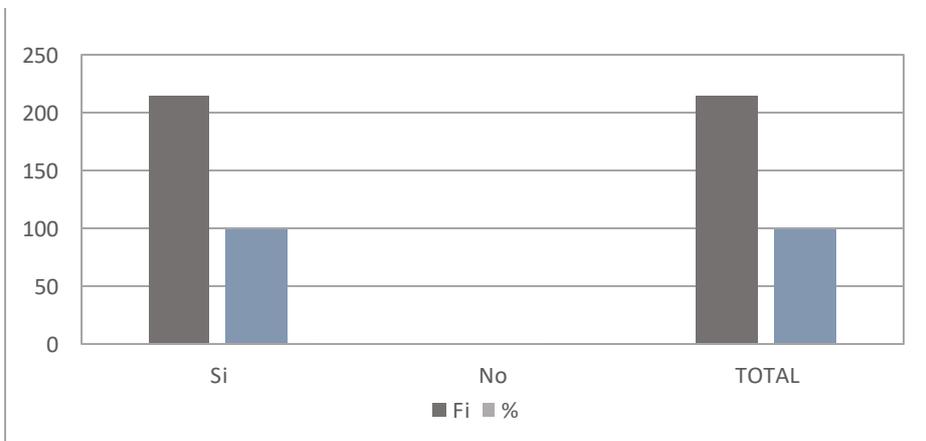


Figura 7. Importancia de los servicios ecosistémicos. Fuente: elaboración propia (2021)

## CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

### Brotación de estacas

En la comunidad campesina César Vallejo se realizó una investigación para evaluar la reproducción vegetativa de *B. graveolens*. Para ello, se emplearon cuatro tratamientos utilizando Proroot con dosis de (1 g\*L de agua (1 000 ppm), 2 g\*L de agua (2 000 ppm) y 3 g\*L de agua (3 000 ppm)) y un testigo (solo agua). El T3 es el que desarrolló más brotes con una media de (0,500), es decir un (50,00 %) de brotes, pero al final de la investigación todos los brotes se cayeron. Resultados similares son los obtenidos por Mero *et al.* (2017), quienes utilizaron cinco tratamientos, cuatro con diferentes dosis de AIB de (2 000, 4 000, 6 000, 8 000 ppm) y un testigo, logrando una producción de brotes de *B. graveolens* de 66,67 % con el tratamiento cuatro (8 000 ppm), pero, al final de la investigación todos los brotes se cayeron debido a factores ambientales que se produjeron durante la investigación. Similares resultados obtuvieron Morillo *et al.* (2016), quienes lograron obtener un porcentaje de brotación de 62,22 %, 15 días después de la siembra, con la aplicación de Enraizador H.V. Sin embargo, estos brotes desaparecieron dos meses después de la siembra, lo que les permitió afirmar que eran falsos brotes o pseudobrotes.

La similitud de las tres investigaciones mencionadas en el párrafo anterior en cuanto a la aparición de brotes y su posterior caída es explicable, debido a que estas coincidieron con la estación del verano, el cual en la región Piura y en todo lo que es bosque seco de Perú y Ecuador estas plantas generan naturalmente hojas debido a las lluvias que se presentan y después cuando las lluvias disminuyen las hojas se caen por ser plantas caducifolias.

Para la evaluación de brotes de estacas de *B. graveolens*, se utilizó cuatro tratamientos con dosis de Proroot (1 g\*L de agua (1 000 ppm), 2 g\*L de agua (2 000 ppm) y 3 g\*L de agua (3 000 ppm)) y un testigo (solo agua). El primer tratamiento (1 g\*L), logró inducir un 24 %

de brotes durante todo el tiempo de investigación; Asimismo, el segundo tratamiento (2 g\*L), logró inducir un 36 % de brotes; mientras que el tercer tratamiento con dosis (3 g\*L) fue el que desarrolló la mayor cantidad de brotes con un 50 %. A la vez, el Testigo fue el que desarrolló la menor cantidad de brotes de palo santo a comparación de los demás tratamientos con un 22,7 %; esto se debió probablemente a la cantidad de dosis utilizada, debido a que la mayor producción de brotes se obtuvo en el tercer tratamiento, el cual utilizó la mayor cantidad de dosis (3 g\*L) a comparación de los demás tratamientos.

Por otro lado, en el primer mes de la investigación se obtuvo un 30,8 % de brotes; en el segundo mes se obtuvo un 45,8 % de brotes; mientras que en el tercer mes de investigación se obtuvo la mayor cantidad de brotes logrando obtener un 57,5 %. A la vez, en el cuarto mes se obtuvo un 31,7 % de brotes, mientras que en el último mes de investigación (Mes 5) se obtuvo un 0 % de brotes de palo santo, debido a que todos los brotes se cayeron. Esto se produjo probablemente a las condiciones ambientales que se desarrollaron durante los primeros meses del año (enero a mayo) en dónde se desarrolló la investigación.

### **Desarrollo de raíces y prendimiento de estacas**

En la presente investigación el porcentaje de enraizamiento fue 0 % en los tres tratamientos y en el testigo, es decir, no hubo presencia de raíces durante el tiempo de investigación utilizando dosis de Proroot (1 000 ppm, 2 000 ppm y 3 000 ppm), pero si desarrollaron callos a partir de los dos meses, llegando a una mortalidad del 100%. Resultados que se asemejan a los de Mero *et al.* (2017), quienes no obtuvieron presencia de raíces en ninguno de los tratamientos utilizando dosis de AIB (2 000, 4 000, 6 000 y 8 000 ppm), pero sí presencia de callos a los 60 días después de la siembra, obteniendo una mortalidad del 100 %. Similar resultado obtuvo Pinta (2016), debido a que en la fase de multiplicación *in vitro* de explantes no permitieron inducir la formación de raíces obteniendo una contaminación de explantes del 46 %, procediendo ensayar métodos de embriogénesis a partir de embriones extraídos de las semillas. Lo contrario sucedió con Canchan (2017), quien obtuvo un enraizamiento de 83,3 % a 170 días del proceso de propagación utilizando una dosis de auxinas AIB (11 000 ppm).

Las tres primeras investigaciones, descritas en el párrafo anterior lograron una mortalidad del 100 % ya que las estacas no desarrollaron raíces, esto se debió probablemente a las bajas dosis que se utilizó en los tratamientos ya que Canchan (2017), obtuvo mejores resultados empleando mayores dosis en su investigación a comparación con las investigaciones anteriores.

Asimismo, la presente investigación no logró obtener prendimiento de estacas debido las bajas dosis de Proroot que se emplearon en los tratamientos a comparación con las dosis que utilizaron los demás investigadores en sus estudios. Además, los resultados desfavorables se debieron probablemente a los factores ambientales como las constantes precipitaciones y el cambio de temperatura que se produjeron durante los meses de investigación lo que ayudó al desarrollo de hongo provocando la pudrición de las estacas en todos los tratamientos obteniendo 100 % de mortandad.

Para la presente investigación se utilizó el Proroot en polvo, el cual es un producto enraizador comercial. Se aplicó cuatro tratamientos tres con dosis de (1g\*L de agua (1 000 ppm), 2 g\*L de agua (2 000 ppm) y 3 g\*L de agua (3 000 ppm)) y un testigo (solo agua), para evaluar el crecimiento de brotes y raíces de *B. graveolens*. Lamentablemente los resultados no fueron favorables debido a que al final de la investigación las estacas no desarrollaron raíces y los brotes que produjeron se cayeron obteniendo una mortandad del 100 % de estacas. De manera similar Cueva *et al.* (2006), llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de dos estimulantes radiculares en esquejes de “loroco” *Fernaldia pandurata* en el departamento de San Miguel, El Salvador. Para ello utilizaron dos productos enraizadoras entre ellos el Proroot con dosis de (7,19 gramos por galón de agua), es decir 1,9 g\*L de agua, obteniendo buenos resultados debido a que las estacas logaron desarrollar (6,2857 brotes emergidos), a la vez los resultados de enraizamiento fueron mejores a diferencia del otro producto enraizador. Los resultados favorables de Cueva *et al.*, se debe probablemente a que utilizó una especie que tiene la capacidad de enraizar de manera rápida en condiciones adecuadas, mientras que la presente investigación utilizó *B. graveolens*, la cual es una

especie caducifolia que desarrolla brotes en épocas de lluvia y después cuando las lluvias disminuyen las hojas se caen.

Por su parte, Vilela (2018), evaluó la dosis de ácido indolbutírico (AIB) y sustratos en la obtención de plantones de “hualtaco” *Loxopterygium huasango* en el distrito de Lancones, provincia de Sullana, Piura. Como resultado obtuvo que la mayor producción de plantones se llevó a cabo con el tratamiento de 500 ppm de AIB y con el sustrato de estiércol de caprino 50 % + tierra agrícola 50 %. De igual manera, Palma (2017), realizó un estudio utilizando fitohormonas con componentes de (AIB y ANA) en la reproducción vegetativa del “sauco” *Sambucus peruviana* en el distrito de Circa provincia de Abancay, obteniendo resultados favorables en brotes y raíces debido al prendimiento de las estacas. De igual manera la presente investigación utilizó Proroot, el cual es un producto enraizador comercial que contiene componentes de (AIB y ANA), pero lamentablemente los resultados de brotación y prendimiento de las estacas de *B. graveolens* no fueron favorables debido a que se obtuvo una mortalidad del 100% de estacas al final de la investigación. Estos resultados se deben probablemente a que se utilizaron menores dosis de Proroot en comparación con las dosis que utilizaron las investigaciones anteriores los cuales obtuvieron buenos resultados.

Por otro lado, Vargas (2010), realizó una investigación de enraizamiento de estacas de *Cedrelinga cateniformis* en el distrito de Jenaro Herrera, Provincia de Requena, Región Loreto utilizando cuatro tratamientos de AIB (1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, y 7000 ppm) y un testigo más tres tipos de sustrato (arena pura, arena con aserrín y arena con cascarilla de arroz carbonizado). Los resultados que obtuvo fue que el tratamiento de 7000 ppm de AIB más arena pura tuvo una mejor interacción para el enraizamiento de estacas (25 %) a comparación de los demás tratamientos. Por último, la sobrevivencia de las plántulas fue muy baja (11 %). El autor concluyó que los resultados desfavorables se debieron a la presencia de un patógeno desconocido. Resultados similares se obtuvieron de la presente investigación utilizando Proroot con tratamientos de (1 g\*L de agua (1 000 ppm), 2 g\*L de agua (2 000 ppm) y 3 g\*L de agua (3 000 ppm)) y un testigo (solo agua), debido a que en los primeros meses de investigación las estacas de *B. graveolens* desarrollaron brotes, pero al final de la investigación todos los brotes se cayeron llegando a una mortandad del 100%.

Estos resultados se deben a que las estacas presentaron pudrición debido a la presencia de algún hongo debido a las precipitaciones que se produjeron en la época del año que se realizó la investigación.

Del mismo modo, aplicando los tratamientos con dosis de Proroot descritos anteriormente no lograron inducir el desarrollo de raíces en las estacas de *B. graveolens*, debido a la pudrición que presentaron al final de la investigación. Por lo tanto, el porcentaje de prendimiento fue 0 %. Es por ello que Puentes (2011), recomienda el proceso de germinación de semillas de palo santo mediante un almácigo para después trasplantar las plántulas en bolsas de polietileno, llegando a obtener buenos resultados en el desarrollo de plántulas de *B. graveolens* a costos bajos. Asimismo, Minchala y Eras (2014), realizaron un estudio sobre generación de protocolos para la producción de plántulas de genotipos élites de “palo santo” *B. graveolens*, “guayacán” *Tabebuia billbergii*, “hualtaco” *Loxopterygium huasango* y “algarrobo” *Prosopis sp.*, por métodos in vivo e in vitro, en la región sur del Ecuador, obteniendo plantas por cultivo de tejidos (semillas y otros métodos morfogénicos) de genotipos dominantes de las especies estudiadas, las cuales fueron conservadas para ser sembradas en campo y para futuras investigaciones.

### **Interés y nivel de aceptación sobre los servicios ecosistémicos de provisión y regulación de *B. graveolens*.**

La realización de encuestas a los pobladores de la comunidad César Vallejo del caserío de Palo Blanco permitió determinar que el 100 % de las personas encuestadas conocen a *Bursera graveolens*, debido a que es una planta representativa de la comunidad y de gran importancia por la variedad de servicios ecosistémicos de provisión y regulación como alimento a la fauna, leña a la población, medicina natural, captura de carbono, regulación de la calidad del aire, regulación hídrica, regulación del clima, regulación de enfermedades y polinización, los cuales son vitales para la comunidad. Asimismo, el 93,35 % de la población encuestada ha utilizado palo santo para cualquier actividad, mientras que el 6,05 % de la población no ha utilizado el palo santo, esto refleja que la mayoría de la gente recibe un beneficio de las bondades de esta planta. Del mismo modo, el 25,12 % de la población utiliza

a diario el palo santo, de igual forma el 68,83 % de la población utiliza a veces el palo santo, mientras que el 6,05 % nunca ha utilizado *B. graveolens* para ninguna actividad.

El 40,46 % de la población del caserío de palo blanco utiliza *B. graveolens* como sahumero para repelente de mosquitos debido a sus características naturales de olor que tiene esta planta. Asimismo, el 26,98 % de la población utiliza el palo santo como leña, específicamente como combustible debido a sus características naturales que contiene esta planta. Del mismo modo, el 16,75 % de la población se beneficia de forma medicinal, debido a que *B. graveolens* tiene la capacidad de tratar dolores de huesos, estómago y cabeza.

El 100 % de la población encuestada menciona que los servicios ecosistémicos de provisión y regulación que brinda *B. graveolens*, son de gran importancia para la comunidad, debido a que la población obtiene algún beneficio de esta planta. Tal como menciona Puentes (2011), quien señala que las comunidades son los principales beneficiarios de las bondades que brindan las especies arbóreas ya sea de manera directa e indirectamente. Es por ello por lo que el 100 % de la población encuestada está interesada en la reforestación y conservación de esta especie en la comunidad campesina César Vallejo de Palo Blanco debido a los beneficios que obtienen de las bondades de esta especie.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- De acuerdo con los valores obtenidos, los mejores resultados de brotación se obtuvieron en el T3, utilizando Proroot con dosis de 3 g\*L de agua, siendo la media de brotación más alta de (0,500), es decir un (50,00 %) de brotes, pero al final de la investigación todos los brotes se cayeron de los tratamientos y del testigo. Por lo tanto, se puede decir que probablemente las dosis no fueron las adecuadas y sería materia de investigación posterior ya que el producto es de uso comercial para propagación vegetativa en agricultura.
- El crecimiento radicular de las estacas de *B. graveolens* en los tres tratamientos y en el testigo fue cero, es decir, no hubo presencia de raíces durante el tiempo de investigación, pero sí desarrollaron callos a los dos meses. En conclusión, el Proroot con las dosis usadas no ejercen ninguna efectividad en el desarrollo de raíces en estacas de *B. graveolens*.
- El prendimiento de las estacas de *B. graveolens* fue cero debido a que la mortalidad de las estacas al final de la investigación fue del 100 % en todos los tratamientos. Por lo tanto, las concentraciones de Proroot usadas en los tratamientos no ejercen ninguna efectividad en la producción de plantones mediante la reproducción vegetativa.
- El 100 % de la población encuestada menciona que los servicios ecosistémicos de provisión y regulación que brinda *B. graveolens* son de gran importancia para la comunidad, por lo tanto, el grado de aceptación es positiva por parte de la población hacia las bondades de *B. graveolens*.
- El 100 % de la población encuestada está interesada en la reforestación y conservación de palo santo en la comunidad. Por lo tanto, el interés e importancia que tiene la población sobre el cuidado y conservación de esta especie es positiva.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el sustrato en dónde se siembren las estacas debe estar correctamente desinfectado para evitar la presencia de patógenos biológicos (hongos), los cuales afectan el desarrollo de brotes y raíces en las estacas de *B. graveolens*.
- Se recomienda utilizar dosis mayores a las usadas en la presente investigación para obtener una mejor efectividad en el desarrollo de brotes y raíces en estacas de *B. graveolens*.
- Se recomienda efectuar la investigación en una mejor época del año en dónde las precipitaciones y las altas temperaturas no afecten el prendimiento de las estacas.
- Se recomienda que la ubicación del vivero debe estar en un buen ambiente para que las estacas no se vean afectadas por los factores ambientales (radiación solar directa, precipitaciones y altas temperaturas). De preferencia cubierto al 100 %.
- Se recomienda trabajar con las comunidades campesinas en proyectos y programas de reforestación con especies nativas de la zona como *B. graveolens*, debido a los servicios ecosistémicos que brindan estas especies en beneficios de la población.
- Se recomienda informar, concientizar e incentivar a la población sobre los beneficios que pueden brindar las especies arbóreas como *B. graveolens*, con la finalidad de cuidar y conservar estas especies nativas.

## REFERENCIAS

- Atlas de Histología *Animal y Vegetal*. (2020). *Órganos vegetales*. España. Recuperado de [https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-v/guiada\\_o\\_v\\_raiz.php](https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-v/guiada_o_v_raiz.php)
- Aquino, K.J. (2019). *Propagación de dos especies de bambúes, mediante acodo subterráneo en Tingo Maria-Huanuco*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. Recuperado de [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1640/TS\\_AHKJ\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1640/TS_AHKJ_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Amigos de la Tierra (2015). *Manual básico para hacer compost*. España. Recuperado de [https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2015/03/compost\\_esp\\_v04.pdf](https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2015/03/compost_esp_v04.pdf)
- Agencia Para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (2009). *Glosario de términos*. Estados Unidos. Recuperado de <https://www.atsdr.cdc.gov/glossary.html>
- Canchan, R. (2017). *Identificación y propagación de guadua sp. Con fitoreguladores, Pichanaqui – Perú*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Satipo, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3993/Canchan%20Salvador.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camino, M.P. (2015). *Evaluación de dos fitohormonas en el cultivo de mora de castilla (rubus glaucus benth) para incrementar su producción*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/16210/1/Tesis-110%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20365.pdf>
- Carrillo, K. (2015). *Flora y vegetación del bosque seco de la comunidad campesina César Vallejo de Palo Blanco, Chulucanas-Morropón*. Perú. Recuperado de [http://siar.regi onpiura.gob.pe/srcan/files/comunidad\\_cesar\\_vallejo/estudios/BOT%C3%81NICA.pdf](http://siar.regi onpiura.gob.pe/srcan/files/comunidad_cesar_vallejo/estudios/BOT%C3%81NICA.pdf)
- Cantero, E. (2014). *Influencia hormonal en el uso eficiente del agua y en respuesta al estrés abiótico en tomate (Solanum lycopersicum L.)*. (Tesis de grado). Universidad de Murcia. Argentina. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/134936/TECN.pdf?sequence=1>
- Consejo Nacional Forestal (2010). *Prácticas de reforestación Manual básico*. Zapopan, Jalisco, México. Recuperado de [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manualpr acticas\\_de\\_reforestacion.pdf](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manualpr acticas_de_reforestacion.pdf)

- Cueva, G.A., Días, A.A. y Pineda, D.O. (2006). *Uso de dos estimulantes radiculares en esquejes de loroco Fernaldia pandurata*. (Tesis de grado). Universidad de El Salvador. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7167/1/50106857.pdf>
- Eugenio, M.T. (2014). *La producción del aceite e incienso del palo santo o (Bursera graveolens) en el cantón puerto López, provincia de Manabí*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Ecuador. Recuperado de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9612/1/TESIS\\_DE\\_GRADO%20MARCOS%20EUGENIO%20HURTADO%20septiembre%2011%202014.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9612/1/TESIS_DE_GRADO%20MARCOS%20EUGENIO%20HURTADO%20septiembre%2011%202014.pdf)
- El Grupo de Filogenia de Angiospermas (2009). *Una actualización de la clasificación del grupo de filogenia de angiospermas para los órdenes y familias de plantas con flores: APG III*. Botanical Journal of the Linnean Society. 161(2), 105-121. Recuperado de <https://academic.oup.com/botlinnean/article/161/2/105/2418337>
- Farmacia Agroquímica (2011). *Ficha técnica Proroot*. México. Recuperado de <http://dunemexicali.com.mx/archivos/AGROQUIMICOS/ESTIMULANTES/CONVENCIONALES/FAGRO/PROROOT/PROROOT%20HT.pdf>
- Gárate, M.H. (2010). *Técnicas de propagación por estacas*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ucayali. Perú. Recuperado de [http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion\\_1679.pdf](http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf)
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6th ed.) México. Recuperado de [https://www.academia.edu/38885436/Hernandez\\_Fernandez\\_y\\_Baptista\\_2014\\_Metodologia\\_de\\_la\\_Investigacion](https://www.academia.edu/38885436/Hernandez_Fernandez_y_Baptista_2014_Metodologia_de_la_Investigacion)
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2007). *Fundamentos de metodología de la investigación*. Madrid, España. McGraw-Hill, Interamericana de España. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=285249>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). *Censos nacionales 2017 XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas*. Perú. recuperado de <http://censo2017.inei.gob.pe/>

- Jordán, M. y Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas*. Recuperado de [http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/A\\_AuxinasgiberelinasyCitocininas.pdf](http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/A_AuxinasgiberelinasyCitocininas.pdf).
- López, P. y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. Recuperado de [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua\\_cap2-4a2017.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf).
- Lara, E. (2013). *Fundamentos de investigación - Un enfoque por competencias*. (2da ed.) México. Alfaomega Grupo Editor. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books/about/Fundamentos\\_de\\_investigaci%C3%B3n\\_Un\\_enfoque.html?id=LgDYDAA\\_AQBAJ&source=kp\\_book\\_description&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Fundamentos_de_investigaci%C3%B3n_Un_enfoque.html?id=LgDYDAA_AQBAJ&source=kp_book_description&redir_esc=y).
- Mero, O.F. Cuásquer, E. García, L.M. Ramos, P.M. y Jiménez, A. (2017). Efecto de reguladores de crecimiento tipo auxínico para la regeneración de tejido vegetal en *Bursera graveolens*. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 5(3), 259-269. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6222090.pdf>.
- Magne, J.K. (2016). *Propagación del porta injerto G\*N (Prunus amygdalus) por medio de esquejes utilizando dosis diferentes de Ácido Indolbutírico en el vivero municipal de Luribay – la Paz. Bolivia*. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andres. Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6761/T-2227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morillo, L.F. Eras, V.H. Moreno, J. Minchala, J. Muñoz, L. Yanguana, M. Poma, R. Valarezo, C. y Sinche, M. (2016). Estudio fenológico y propagación de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, en la comunidad de Malvas, cantón Zapotillo, provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*. 6(2), 3-13. Recuperado de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/222>
- Miranda, C.A. y Villa fuerte, A.A. (2016). *Evaluación agronómica de plántulas de pachaco (schizolobium parahybum), cedro de montaña (cedrela montana), y guachapelí (pseudosamanea guachapele), utilizando tres sustratos y dos tiempos de inmersión en ácido giberélico, en el cantón echeandía*. Universidad estatal de Bolívar. Ecuador. Recuperado de <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1680/1/EVALUACI%C3%93N%20AGRON%C3%93MICA%20DE%20PL%C3%81NTULAS%20DE%20PACHACO%2C%20CEDRO%20DE%20MONTA%C3%91A%2C%20Y%20GUACHAPEL%C3%8D%2C%20UTILIZANDO%20TRES%20SU.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2014). *Ecosistemas*. Perú. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/nuestras-lineas-de-intervencion/direccion-de-conservacion-sostenible-de-ecosistemas-y-especies/ecosistemas/#:~:text=MINAM%2C%20>

2014), (artículo 20 del CDB). &text=Cabe%20indicar%20que%20para%20el%20Ecosistemas%20Naturales%20a%20nivel%20territorial.

Minchala, J.E. y Eras, V.H. (2014). *Generación de protocolos para la propagación in vivo e in vitro de genotipos élites de especies nativas y promisorias para la reforestación en la región sur del Ecuador*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Recuperado de <https://laboratoriomicropropagacionvegetalunl.files.wordpress.com/2015/01/informe-final-del-proyecto-2014.pdf>

Ministerio del Ambiente (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. Perú. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf#page=59&zoom=100,109,876>

Ministerio del Ambiente (2009). *Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú*. Perú. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/CDAM0000323.pdf>

Ministerio de agricultura y Riego (2006). *Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre*. Decreto supremo N° 043-2006-AG. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de julio de 2006. pp. 1-13. Recuperado de <http://sial.segat.gob.pe/normas/aprueban-categorizacion-especies-amenazadas-flora-silvestre>

Ministerio del Ambiente (2013). *Guía metodológica para la elaboración de los instrumentos técnicos sustentatorios para el ordenamiento territorial*. Resolución Ministerial N°135-2013-MINAM. Recuperado de [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/rm\\_135-2013-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/rm_135-2013-minam.pdf)

Ministerio de agricultura y Riego (2004). *Aspectos comerciales del palo santo *Bursera graveolens* (Burseraceae) en el Perú*. Recuperado de <https://docplayer.es/36698999-Ministerio-de-agricultura.html>

Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (2018). *Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial 2004-2014*. República de Guinea Ecuatorial. Recuperado de <http://www.fao.org/3/CA0399ES/ca0399es.pdf>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. Lima, Perú: Recuperado de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978.8](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978.8)

- Pin, G. M. (2019). *Determinar la población de la especie palo santo (Bursera graveolens) y su valor comercial en el recinto Quimis del cantón Jipijapa*. (Tesis de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2043/1/UNESUM-ECU-ADM.EMP.AGROPECUARIA-2019-10.pdf>
- Palma, M. (2017). *Utilización de hormonas enraizadoras en la propagación vegetativa del sauco (Sambucus peruviana HBK.) en el vivero de Kesari distrito de Circa – Abancay*. (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Apurímac, Perú.
- Pérez, R.J. (2017). *Propagación por acodo aéreo de Terminalia amazonia (J.F. Gmel) Exell, usando tres concentraciones de auxinas*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú. Recuperado de [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1719/T016\\_41965314\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1719/T016_41965314_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pinta, D.M. Eras, V.H. Gonzáles, D.U. Moreno, J.A. Minchala, J.E. Yaguana, M. Poma, R.A. Valarezo, C.O. y Sinche, M.G. (2016). Procesos biotecnológicos para la proliferación y enraizamiento in vitro de palo santo *Bursera graveolens* (kunth) triana & planch, provenientes del bosque seco de la provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*. 6(1), 3-12. Recuperado de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/178/174>
- Peña, R.R y Páez, J.E. (2015). *Hongos fitopatógenos*. Universidad Nacional pedagógica y tecnológica de Colombia. Recuperado de <https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/HONGOS.pdf>
- Puecas, M. (2011). *Estudio dendrológico de la especie Bursera graveolens-palosanto-Región Tumbes*. Perú. Recuperado de <http://planteetplanete.org/wp-content/uploads/2018/02/53.pdf>
- Quinapallo, T.T. y Velez, N. M. (2013). *Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del cantón zapotillo, provincia de Loja*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5245/1/TESIS%20PROPAGACION%20SEXUAL%20Y%20ASEXUAL%20QUINAPALLO%20-%20VELEZ.pdf>
- Ramos, C. (2020). *Los alcances de una investigación*. Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 9(3). Recuperado de <file:///B:/Descargas/Dialnet-LosAlcancesDeUnaInvestigacion-7746475.pdf>

- Reyes, J. (2015). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. República Dominicana. Recuperado de <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>
- Román, G.E. (2014). *Efecto de la hormona AIB en enraizamiento de estacas juveniles de Crotón lechler Muell. Arg.* (Tesis de grado). Universidad Agraria La Molina. Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2360/K10-R758-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Real Academia Española (2014). *Diccionario de la lengua española*. (23a ed.). Recuperado de <https://dle.rae.es/encuesta>
- Ruiz, D.X. (2013). *Evaluación de cuatro métodos de propagación vegetativa en Yagual (Polylepis incana) Cayambe*. Ecuador. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4057/6/UPS-YT00189.pdf>
- Ríos, M. y Ortiz, K.J. (2013). *Estudio de mercado para determinar el nivel de aceptación de la salsa de rocoto arequipeño la chacarera en la provincia de Arequipa 2013*. (Tesis de grado). Universidad Católica de Santa María de Arequipa. Arequipa, Perú. recuperado de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3682>
- Rojas, S. García, J. y Alarcón, M. (2004). *Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas*. Bogotá- Colombia
- Rzedowski, J. Medina, R. y Calderón de Rzedowski, G. (2004). Las especies de *Bursera* (Burseraeae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). *Acta Botánica Mexicana*, (66), pp.23-151. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/574/57406602.pdf>
- Rodríguez, S. Vergara, M. Ramos, J. y Sainz, C. (2002). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. México. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>
- Sánchez, H. Reyes, C. y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Recuperado de <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-e-investigacion.pdf>

Universidad Católica Sedes Sapientiae (2020). *Facultad de Ingeniería*. Lima, Perú. Recuperado de <http://camp.ucss.edu.pe/ingenium/index.php/sistemas/124-que-es-una-tesis-y-para-que-sirve>.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2015). *Especies para restauración*. Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Recuperado de <http://www.especiesrestauracion-uicn.org/especies.php>.

Vilela, M.J. (2018). *Efecto del sustrato y dosis del ácido indol-3- butírico en la propagación asexual del hualtaco (Loxopterygium huasango spruce ex engl) en el distrito de Lancones*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1266/AGR-VIL-TAV-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vacacela, M. (2012). *Diseño y desarrollo de una loción repelente a partir del aceite esencial de la especie palo santo Bursera graveolens*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1/1019280.pdf>

Vargas, J. (2010). *Propagación vegetativa de tornillo (Cedrelinga cateniformis ducke) por estacas juveniles en cámara de sub-irrigación; Jenaro Herrera, Requena Loreto*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2025/T-571.89-V28.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valentini, G. (2003). *La injertación en frutales*. Argentina. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp-valentini-bdt14.pdf>

## TERMINOLOGÍA

**Auxina.** Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que regularizan muchos aspectos del desarrollo y crecimiento de plantas (Jordán y Casaretto, 2006).

**Ambiente.** Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia (MINAM, 2012).

**Callo.** Es un término que se aplica a la masa de células de parénquima que se forma en y alrededor de los tejidos vegetales lesionados (Reyes, 2015).

**Contaminante.** Sustancia química que no corresponde a la naturaleza del lugar en que se halla o cuya cantidad sobrepasa los niveles permisibles, y es susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2015).

**Compost.** Abono obtenido de la biodegradación de la materia orgánica y de grandes beneficios para el suelo y las plantas (Amigos de la tierra, 2015).

**Deforestación.** Transformación del bosque a otro uso de la tierra o reducción a largo plazo de la cubierta de copa por debajo del umbral mínimo del 30 % correspondiente a la definición de bosque (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura, 2018).

**Especie vegetal.** Conjunto de plantas que comparten características morfológicas y reproductivas (Consejo Nacional Forestal, 2010).

**Estaca.** La estaca es la parte del árbol o arbusto que, separada de la planta madre, es susceptible de emitir raíces y formar un nuevo individuo (Rodríguez *et al.*, 2002).

**Experimento.** Proceso en dónde se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos) (Hernández *et al.*, 2014).

**Estadística.** Técnica de cuantificación de los datos que comprende medidas de tendencia central, de dispersión y de variabilidad. Se divide en estadística descriptiva y estadística inferencial, pudiendo ser paramétrica y no paramétrica (Sánchez *et al.*, 2018).

**Ecosistemas.** Conjunto de comunidades vegetales, animales, microorganismos y ambiente no vivo que interactúan entre sí (MINAM, 2014).

**Encuesta.** Conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa de grupos sociales, para averiguar estados de opinión o conocer otras cuestiones que les afectan (Real Academia Española, 2014).

**Fitohormona.** Son sustancias químicas, provocadas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta (Camino, 2015).

**Hongo.** Es un organismo eucariontes uni o pluricelular que se desarrollan en lugares húmedos y escasa luz (Peña y Páez, 2015).

**Invernadero.** es un lugar cerrado y estático que se destina al cultivo de plantas para protegerlas del exceso de frío en ciertas épocas del año (CONAFOR, 2010).

**Muestra.** Es una parte o subconjunto de unidades representativas de un conjunto llamado población o universo (López y Fachelli, 2015).

**Plantación.** Es un conjunto de árboles de la misma especie que se cultivan en viveros y se ubican en un sitio dado, con fines comerciales o de restauración. (Rodríguez *et al.*, 2002).

**Plántula.** Planta en la primera etapa de desarrollo después de haber germinado y que aún depende de las reservas almacenadas en las semillas (Rodríguez *et al.*, 2002).

**Población.** Grupo de personas que viven en un área determinada o que comparten características similares (Agencia Para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades, 2009).

**Reforestación.** Es el establecimiento inducido o artificial de vegetación forestal en terrenos con aptitud preferentemente forestal (CONAFOR, 2010).

**Raíz.** Es la parte inferior de la planta que está cubierta en el suelo, en el aire o en el agua, absorbiendo agua y sales minerales a la planta (Atlas de Histología Animal y Vegetal, 2020).

**Sustrato.** Es aquel material consistente distinto del suelo *in situ*, natural, orgánico o inorgánico que, siendo depositado en un recipiente, permite el mejor desarrollo del sistema radicular, por tanto, cumplen de soporte y nutrición para la planta (Rodríguez *et al.*, 2002).

**Tratamiento.** Condición o manipulación a la que se somete el grupo experimental (Lara, 2013).

**Tesis.** Una tesis es una proposición concreta, desarrollada con una metodología de investigación consistente (Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2020)

**Variable.** Es una propiedad que tiene una variación susceptible de medirse u observarse (Hernández *et al.*, 2007).

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Valor final
<b>Dependiente</b>					
Reproducción vegetativa de <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch	La reproducción vegetativa es el desarrollo de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas y hojas) es decir, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra planta (Rojas <i>et al.</i> , 2004).	Para llevar a cabo la reproducción vegetativa se utilizaron 120 estacas de <i>B. graveolens</i> con 30 cm de longitud y dos cm de diámetro.	Evaluar el número y tamaño de brotes de las estacas.	Conteo de brotes al azar. Medición de brotes en cm empleando una cinta métrica.	Número de brotes: cero. Tamaño de brotes: cero.
			Evaluar el número y tamaño de raíces de las estacas.	Conteo de raíces al azar. Medición de raíces en cm empleando una cinta métrica.	Número de raíces: cero. Tamaño de raíces: cero.
			Determinar el porcentaje de prendimiento de las estacas.	Observación y manipuleo in situ.	% de prendimiento: cero
<b>Independiente</b>					
Proroot	Es un producto comercial para inducir formación de raíces que contiene Ácido Naftalenacético (ANA), Ácido Indolbutírico (AIB) y otros elementos (FAGRO, 2011).	Para inducir las estacas de <i>B. graveolens</i> se utilizaron tres dosis de Proroot (1g*L de agua, 2 g*L de agua y 3 g*L de agua).	Determinar la efectividad de las dosis de Proroot	Porcentaje de prendimiento de estacas en cada tratamiento.	Efectividad de Proroot: cero

Fuente: Elaboración propia (2021)

## Apéndice 2. Tablas de resultados de brotación de *B. graveolens*

### a. Número de brotes en el Mes 1

Repeticiones	Mes 1			
	T1	T2	T3	Testigo
R1	2	3	5	1
R2	2	4	5	2
R3	2	3	6	2
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>5</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

### b. Número de brotes en el Mes 2

Repeticiones	Mes 2			
	T1	T2	T3	Testigo
R1	4	5	7	4
R2	3	5	6	3
R3	3	4	6	2
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

### c. Número de brotes en el Mes 3

Repeticiones	Mes 3			
	T1	T2	T3	Testigo
R1	5	7	9	5
R2	4	6	8	4
R3	4	6	8	3
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>12</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

d. Número de brotes en el Mes 4

Repeticiones	Mes 4			
	T1	T2	T3	Testigo
R1	3	4	5	2
R2	2	4	4	2
R3	2	3	4	1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>5</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

e. Número de brotes en el Mes 5

Repeticiones	Mes 5			
	T1	T2	T3	Testigo
R1	0	0	0	0
R2	0	0	0	0
R3	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

### Apéndice 3. Formato de encuesta

#### ENCUESTA

La siguiente encuesta tiene como objetivo conocer el interés y nivel de aceptación de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos de provisión y regulación de *B. graveolens*. Por favor, responderla con sinceridad

1. ¿Conoce a la especie *B. graveolens* comúnmente llamado palo santo?  
Si  No
2. ¿Ha utilizado alguna vez el palo santo?  
Si  No
3. ¿Con que frecuencia ha utilizado el palo santo?
  - a. A diario
  - b. A veces
  - c. Nunca
4. ¿De qué manera ha utilizado el palo santo?
  - a. Leña
  - b. Medicinal
  - c. Sahumerio
  - d. Aromaterapia
  - e. No lo utiliza
5. De acuerdo a la pregunta anterior ¿Creé usted que los servicios ecosistémicos de provisión y regulación que brinda palo santo es importante para la comunidad?  
Si  No
6. ¿Estaría interesado en la reforestación y conservación del palo santo en la comunidad?  
Si  No

#### Apéndice 4. Tablas de resultados de encuestas

##### a. Conocimiento sobre *B. graveolens*

Conoce a <i>B. graveolens</i>	Fi	%
Si	215	100
No	0	0
TOTAL	215	100

Fuente: Elaboración propia (2021)

##### b. Utilización del palo santo

Ha utilizado el palo santo	Fi	%
Si	202	93,95
No	13	6,05
TOTAL	215	100

Fuente: Elaboración propia (2021)

##### c. Con que frecuencia ha utilizado el palo santo

Con que frecuencia ha utilizado el palo santo	Fi	%
A diario	54	25,12
A veces	148	68,83
Nunca	13	6,05
TOTAL	215	100

Fuente: Elaboración propia (2021)

##### d. De qué manera ha utilizado el palo santo

De qué manera ha utilizado el palo santo	Fi	%
Leña	58	26,98
Medicinal	36	16,75
Sahumerio	87	40,46
Aromaterapia	21	9,76
No lo utiliza	13	6,05
TOTAL	215	100

Fuente: Elaboración propia (2021)

e. *Importancia de los servicios ecosistémicos de provisión y regulación*

Importancia de los servicios ecosistémicos	Fi	%
Si	215	100
No	0	0
TOTAL	215	100

Fuente: Elaboración propia (2021)

f. *Interés en la reforestación y conservación del palo santo*

Reforestación y conservación del palo santo	Fi	%
Si	215	100
No	0	0
TOTAL	215	100

Fuente: Elaboración propia (2021)

## Apéndice 5. Leyenda de producto hormonal Proroot

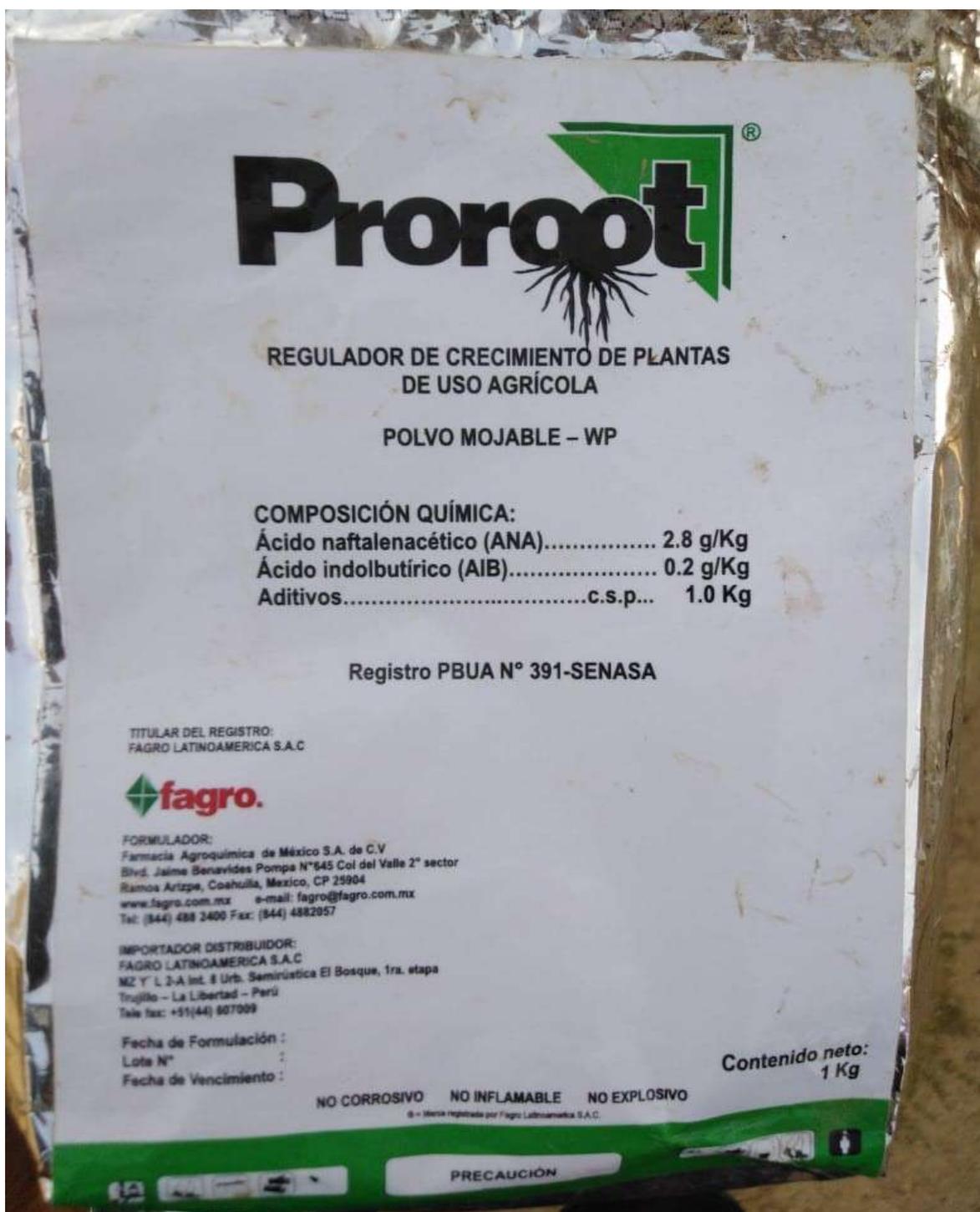


Figura 8. Proroot. Fuente: (FAGRO, 2011)

## Apéndice 6. Leyenda de fungicida Benocor WP

**CUIDADADO**

"LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO"  
"CONSERVÉSE EN LUGAR CERRADO FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS"

FUNGICIDA SISTÉMICO  
POLVO MOJABLE (PM)  
"USO AGRÍCOLA"

# BENOCOR® WP

Compo:  
**BENOMIL** ..... 500 g/kg  
Excipientes ..... c.s.p. 1 kg

**"PARA SER UTILIZADO EN MUSÁCEAS Y OTROS CULTIVOS EN EL CONTROL DE HONGOS ASCOMICETOS, BASIDIOMICETOS Y DEUTEROMICETOS"**

**PRECAUCIONES.**- El producto es NOCIVO en caso de inhalación, ingestión, contacto con la piel. Durante la preparación y utilización del producto **"NO COMER, BEBER o FUMAR"**.  
**EVITAR:** la inhalación de la sustancia nebulizada, ingestión y contacto del producto con la boca, la piel y los ojos.  
**USAR:** Ropa protectora adecuada, guantes, delantal, overol, botas, gafas, casco o gorra, mascarilla contra la neblina de dispersión, respirador, etc.  
**ANTES DE COMER, BEBER o FUMAR,** sacarse la ropa contaminada, lavarse bien las partes expuestas de la piel con abundante agua y jabón.

**"EL MAL USO PUEDE CAUSAR DAÑOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE"**

**FRASES DE ADVERTENCIA:** "Peligroso para los animales domésticos, la fauna y la flora silvestres". "Nocivo para los peces; no contaminar lagos, ríos, estanques o arroyos con productos químicos de desechos o envases vacíos". "Conservar el producto lejos de las bebidas y los alimentos para las personas y los animales". "Conservar el producto en un envase original etiquetado y cerrado herméticamente". "No emplear este envase para ningún otro fin". "No reenvasar o depositar el contenido en otros envases". "Conservar el envase en un lugar seguro, lejos de los alimentos, los niños y los animales". "Ningún envase que haya contenido plaguicidas debe reutilizarse". "Después de usar el contenido, inutilícelo cortando la funda, colóque en un contenedor y entregue al distribuidor para la disposición final". "Mantener limpio y en buenas condiciones el equipo utilizado para la aplicación, cuidando de que no se produzcan escapes ni contaminación externa".

**INSTRUCCIONES PARA PRIMEROS AUXILIOS Y CONSEJOS PARA LOS MÉDICOS:**  
En caso de intoxicación accidental retirar al paciente a un lugar ventilado, quitarle la ropa y bañarlo con abundante agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lavarlos con agua limpia durante 15 minutos. En caso de ingestión inducir al vómito dando a beber agua tibia con sal. Consultar con un médico y mostrarle la etiqueta.

**TRATAMIENTO MÉDICO:**  
**SINTOMAS.**- Puede producir alergia temporal a la piel, dermatitis, tos, náuseas, vómitos, diarrea, dolores abdominales, salivación.  
**DIAGNÓSTICO.**- Se confirma mediante análisis de sangre que indicarán disminución de colinesterasa.  
**TRATAMIENTO.**- Es sintomático. No se deberán usar regeneradores de colinesterasa. La Atropina actúa únicamente sobre los efectos muscarínicos.

**EN CASO DE EMERGENCIA LLAME AL:**

 **1800 VENENO (836366)** Atención las 24 horas del día. Para mayor información dirigirse a: **PILARQUIM CIA. LTDA.**  
Teléfono: +593 (02) 3040861 en Quito o a **Febres Cordero Compañía de Comercio S.A.:** Vía Durán-Tambo km 3.5. Teléfono: 04 - 3729550 en Durán y 02 - 2339643 en Sangolquí. E-mail: [agustin@afecor.com](mailto:agustin@afecor.com) - Ecuador.

**TITULAR DEL REGISTRO: PILARQUIM CIA. LTDA.**  
(Ciudadela Ejército, Mz 19, Calle OE3F casa 453 y S44A Quito, Ecuador)

**FORMULADO POR:**  **Pilarquim (Shanghai) Co., Ltd.**  
For Quality Harvest...  
1500 Hang-Tang Road, Jin-Hui Town,  
Feng Xian District, Shanghai,  
P.R. of CHINA.  
TEL: (86-21) 5756-9558 (25 Lines)  
FAX: (86-21) 5756-9556, 5756-9579  
E-mail: [sha@pilarquim.com](mailto:sha@pilarquim.com)

**IMPORTADO Y DISTRIBUIDO POR:**  **AFECOR**  
FEBRES CORDERO CIA. DE COMERCIO S.A.  
Vía Durán-Tambo Km 3.5  
PBX: (04) 3729550  
DURÁN - ECUADOR

E08/18, U08/20  
Ltd 18H002-01 \*T312  
PUP\$ 2,57

P.V.P.

Figura 9. Fungicida Benocor WP. Fuente: (AFECOR, 2018)

## Apéndice 7. Registro fotográfico



*Figura 10.* Plantas madre para la obtención de estacas. *Fuente:* elaboración propia.



*Figura 11.* Obtención de estacas. *Fuente:* elaboración propia.



*Figura 12. Preparación del sustrato. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 13. Llenado de bolsas. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 14. Desinfección de estacas. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 15. Secado de estacas. Fuente: elaboración propia.*

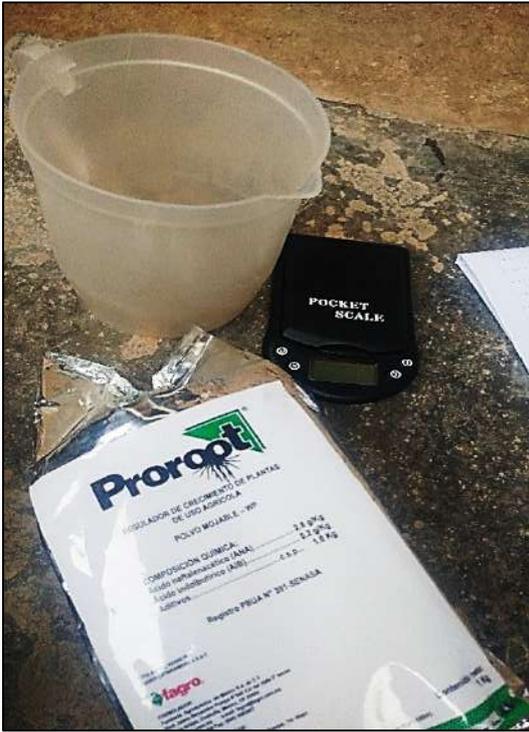


Figura 16. Preparación de dosis de Proroot. Fuente: elaboración propia.



Figura 17. Siembra de estacas. Fuente: elaboración propia.



*Figura 18.* Instalación de vivero. *Fuente:* elaboración propia.



*Figura 19.* Brotación de estacas. *Fuente:* elaboración propia.



*Figura 20. Formación de hojas. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 21. Conteo de brotes. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 22. Conteo de raíces. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 23. Desarrollo de encuestas. Fuente: elaboración propia.*