



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATO Y TRES DOSIS
DE AUXINAS EN LA PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE *Bursera
graveolens* (Kunt) Triana & Planch**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA:

ANA ALEXANDRA YAGUAL GONZÁLEZ

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATO Y TRES DOSIS
DE AUXINAS EN LA PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE *Bursera
graveolens* (Kunt) Triana & Planch**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: ANA ALEXANDRA YAGUAL GONZÁLEZ

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Ana Alexandra Yagual González

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

Yo, ANA ALEXANDRA YAGUAL GONZÁLEZ, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados. Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 04/08/2022



Ana Alexandra Yagual González

C.C. 240028983-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación **EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATO Y TRES DOSIS DE AUXINAS EN LA PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch**, realizado por la señorita: **ANA ALEXANDRA YAGUAL GONZÁLEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022/08/04
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2022/08/04
Ing. Raúl Armando Ramos Veintimilla MIEMBRO DE TRIBUNAL	 _____	2022/08/04

DEDICATORIA

Este trabajo de integración curricular se lo dedico en primer lugar a Dios por ser eje fundamental en mi desarrollo y crecimiento de vida, por darme la fortaleza y sabiduría para concluir mi etapa universitaria. En segundo lugar a mis amados padres quienes con su amor, esfuerzo, consejos y paciencia han sabido guiar cada paso en la culminación exitosa de mi formación académica universitaria. Y para finalizar a mis familiares y amigos que me acompañaron de una manera u otra en transcurso de este período.

Ana

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido culminar esta etapa importante y cumplir una de mis metas, agradezco enormemente a mis queridos padres por su apoyo moral y económico en todo momento, a mis hermanos por estar presente en este proceso de formación académica universitaria. Gratitud al grupo de personas que conforman el departamento de medio ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena que de una u otra manera favorecieron en la realización de este trabajo de integración curricular por su invaluable participación y cooperación durante este trayecto, también a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mi alma mater, y mediante ella, a los ingenieros que me impartieron conocimientos, así mismo al Ing. Carlos Carpio como director y al Ing. Raul Ramos como asesor, por su importante apoyo, supervisión y colaboración de ésta investigación. Para finalizar a todas mis amistades y compañeros que me brindaron apoyo, comprensión y motivación en esta etapa universitaria.

Ana

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Propagación asexual o vegetativa.....	5
1.1.1. Propagación por estacas.....	5
<i>1.1.1.1. Ventajas e inconvenientes de la propagación por estaca.....</i>	<i>6</i>
1.2. Características de la especie <i>Bursera graveolens</i> (Kunt) Triana & Planch.....	6
1.2.1. Descripción taxonómica	6
1.2.2. Descripción botánica	7
1.2.3. Origen	7
1.2.4. Distribución geográfica	8
1.2.5. Usos y beneficios	9
1.3. Sustrato.....	10
1.3.1. Tipos de sustrato.....	10
<i>1.3.1.1. Arena</i>	<i>10</i>
<i>1.3.1.2. Estiércol de ganado bovino</i>	<i>10</i>
<i>1.3.1.3. Tamo de arroz.....</i>	<i>10</i>
1.3.2. Criterios para la selección de sustratos	11
1.4. Hormonas vegetales.....	11
1.4.1. Auxina.....	11
<i>1.4.1.1. Efecto de la auxina</i>	<i>12</i>
<i>1.4.1.2. Tipos de auxinas</i>	<i>12</i>

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	13
-----------------------------------	-----------

2.1.	Caracterización del lugar	13
2.1.1.	Área de estudio	13
2.1.2.	Ubicación geográfica	13
2.1.3.	Condiciones climáticas	13
2.2.	Materiales y Equipos	14
2.2.1.	Materiales.....	14
2.2.2.	Herramientas	14
2.2.3.	Equipos	14
2.2.4.	Reactivo e insumos	14
2.2.5.	Material biológico	14
2.3.	Metodología	14
2.3.1.	Factores en estudio	14
2.3.1.1.	<i>Factor A: Tipos de sustrato</i>	14
2.3.1.2.	<i>Factor B: Dosis de Auxinas AIB</i>	15
2.3.1.3.	<i>Tratamientos en estudio</i>	15
2.3.2.	Diseño experimental	16
2.3.2.1.	<i>Características y especificación del ensayo</i>	16
2.3.2.2.	<i>Modelo matemático</i>	17
2.3.2.3.	<i>Esquema del análisis de varianza</i>	17
2.3.2.4.	<i>Análisis funcional</i>	17
2.3.2.5.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	18
2.3.3.	Establecimiento del ensayo	19
2.3.3.1.	<i>Preparación de concentraciones de ácido indol butírico (AIB)</i>	19
2.3.3.2.	<i>Preparación de los sustratos</i>	20
2.3.3.3.	<i>Desinfección de sustratos</i>	20
2.3.3.4.	<i>Enfundado de sustrato</i>	21
2.3.3.5.	<i>Identificación de plantas madres de B. graveolens</i>	21
2.3.3.6.	<i>Recolección de estacas</i>	22
2.3.3.7.	<i>Repique de especie forestal (palo santo)</i>	22
2.3.3.8.	<i>Etiquetado</i>	22
2.3.3.9.	<i>Riego</i>	23
2.3.4.	Variables evaluadas	23
2.3.4.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i>	23
2.3.4.2.	<i>Nº de brotes</i>	24
2.3.4.3.	<i>Altura de los brotes</i>	24
2.3.4.4.	<i>Diámetro del cuello de los brotes</i>	24

2.3.5.	Análisis económico de los tratamientos	25
2.3.5.1.	<i>Costos variables</i>	25
2.3.5.2.	<i>Beneficio bruto, neto y económico neto ajustado.....</i>	25
2.3.5.3.	<i>Análisis de dominancia.....</i>	26
2.3.5.4.	<i>Tasa de retorno marginal.....</i>	26

CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	27
3.1.	Resultados de las variables evaluadas	27
3.1.1.	Porcentaje de prendimiento	27
3.1.1.1.	<i>Porcentaje de prendimiento a los 50 días.....</i>	27
3.1.2.	Porcentaje de supervivencia	29
3.1.2.1.	<i>Porcentaje de supervivencia a los 50 días</i>	29
3.1.3.	N° de brotes.....	30
3.1.3.1.	<i>Número de brotes a los 15 días</i>	30
3.1.3.2.	<i>Número de brotes a los 30 días.....</i>	32
3.1.3.3.	<i>Número de brotes a los 45 días.....</i>	33
3.1.4.	Altura de brotes.....	33
3.1.4.1.	<i>Altura de brotes a los 15 días</i>	33
3.1.4.2.	<i>Altura de brotes a los 30 días</i>	35
3.1.4.3.	<i>Altura de brotes a los 45 días</i>	37
3.1.5.	Diámetro del cuello de los brotes	39
3.1.5.1.	<i>Diámetro del cuello de los brotes a los 15 días</i>	39
3.1.5.2.	<i>Diámetro del cuello de los brotes a los 30 y 45 días</i>	40
3.2.	Resultados de análisis económico	41
3.2.1.	Costos variables.....	41
3.2.2.	Beneficio bruto, neto y económico neto ajustado	42
3.2.3.	Análisis de dominancia	43
3.2.4.	Tasa de retorno marginal	44

CONCLUSIONES.....	45
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	46
-----------------------------	-----------

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Ventajas e inconvenientes de la propagación por estacas	6
Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica	6
Tabla 3-1:	Descripción botánica de <i>Bursera graveolens</i> (Kunt) Triana & Planch	7
Tabla 4-1:	Usos y beneficios del Palo Santo.....	9
Tabla 5-1:	Efectos fisiológicos de la auxina	12
Tabla 6-2:	Condiciones climáticas de la comuna Dos Mangas.....	13
Tabla 7-2:	Descripción de los tratamientos de estudio	15
Tabla 8-2:	Diseño experimental con estructura factorial 3x4	16
Tabla 9-2:	Esquema del análisis de varianza	17
Tabla 10-2:	Delineación de unidad experimental DBCA con estructura factorial 3x4.....	18
Tabla 11-3:	ANOVA para porcentaje de prendimiento a 50 días después del trasplante de <i>Bursera graveolens</i>	27
Tabla 12-3:	ANOVA para porcentaje de supervivencia a los 50 días después del trasplante de <i>Bursera graveolens</i>	29
Tabla 13-3:	ANOVA para número de brotes a 15 días después del repique de <i>B. graveolens</i>	31
Tabla 14-3:	ANOVA de número de brotes a los 30 días después del trasplante de <i>B. graveolens</i>	33
Tabla 15-3:	Prueba de Friedman de número de brotes a los 45 días de <i>B. graveolens</i>	33
Tabla 16-3:	ANOVA de altura de brotes a los 15 días después del repique de <i>B. graveolens</i>	34
Tabla 17-3:	ANOVA de altura de brotes a los 30 días después del trasplante de <i>B. graveolens</i>	36
Tabla 18-3:	ANOVA de altura de brotes a los 45 días después del repique de <i>B. graveolens</i>	37
Tabla 19-3:	ANOVA para diámetro del cuello de los brotes a los 15 días de <i>B. graveolens</i>	40
Tabla 20-3:	Prueba Friedman para diámetro del cuello de los brotes a los 30 y 45 días de <i>B. graveolens</i>	40
Tabla 21-3:	Estimación de costos variables de los tratamientos utilizados en el ensayo.....	42
Tabla 22-3:	Estimación de tipos de beneficios en los tratamientos aplicados en el ensayo...	42
Tabla 23-3:	Análisis de dominancia realizado para cada tratamiento en estudio del ensayo.	43
Tabla 24-3:	Cálculo de la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados según el análisis de dominancia.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Distribución en América de <i>Bursera graveolens</i> (Kunt) Triana & Planch	9
Figura 2-2:	Representación del DBCA para la evaluación	19
Figura 3-2:	Preparación de concentraciones de Ácido Indol Butírico (AIB).	20
Figura 4-2:	Preparación de sustratos: Primer nivel (a), segundo nivel (b) y tercer nivel (c)	20
Figura 5-2:	Desinfección de sustratos.....	21
Figura 6-2:	Enfundado de sustrato.....	21
Figura 7-2:	Repique de <i>Bursera graveolens</i>	22
Figura 8-2:	Etiquetado del ensayo	23
Figura 9-2:	Medición de altura de brote.	24
Figura 10-2:	Medición de diámetro del cuello de brote.....	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Media de porcentaje de prendimiento a los 50 días de <i>Bursera graveolens</i>	29
Gráfico 2-3:	Media de porcentaje de supervivencia a los 50 días de <i>Bursera graveolens</i>	30
Gráfico 3-3:	Media del N° de brote a los 15 días de <i>Bursera graveolens</i>	32
Gráfico 4-3:	Media de altura a los 15 días de <i>Bursera graveolens</i>	35
Gráfico 5-3:	Media de altura a los 30 días de <i>Bursera graveolens</i>	37
Gráfico 6-3:	Media de altura a los 45 días de <i>Bursera graveolens</i>	39
Gráfico 7-3:	Comparaciones múltiples para diámetro a los 30 días de <i>Bursera graveolens</i> .	41

ÍNDICE DE ANEXOS

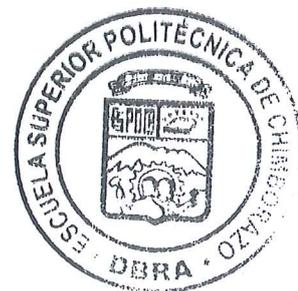
- ANEXO A:** UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL VIVERO AGROFORESTAL
- ANEXO B:** PROMEDIO DE VARIABLES DE ESTUDIO
- ANEXO C:** PRUEBA DE SHAPIRO-WILKS Y LEVENE PARA VARIABLES DE ESTUDIO
- ANEXO D:** ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 15 DÍAS
- ANEXO E:** ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 30 DÍAS
- ANEXO F:** ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 45 DÍAS
- ANEXO G:** ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 50 DÍAS

RESUMEN

El objetivo fue propagar asexualmente *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch (palo santo) en el vivero agroforestal Dos Mangas de la provincia de Santa Elena, Cantón Santa Elena. Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados con dos factores: 1) tipo de sustrato (A1: tierra negra + tamo de arroz + arena de río, A2: tierra negra + estiércol de ganado vacuno y A3: tierra negra + arena de río) y 2) dosis de Auxinas (AIB) (B1: 6.000 ppm, B2: 8.000 ppm, B3: 10.000 ppm y B4: agua destilada); generando 12 tratamientos, con 10 submuestras experimentales. Se realizó análisis de varianza (ANOVA), con separación de medias (prueba Tukey al 5%) para las variables que cumplieran los supuestos de normalidad y homocedasticidad; y análisis no paramétrico (Friedman). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento; número, altura y diámetro de brotes a los 15, 30, 45 y 50 días. Con base en los análisis realizados no se encontró un efecto del uso de dosis de auxinas durante el ensayo, el prendimiento promedio de estacas de *B. graveolens* fue de 36,9%, mostrando el mayor porcentaje de prendimiento en el sustrato A3 con 51,88 %. Altura de brotes a los 30 y 45 días de 2,06 y 2,04 cm respectivamente. Se concluye que no existió un efecto en la interacción sustrato con auxina (AIB) en las variables estudiadas, se observó un efecto del factor tipo de sustrato, donde el sustrato A3 experimentó un mayor porcentaje de prendimiento y altura de brotes. Se recomienda extender el tiempo de conducción del experimento a 6 meses, para tratar de observar un efecto del AIB en el enraizamiento de las estacas de *B. graveolens*.

Palabras clave: <ÁCIDO INDOL BUTÍRICO>, <AUXINA>, <BOSQUE SECO>, <PALO SANTO (*Bursera graveolens*)>, <PROPAGACIÓN ASEXUAL>, <SANTA ELENA (CANTÓN)>, <VIVERO AGROFORESTAL>.


DBRA
Ing. Cristian Castillo



1847-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

This research aimed to asexually propagate *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch (palo santo) in the Dos Mangas agroforestry nursery in the province of Santa Elena, Santa Elena city. A Completely Randomized Block Design was applied with two factors: 1) type of substrate (A1: black earth + rice chaff + river sand, A2: black earth + cattle manure, and A3: black earth + river sand) and 2) doses of Auxins (AIB) (B1: 6,000 ppm, B2: 8,000 ppm, B3: 10,000 ppm and B4: distilled water). 12 treatments were generated with 10 experimental subsamples. An analysis of variance (ANOVA) was performed with separation of means (Tukey test at 5%) for the variables that met the assumptions of normality and homoscedasticity; and nonparametric analysis (Friedman). The variables evaluated were percentage of catch, number, height, and diameter of shoots at 15, 30, 45 and 50 days. Based on the analyzes carried out, no effect of the use of auxin doses was found during the test. The average taking of *B. graveolens* cuttings was 36.9%, showing the highest percentage of taking in the A3 substrate with 51, 88%. Shoot height at 30 and 45 days of 2.06 and 2.04 cm, respectively. It was concluded that there was no effect on the substrate interaction with auxin (AIB) in the variables studied, an effect of the substrate type factor was observed, where the A3 substrate experienced a higher percentage of establishment and shoot height. It was recommended to extend the time of conducting the experiment to 6 months, to try to observe an effect of AIB on the rooting of *B. graveolens* cuttings.

Keywords: <INDOL BUTYRIC ACID>, <AUXIN>, <DRY FOREST>, <PALO SANTO (*Bursera graveolens*)>, <ASEXUAL PROPAGATION>, <SANTA ELENA (CITY)>, <AGROFORESTRY NURSERY>.

Riobamba, September 12, 2022



PhD. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

Professor of EFL

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los países a nivel mundial que posee una gran diversidad de flora y fauna (Grijalva et al., 2016, p. 8), existen estimaciones que indican que cerca del 35% de la superficie de bosque en el Ecuador corresponde a los bosques secos, del cual se ha perdido el 50%, considerando que el 75% son especies caducifolias que presentan una época estacionaria, es decir, pierden sus hojas durante un periodo corto (Aguirre, 2012, p. 5)

En Ecuador la tala indiscriminada de los bosques, y en particular el bosque seco en los últimos años, es cada vez más notoria, una de las causas es la obtención de recursos maderables y no maderables de especies representativas económicamente, ocasionando la degradación de éste ecosistema, así como la ampliación de la frontera agrícola y la extracción selectiva de especies maderables (Vázquez et al., 2005, pp. 5-7).

La propagación asexual en especies leñosas, permite obtener una nueva planta con características similares a la planta madre en períodos relativamente cortos y a su vez conservar las especies que estén en peligro de extinción (Mero et al., 2017, p. 261).

Parrales (2015, p. xiii) expuso sobre influencia de niveles de concentración de hormona AIB en la inducción de brotes y raíces en estaquillas de *Myroxylum balsamun* (bálsamo), desarrollado en el vivero del laboratorio de biotecnología de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, donde enfatiza que la dosis de auxina AIB de 1.000 ppm presentó la mayor longitud del brote (1,13 cm), en un período de 25 días.

Carranza et al., (2012, p. 17) ejecutó un estudio en propagación de *Tabebuia Donnell-Smitthii* Rose (Guayacán blanco) utilizando hormonas de enraizamiento, efectuado en el invernadero del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el cual no registró diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos, siendo diferente en el efecto simple e interacciones, con mejores resultados en concentraciones de auxina de 0 a 1.500 mg Kg⁻¹ y turba como sustrato.

Bursera graveolens (Kunt) Triana & Planch, palo santo, es una especie forestal nativa de bosques secos del Ecuador, crece en zonas bajas del perfil costanero y se adapta a las condiciones climáticas de dicha zona, su distribución esta entre 0 a 2.000 msnm (Aguirre, 2012, p. 50). Es un árbol aromático que tiene múltiples beneficios siendo utilizado principalmente como medicinal natural y ancestral, se aplica para dolores en todo el cuerpo, reumatismo y como remedio para dolores estomacales (Manzano, 2007, p. 3).

La literatura científica sobre la multiplicación asexual de *B. graveolens* es escasa, sin embargo, Mero et al., (2017, p. 259), presentó los mejores resultados en efectos de reguladores de crecimiento tipo auxino para la regeneración de tejido vegetal en *Bursera graveolens*, al aplicar 8.000 ppm de auxina AIB y sustrato (tierra de guabo + arena de río), donde obtuvieron mayor producción de brotes y callos; de la misma manera, el porcentaje de mortalidad fue bajo, realizado en el vivero forestal del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

En éste contexto, se presenta una iniciativa de propagación vegetativa por estacas de *B. graveolens* (palo santo) en condiciones de vivero, que ayudaría con información del comportamiento de la especie mencionada a dicha forma de propagación, misma que servirá para los diferentes programas de restauración y repoblación con esta especie en bosque seco que desarrollarán la presente y futuras generaciones

Importancia

Los bosques deciduos o también llamados bosques secos, son ecosistemas frágiles y únicos que albergan especies endémicas y aportan beneficios económicos, sociales, culturales y ambientales (Aguirre et al., 2018, p. 118); por ello, el cuidado y la conservación se ha convertido en una prioridad. Este ecosistema ha sido fuertemente perturbado y degradado por la actividad humana, para cambiar de uso del suelo a agricultura convencional; es decir, retiran la cobertura forestal, mueven el suelo, este se erosiona y además utilizan agroquímicos indiscriminadamente. Otras de las causas que ocasionan daño este ecosistema es la explotación de recursos forestales madereros, expansión urbana, aumento de industrias camaroneras (Estrella et al., 2005, p. 33).

La especie forestal *B. graveolens* (Palo Santo), es considerada una madera sagrada debido a su utilización en rituales espirituales y ceremonias, creando un ambiente de armonía y paz en el entorno. En la industria es utilizada para la elaboración de aceites esenciales, jabones e incienso; debido a esto, es inminente buscar estrategias para conservar este ecosistema natural, restaurar y repoblar con ésta especie de alto valor social y económico, como lo busca el decenio de las Naciones Unidas sobre la restauración de los ecosistemas 2021 – 2030 que es un llamado a la protección y reactivación de los ecosistemas en todo el mundo, en beneficio de las personas y la naturaleza, de esta forma alcanzar objetivos globales (FAO, 2021, p. 132)

B. graveolens es un árbol de hojas caducifolias que vive en simbiosis con otras especies y mantiene un equilibrio en estos ecosistemas xerofíticos frágiles y poco apreciados lo que incide

en proteger esta especie desde su origen hasta su muerte natural, posterior a ello se proporcione un manejo adecuado a este recurso maderable y no maderable que se extrae del palo santo

Problema

A nivel mundial los bosques han disminuido su biodiversidad por varios factores, entre ellos la expansión agrícola causando cifras alarmantes en la pérdida de la superficie forestal (FAO y PNUMA, 2020, pp. 18-23). En el Ecuador la pérdida de la base genética forestal y particularmente en bosque seco es alarmante, es así que, una de las especies afectadas y que se encuentra en peligro de extinción es *B. graveolens* por el uso inadecuado de los productos forestales no maderables y maderables y los insipientes programas de reforestación con esta especie.

El desconocimiento de métodos de propagación asexual y sustratos apropiados para el desarrollo vegetativo de palo santo es un limitante para que esta especie sea implementada en planes de reforestación y programas de manejo forestal a nivel de la provincia de Santa Elena y la zona de bosque seco como tal.

B. graveolens es una especie difícil de propagar por reproducción sexual debido a que presenta un porcentaje relativamente bajo de germinación de su semilla, no mayor al 20 % por el método de escarificación mecánica, generando una limitante para la regeneración natural de esta especie (Morillo et al., 2016, p. 2)

En la actualidad se desconoce técnicas que favorecen la reproducción por estacas de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch que es una especie forestal característica del bosque seco tropical de la costa ecuatoriana, de manera que se ha visto afectada por la deforestación por las múltiples aplicaciones que tiene la misma siendo utilizada principalmente como medicina natural y ancestral.

Justificación

La degradación del bosque seco en Ecuador se ha incrementado debido a la deforestación y a la creciente demanda de subproductos derivados de especies forestales de alto valor económico, lo que dificulta la obtención de material biológico de calidad para la propagación asexual; por lo que, se disminuye la posibilidad de encontrar árboles de buenas características que sirvan de semillero y plantas madre para su multiplicación.

A nivel regional y particularmente en la provincia de Santa Elena existe un déficit de documentos escritos relacionados a la propagación de estacas de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch especie nativa de la zona, motivo por el cual justifica plenamente el desarrollo de la presente investigación, misma que pretende evaluar tres tipos de sustrato y tres dosis de auxinas en la propagación de estacas de *Bursera graveolens* a nivel de vivero y a su vez aportar con información para programas de reforestación que puede ejecutar el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena y otras instituciones que desarrollan actividades en este ecosistema.

OBJETIVOS

General

1. Propagar asexualmente *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch (palo santo) en el vivero agroforestal Dos Mangas de la provincia de Santa Elena, Cantón Santa Elena.

Específicos

1. Determinar el tratamiento adecuado para el prendimiento de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch.
2. Encontrar el tratamiento con el que se obtiene el mejor efecto en las variables vegetativas de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch.
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos.

HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

Los tipos de sustrato y las dosis de auxinas no inducen a la brotación en estacas de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch.

Hipótesis Alterna

Al menos un tipo de sustrato y/o dosis de auxinas inducen a la brotación en estacas de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Propagación asexual o vegetativa

La propagación asexual o vegetativa es aquella multiplicación de la planta a partir de partes vegetativas de la progenitora (planta madre), lo que significa que se adquiere un tejido (hoja, rama, tallo, raíz) de la planta progenitora que da origen a una nueva plántula con iguales características (Hartmann y Kester, 1998, p. 219).

La propagación asexual en especies forestales consiste en extraer una porción vegetativa (estaca) de la planta madre, que instalados en escenarios ambientales apropiados son capaces de formar plántulas con características fenotípicas y genotípicas similares que el/la progenitor/a (González, 2012, p. 6).

Rojas et al., (2004, p. 7) manifiesta que la reproducción asexual resulta de manera efectiva si se obtiene un balance de varios factores tales como: uso de sustratos adecuados, hormonas vegetales para el desarrollo vegetativo de las plántulas, nutrientes, temperatura, agua, optimización de la fotosíntesis, entre otros factores que favorezcan el desarrollo de la planta.

Por su parte Azad et al., (2018, p. 8) indica que es un método de propagación asexual artificial principales para la preservación y reproducción de especies forestales amenazadas, nativas y silvestres.

1.1.1. Propagación por estacas

Es un proceso inducido por el hombre donde se obtiene una parte de la planta (brotes, ramas o raíces) mediante un corte, posterior a ello se coloca en condiciones ambientales adecuadas con el propósito de producir una plántula con brotes nuevos en la parte aérea y la emisión de raíces, se le denomina propagación por estacas (Rojas et al., 2004, p. 14).

Por su parte, Calzada, (1993), citado por Gárate (2010, p. 6) manifiesta que es la técnica de propagación más antigua, simple de establecer, no requiere de grandes inversiones, se adapta a espacio reducidos y fácil de manejar por el operario/viverista.

Gárate (2010, p. 31) recalca que la propagación por estacas es una técnica importante puesto que se consigue propagar plántulas sin el requerimiento de semilla, y que esta técnica de multiplicación puede ayudar a la conservación de especies forestales nativas, endémicas, en peligro de extinción, entre otras.

1.1.1.1. Ventajas e inconvenientes de la propagación por estaca

Dentro de las ventajas e inconvenientes de la propagación por estacas Sepúlveda (2004); citado por Dominguez (2015, pp. 14-15) indica las siguientes (Tabla1-1):

Tabla 1-1: Ventajas e inconvenientes de la propagación por estacas

PROPAGACIÓN POR ESTACAS	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ El procedimiento es simple. ➤ Plántula con características similares a la progenitora. ➤ Cultivos más cortos (método rápido). ➤ Conservación de material genético. ➤ Adaptable en espacios reducidos. ➤ No se requiere semillas. ➤ Ausencia de problemas de incompatibilidad entre dos partes vegetativas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje mínimo de prendimiento en algunas especies forestales. ➤ Escaso material biológico de la planta madre. ➤ Riesgo de infestación. ➤ Incapacidad de resistencia de la raíz a condiciones no favorables.

Fuente: Sepúlveda, 2004; citado por Dominguez, 2015, pp. 14-15.

1.2. Características de la especie *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch.

1.2.1. Descripción taxonómica

Puecas (2018, p. 4), señala que *B. graveolens* posee la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Rosidae

Orden	Sapindales
Familia	Burseraceae
Género	<i>Bursera</i>
Especie	<i>graveolens</i>
Nombre científico	<i>Bursera graveolens</i> (Kunt) Triana & Planch
Nombre común	Palo Santo
Zona de vida	Monte espinoso premontano tropical Monte desértico de monte espinoso tropical

Fuente: Puestas, 2018, p. 4.

1.2.2. Descripción botánica

Puestas (2018, pp. 4-7) y Aguirre (2012, p. 50) indican que palo santo presenta la siguiente descripción botánica (Tabla 3-1):

Tabla 3-1: Descripción botánica de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch

Árbol	Presenta una altura de 12 a 15 m desarrollándose en ambientes apropiados, una copa redondeada con un diámetro aproximado de 12m. El contacto con el árbol emite un olor refrescante y agradable
Tallo	Presenta un tallo cilíndrico, corteza lisa de color pardo-grisáceo, al hacer un corte expulsa una resina de tonalidad blanco-amarillento con olor a alcanfor e incienso debido a las glándulas resiníferas.
Raíces	Se desarrolla en varios tipos de suelos, ligeros y sueltos con contenido de arena, limo y arcilla
Hojas	Posee hojas de color verde amarillento, compuestas, imparipinadas, borde aserrado-dentado, de 20 cm de longitud
Flores	Es una inflorescencia en panícula de 10 cm de longitud, de color blanco-lila.
Fruto	El fruto es una drupa de forma aovado, es de coloración verde cambia su color a rojizo cuando está madura con el transcurso de los días, tiene aproximadamente 1cm de longitud.
Semillas	De coloración marrón lustroso aproximadamente de 6 a 8 mm de longitud, es apetecida por la fauna silvestre (loros principalmente) cuando esta verde

Fuente: Puestas, 2018, pp. 4 - 7 y Aguirre, 2012, p. 50.

1.2.3. Origen

Palo Santo significa “madera sagrada”, también denominado por los colonizadores españoles “quebracho” por su dureza. (Inkanatura, 2013, párr. 2)

1.2.4. Distribución geográfica

Eugenio (2014, p. 9), indica que *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch es una especie forestal maderable muy codiciada por su olor característico aromático dado que posee un sinnúmero de propiedades aromáticas y medicinales. Es un árbol caducifolio que se encuentra de forma natural en las costas ecuatorianas en su mayoría en bosques secos tropicales distribuidos en las provincias de las Islas Galápagos, Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja (Aguirre, 2012, p. 50).

B. graveolens es un árbol que habita de América del Sur en países como México, Argentina (norte), Paraguay, Bolivia, Brasil, Ecuador (costa) y Perú (costa norte), se desarrolla en las orillas de quebradas frente al mar, en montañas bajas y medias de las costas peruanas y ecuatorianas distribuye hasta 1300 msnm (Guerra, 2013, p. 7).

Tanto Puentes (2018, p. 3), como Aguirre (2012, p. 50) manifiestan que el género *Bursera* se encuentra aproximadamente en un rango altitudinal de 0 a 2000 metros sobre el nivel del mar. Se registra especímenes de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch en toda América Latina en los países México, Cuba, Ecuador y en el norte de Perú (Departamentos de Cajamarca, Lambayeque, Piura y Tumbes) y a su vez en Ecuador situados en zonas xerofíticas (Figura 1-1), es decir, en ambientes secos en conjunto con arbustos (Borja & Lasso, 1990; citado por Carrión, 2016, p. 14).



Figura 1-1. Distribución en América de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch

Fuente: Carrión, 2016, p. 14

1.2.5. Usos y beneficios

De acuerdo con Pin (2019, p. 11), palo santo se distingue por su aroma característico, posee propiedades aromáticas, terapéuticas, medicinales y repelentes que se muestran a continuación:

Tabla 4-1: Usos y beneficios del Palo Santo

AROMÁTICOS	TERAPÉUTICOS	MEDICINALES	REPELENTES	OTROS
<p>Elaboración de ambientales.</p> <p>Fabricación de velas aromáticas y decorativas.</p> <p>Se utiliza en la aromaterapia.</p>	<p>Se aplica el aceite de palo santo para aliviar dolores musculares, combatir la depresión, el estrés y problemas de hongos de la piel.</p>	<p>Se obtiene mentoles a base del aceite de palo santo.</p>	<p>Producción de repelentes líquidos.</p> <p>Se elabora incienso.</p>	<p>En la industria cosmética se emplea para la fabricación de jabones y champú.</p> <p>La madera es utilizada para realizar sahumerios y preparar infusiones (enfermedades bronquiales).</p>

Fuente: Pin, G., 2019, p. 11

Desde tiempos ancestrales siendo utilizada por los Chamanes en ceremonias, rituales religiosos-espirituales, fiestas populares donde se le atribuye propiedades curativas y medicinales; en las ceremonias matrimoniales indígenas, se debía plantar esta especie sin público presente lo que significa la unión de la pareja perdure siempre y a su vez ligar sus destinos, así mismo en los rituales se enciende el fuego sagrado como signo de protección del lugar (Inkanatura, 2013, párr. 4–6).

1.3. Sustrato

Es una composición de materiales orgánicos e inorgánicos manejados para cultivos en vivero utilizado de manera natural o en combinación con otros componentes, que sirve como fuente de retención de agua y nutrientes, desempeñado un rol significativo en el anclaje del sistema radicular de la plántula (Morales y Casanova, 2015, p. 365).

1.3.1. Tipos de sustrato

1.3.1.1. Arena

La arena es un material de origen natural utilizado como sustrato de enraizamiento, con una granulometría entre 0.5 a 2 mm de diámetro, el pH oscila entre 4 y 8, posee una capacidad de retención de agua y aireación media, su capacidad de intercambio catiónico es nula y su durabilidad es elevada (InfoAgro, 2017, párr. 9), cabe recalcar que la arena no se degrada con el pasar de los días y la capacidad de aireación con el tiempo puede disminuir ligeramente.

1.3.1.2. Estiércol de ganado bovino

El estiércol de ganado bovino presenta un alto contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales para las plantas (N, P, K, Ca, entre otros), para su uso debe estar antes tratado, compostado y descompuesto (Tortosa, 2019, párr. 6), algo similar menciona Olivares et al. (2012 p. 1), que el sustrato posee una buena capacidad de retención de agua y el nivel de compostado, el tipo de estiércol influirán en el grado de materia orgánica que contenga.

1.3.1.3. Tamo de arroz

El tamo de arroz o cascarilla de arroz es un material obtenido del proceso de molienda del grano maduro del arroz, tiene nutrientes como fosforo (P) y potasio (K) favoreciendo al desarrollo de

las raíces, preserva la humedad sin encharcamientos y mantiene un buen drenaje (Díaz, 2020, párr. 1).

Calderón (1989) y Zarp (1991) citado por Telenchana (2018, p. 11) indica que la cascarilla de arroz seca contiene una densidad de 0.12Kg/l, no pierde su contextura física en condiciones de humedad y en solución nutritiva; sin embargo, cabe recalcar que es necesario una buena fermentación para evitar posibles problemas con agentes patógenos.

1.3.2. Criterios para la selección de sustratos

De acuerdo con Cruz et al., (2013, p. 19) para la selección de sustratos se deben considerar los siguientes criterios básicos: *i)* Propiedades físicas, químicas y biológicas, *ii)* Compatibilidad con otros componentes, *iii)* Relación beneficio/costo, *iv)* Disponible en el lugar de estudio o producción, por su parte, Grigatti et al., (2007); citado en Cruz et al., (2013, p. 20) hace referencia a: *i)* Que los sustratos deben ser amigables con el ambiente, *ii)* Deben ser libre de patógenos, *iii)* Que deben optimizar el consumo del líquido vital (agua) y *iv)* Deben evitar el lavado de nutrientes.

1.4. Hormonas vegetales

Son aquellos compuestos orgánicos sintetizados denominados fitohormonas que tiene como función principal acelerar los procesos fisiológicos vegetales a partir de un órgano de la planta, obteniendo una reacción utilizando en pequeñas cantidades (INFOAGRO; citado por Lucero, 2013, p. 15).

Harrman y Kester (1974) citado por (Lucero, 2013, p. 15) indica que, los niveles de sustancias vegetales influyen en el crecimiento y emisión de raíces en un periodo corto. Las hormonas vegetales se clasifican en: auxinas, citoquininas y giberelinas. El grupo de las auxinas es el de mayor interés en la propagación asexual de especies vegetales con relación a la brotación del sistema radicular.

Bisht et al., (2018, p. 1308) menciona que las hormonas vegetales o también denominadas fitohormonas están agrupadas en 5 grupos principales: auxina, giberelina, citoquinina, ácido abscísico (ABA) y etileno.

1.4.1. Auxina

Las auxinas son hormonas vegetales naturales que se caracterizan como regulador del crecimiento vegetal; es decir, son estimulantes en la iniciación del sistema radicular. Además, son hormonas de gran importancia en el crecimiento vía división celular y alargamiento (raíz, tallo, entre otras), particularmente inducen la formación de raíces (enraizamiento de esquejes, acodos y estacas) (Frear 1956 y Weaver, 1976; citado por Vivancio, 2009, p.18).

1.4.1.1. Efecto de la auxina

Desde el punto de vista de varios autores (Tabla 6-1) las auxinas muestran los siguientes efectos fisiológicos en las plantas:

Tabla 5-1: Efectos fisiológicos de la auxina

EFFECTOS FISIOLÓGICOS SEGÚN AUTORES:	
Bisht et al., (2018, p. 1309)	Alcantara et al., (2019, p. 112)
1. Actividad de crecimiento de otra fitohormona (citoquininas y giberelinas).	1. Aumento de dominancia apical.
2. Agente estimulante.	2. Producción de diferentes raíces adventicias.
3. Inhibidor.	3. Formación y elongación de tallos.

Fuente: Bisht, et al., 2018 y Alcantara, et al., 2019.

1.4.1.2. Tipos de auxinas

Alcantara et al., (2019, p. 112) indican la siguiente clasificación de las auxinas:

- Ácido Indol Butírico (AIB ó IBA),
 - Ácido Indol Acético (AIA ó IAA),
 - Ácido 2,4- Diclorofenoxiacético (2,4-D),
 - Ácido Alfa-Naftalenacético (NAA).
- Ácido Indol Butírico (AIB)

Es una hormona sintética que estimula y acelera el desarrollo del sistema radicular de una planta en la propagación asexual de especies por medio de acodos, esquejes y estacas, provocando el desarrollo vegetativo de la planta de manera positiva (Báez et al., 2015, p. 523).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en el vivero agroforestal Dos Mangas de la parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

2.1.2. Ubicación geográfica

COORDENADAS UTM	
X	Y
0534260	9797953
0534283	9797913
0534240	9797874
0534313	9797768
0534433	9797840
0534348	9797937
0534334	9797973
Altitud: 12 msnm	

Fuente: GADPSE, 2022

Realizado por: Yagual, A. 2022.

2.1.3. Condiciones climáticas

La comuna Dos Mangas presenta las condiciones climáticas que se detallan en la tabla 7-2:

Tabla 6-2: Condiciones climáticas de la comuna Dos Mangas

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Temperatura	°C	20,4 – 27,3
Precipitación	mm/año	31,7 – 350,6
Humedad	%	87

Fuente: INAMHI, 2019.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1. *Materiales*

Bolígrafo, hojas A4, etiquetas de identificación, libro de campo/registro y papel periódico.

2.2.2. *Herramientas*

Fundas plásticas de polietileno 6 x 8 cm, flexómetro, regla/cinta métrica, pie de rey/ calibrador venier, tijera de podar, regadera, balde, bomba de mochila, escoba, rastrillo, pala, saquillos y carretilla.

2.2.3. *Equipos*

Computadora, cámara fotográfica, impresora y balanza.

2.2.4. *Reactivo e insumos*

Ácido Indol Butírico (AIB), hidróxido de sodio, agua destilada, tierra negra, arena de río, tamo de arroz y estiércol de ganado vacuno.

2.2.5. *Material biológico*

Estacas de *Bursera graveolens* (palo santo).

2.3. Metodología

2.3.1. *Factores en estudio*

2.3.1.1. *Factor A: Tipos de sustrato*

A1: Tierra negra (50%) + Tamo de arroz (25%) + Arena de río (25%)

A2: Tierra negra (50%) + Estiércol de ganado vacuno (50%)

A3: Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)

***Tierra negra: es un sustrato que contiene una capa superficial del suelo, restos de ceniza y madera quemada.*

***Estiércol de ganado vacuno: es un sustrato de aproximadamente de 6 meses de descomposición.*

2.3.1.2. Factor B: Dosis de Auxinas AIB

B1: 6.000 ppm

B2: 8.000 ppm

B3: 10.000 ppm

B4: Agua Destilada

2.3.1.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos evaluados resultaron de la combinación de los factores en estudio (Tabla 8-2):

Tabla 7-2: Descripción de los tratamientos de estudio

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1	Tierra negra (50%) + Tamo de arroz (25%) + Arena de río (25%) + 6.000 ppm de AIB
T2	A2B1	Tierra negra (50%) + Estiércol de ganado vacuno (50%) + 6.000 ppm de AIB
T3	A3B1	Tierra negra (50%) + Arena de río (50%) + 6.000 ppm de AIB
T4	A1B2	Tierra negra (50%) + Tamo de arroz (25%) + Arena de río (25%) + 8.000 ppm de AIB
T5	A2B2	Tierra negra (50%) + Estiércol de ganado vacuno (50%) + 8.000 ppm de AIB
T6	A3B2	Tierra negra (50%) + Arena de río (50%) + 8.000 ppm de AIB
T7	A1B3	Tierra negra (50%) + Tamo de arroz (25%) + Arena de río (25%) + 10.000 ppm de AIB
T8	A2B3	Tierra negra (50%) + Estiércol de ganado vacuno (50%) + 10.000 ppm de AIB
T9	A3B3	Tierra negra (50%) + Arena de río (50%) + 10000 ppm de AIB

T10	A1B4	Tierra negra (50%) + Tamo de arroz (25%) + Arena de río (25%) + Agua Destilada
T11	A2B4	Tierra negra (50%) + Estiércol de ganado vacuno (50%) + Agua Destilada
T12	A3B4	Tierra negra (50%) + Arena de río (50%) + Agua Destilada

Realizado por: Yagual, A. 2022.

2.3.2. *Diseño experimental*

En el presente estudio se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con estructura factorial 3x4.

Tabla 8-2: Diseño experimental con estructura factorial 3x4

Factor A	Factor B	Número de estacas	Tratamiento
A1	B1	10	T1: A1B1
A2		10	T2: A2B1
A3		10	T3: A3B1
A1	B2	10	T4: A1B2
A2		10	T5: A2B2
A3		10	T6: A3B2
A1	B3	10	T7: A1B3
A2		10	T8: A2B3
A3		10	T9: A3B3
A1	B4	10	T10: A1B4
A2		10	T11: A2B4
A3		10	T12: A3B4

Realizado por: Yagual, A. 2022.

2.3.2.1. *Características y especificación del ensayo*

Total tratamientos	=	12
Unidad observacional	=	Planta (estacas)
N° Observaciones por tratamiento	=	10
N° Bloques	=	4
Total estacas del ensayo	=	480

2.3.2.2. Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Variable a evaluar/respuesta
- μ = Media poblacional
- τ_i = Efecto del nivel i-ésimo del factor (Sustrato)
- β_j = Efecto del nivel i-ésimo del factor (Auxinas)
- $(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción τ_i y β_j (Sustratos y Auxinas)
- E_{ij} = Error experimental

2.3.2.3. Esquema del análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza correspondiente al diseño experimental de Bloques Completos al Azar con el cual se ejecutó el ensayo es el detallado en la Tabla 10-2.

Tabla 9-2: Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Fórmula	gl
Bloques	$n-1 = 4-1 = 3$	3
Sustratos (S)	$S-1 = 3-1 = 2$	2
Auxinas (A)	$(A-1) = 4-1 = 3$	3
SxA	$(S-1)(A-1) = 2*3 = 6$	6
Error	$(glTot-1) - (glB-1) - (glS-1) - (glA-1) - (glSxA-1) = 47-3-2-3-6$	33
Total	$SxAxSA-1 = 3*4*4-1$	47

2.3.2.4. Análisis funcional

Se determinó el coeficiente de variación (CV) en porcentaje, se aplicó un análisis paramétrico (ANOVA) en las variables cuantitativas discretas que cumplen los supuestos de normalidad y homocedasticidad y se realizó la separación de medias Tukey al 5% para las fuentes de variación la interacción y componentes principales. Se realizó un análisis no paramétrico a las variables cuantitativas discretas que no cumplieron los parámetros antes indicados, en dicho análisis se utilizó el programa estadístico InfoStat.

Una vez realizado los análisis de varianza de las variables respuesta estudiadas, se comprobó los supuestos de normalidad y homocedasticidad aplicando la prueba de Shapiro-Wilks y la prueba

de Levene, donde se validó dichos supuestos al encontrar un p-valor es mayor o igual a 0,05 para las variables porcentaje de prendimiento a los 50 días, número de brotes a los 15, 30 días, altura de brotes a los 15, 30 y 45 días y diámetro a los 15 días después del repique (Anexo C), y se realizó la prueba de Friedman para las variables número de brotes a los 45 días, diámetro a los 30 y 45 días después del trasplante, mismas que no cumplieron los supuestos antes mencionado.

2.3.2.5. Especificaciones del campo experimental

Se instaló un Diseño de Bloques Completos al Azar con estructura factorial 3x4. El estudio se condujo con un total de 480 unidades observacionales agrupadas en cuatro bloques y 12 tratamientos con 10 observaciones; es decir, por cada tratamiento se utilizó 10 submuestras experimentales (estacas) en cada uno de los bloques (Tabla 11-2; Figura 2-2).

Tabla 10-2: Delineación de unidad experimental DBCA con estructura factorial 3x4

	TRATAMIENTO											
BLOQUE I	T3	T12	T1	T8	T6	T7	T4	T9	T10	T11	T5	T2
BLOQUE II	T12	T8	T4	T5	T11	T3	T7	T1	T2	T9	T6	T10
BLOQUE III	T7	T3	T8	T2	T5	T12	T6	T4	T11	T1	T10	T9
BLOQUE IV	T10	T4	T5	T7	T1	T9	T2	T12	T8	T6	T11	T3

Realizado por: Yagual, A. 2022.

BLOQUE I												
	T3	T12	T1	T8	T6	T7	T4	T9	T10	T11	T5	T2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BLOQUE II												
	T12	T8	T4	T5	T11	T3	T7	T1	T2	T9	T6	T10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BLOQUE III												
	T7	T3	T8	T2	T5	T12	T6	T4	T11	T1	T10	T9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BLOQUE IV												
	T10	T4	T5	T7	T1	T9	T2	T12	T8	T6	T11	T3
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2-2. Representación del DBCA para la evaluación

Realizado por: Yagual, A. 2022.

2.3.3. Establecimiento del ensayo

2.3.3.1. Preparación de concentraciones de ácido indol butírico (AIB)

Para cada uno de los niveles del factor Auxinas se diluyó en un litro de agua destilada las siguientes concentraciones (Figura 3-2).:

B1: 6000 ppm que equivale a 1,225 g., se le agregó 18 gotitas de hidróxido de sodio hasta formar una mezcla homogénea y luego se diluyó en agua destilada.

B2: 8000 ppm que equivale a 1,633 g., se le agregó 22 gotitas de hidróxido de sodio hasta formar una mezcla homogénea y luego se diluyó en agua destilada.

B3: 10000 ppm que equivale a 2,041g., se le agregó 30 gotitas de hidróxido de sodio hasta formar una mezcla homogénea y luego se diluyó en agua destilada.



Figura 3-2. Preparación de concentraciones de Ácido Indol Butírico (AIB).

2.3.3.2. Preparación de los sustratos

Los sustratos evaluados se prepararon como componente principal tierra negra proveniente de la capa superficial del bosque donde se desarrolla la especie; para el primer nivel del factor sustratos se utilizó tres porciones de cada componente conformando la siguiente proporción 2:1:1 (50% tierra negra + 25 % tamo de arroz + 25 % arena de río), el segundo nivel estaba compuesto en una proporción 1:1 (50% tierra negra + 50% estiércol descompuesto de ganado vacuno), y finalmente el tercer nivel se conformó con una proporción 1:1 de los materiales en estudio (50% de tierra negra + 50% de arena de río) (Figura 4-2).



Figura 4-2. Preparación de sustratos: Primer nivel (a), segundo nivel (b) y tercer nivel (c)

2.3.3.3. Desinfección de sustratos

Una vez preparados los tres sustratos en estudio, se procedió a desinfectar cada uno de ellos de la siguiente manera, se humedeció el sustrato con agua, posterior a ello se aplicó una solución de Vitavax® 300 con una concentración de 17g en 10 litros de agua y se empezó a encharcar completamente los sustratos. Luego de dos días se realizó un movimiento de los sustratos, de una forma individual, con el fin de que expulsen los gases que se pudieron haber generado como efecto de la acción del desinfectante (Figura 5-2).



Figura 5-2. Desinfección de sustratos

2.3.3.4. *Enfundado de sustrato*

Se enfundó cada uno de los sustratos A1 (tierra negra + tamo de arroz + arena de río), A2 (tierra negra + estiércol de ganado) y A3 (tierra negra + arena de río) en fundas de polietileno 6 x 8 cm de acuerdo con los tratamientos propuestos a evaluar y se les ubicó en cada uno de los bloques (Figura 6-2).



Figura 6-2. Enfundado de sustrato.

2.3.3.5. *Identificación de plantas madres de B. graveolens*

Para identificar las plantas madres de *Bursera graveolens* se visualizaron árboles con excelentes características, mayores a 10 años de edad, para la recolección de las estacas, ubicados en la provincia de Santa Elena en la parroquia Colonche, específicamente en la comuna Aguadita, en la siguiente coordenada 2°05'38.3"S, 80°36'51.2"W.

2.3.3.6. *Recolección de estacas*

Se recolectaron 480 estacas apicales e intermedias de palo santo (*B. graveolens*) con una longitud entre 35 a 40 cm y un diámetro entre 1 a 5 cm, teniendo al menos 1 o 2 yemas que no muestren ningún tipo de ataque de plagas o enfermedades.

2.3.3.7. *Repique de especie forestal (palo santo)*

Se colocó la estaca en cada uno en los tratamientos T1, T2, T3 T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 y T12 a una profundidad aproximada de 5 cm, y a su vez se compactó el sustrato dejando sin cámaras de aire (Figura 7-2) y se colocaron las unidades observacionales en el orden mencionado en la figura 1-2.



Figura 7-2. Repique de *Bursera graveolens*

2.3.3.8. *Etiquetado*

En la etiqueta se especificó el N° de bloque, N° de tratamiento y se ubicó de acuerdo con el diseño indicado en la figura 1-2.



Figura 8-2. Etiquetado del ensayo

2.3.3.9. Riego

El riego se realizó durante el período de conducción del ensayo con una frecuencia de tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes).

2.3.4. Variables evaluadas

2.3.4.1. Porcentaje de prendimiento

Para el cálculo del porcentaje de prendimiento de las estacas de palo santo se registró datos a los 50 días luego del repique, y se aplicó la siguiente fórmula, número de estacas con brote, número de estacas establecidas por 100 (Narváez Bustos, 2021, p. 55).

$$\% \text{ Prendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de estacas con brote}}{\text{N}^\circ \text{ de estacas establecidas}} \times 100$$

Se ejecutó mediante observación directa el conteo de las estacas con brote y se apuntó en el libro de campo.

2.3.4.2. *Nº de brotes*

Se recogió información a los 15, 30 y 45 días después del repique con los respectivos instrumentos. Se realizó una observación directa en el ensayo, registrando en el libro de campo cada uno de los datos.

2.3.4.3. *Altura de los brotes*

Se registró información a los 15, 30 y 45 días después del repique del brote de mayor vigor de la estaca con el calibrador venier y/o pie de rey, se tomó como referencia la base del brote hacia arriba, esta variable se registró en cm (Figura 9-2).



Figura 9-2. Medición de altura de brote.

2.3.4.4. *Diámetro del cuello de los brotes*

Se recolectó información a los 15, 30 y 45 días después del repique, tomando el dato al brote de mayor vigor de la estaca, con el calibrador venier y/o pie de rey, se realizó la medición del cuello del brote, esta variable se registró en cm (Figura 10-2).



Figura 10-2. Medición de diámetro del cuello de brote

2.3.5. *Análisis económico de los tratamientos.*

Para el análisis económico de los tratamientos en condiciones ambientales del vivero agroforestal “Dos Mangas”, se procedió a realizar el presupuesto parcial como indica la metodología de Perrin et al., (1988) modificada por Ávalos y Villalobos (2018, p. 4).

2.3.5.1. *Costos variables*

Se identificaron los costos de insumos y productos químicos utilizados en cada tratamiento entre ellos tenemos:

1. Insumos (Tierra negra, Arena de río, Tamo de arroz, Estiércol de ganado vacuno).
2. Productos químicos (Auxina AIB, Agua Destilada, Hidróxido de sodio).

Posterior a ello, se calculó los costos de cada producto utilizado en cada uno de los tratamientos haciendo una regla de tres simple entre el costo total del producto por la cantidad utilizada sobre el contenido neto del producto para cada uno de los tratamientos y luego sumar todos los costos al final.

2.3.5.2. *Beneficio bruto, neto y económico neto ajustado*

Se determinó los beneficios de los tratamientos (beneficio bruto, beneficio neto y beneficio neto ajustado) del ensayo de la siguiente manera:

- ✓ Beneficio bruto (BB), se procedió a utilizar el porcentaje de prendimiento del ensayo.
- ✓ Beneficio neto (BN), se realizó la suma del beneficio bruto del porcentaje de prendimiento en cada uno de los tratamientos aplicados en el estudio.
- ✓ Beneficio económico neto ajustado (BNA), se estimó mediante la siguiente fórmula propuesta por Ávalos y Villalobos (2018, p. 5):

$$\text{BNA} = \text{BN} - 15\% (\text{BN} * (1 - 0,15))$$

2.3.5.3. Análisis de dominancia

Para desarrollar el análisis de dominancia se ordenaron, de menor a mayor, los costos variables de cada tratamiento; y luego se determinó si los tratamientos son dominados o no. Se dice que un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no lleva a un incremento en los beneficios económicos netos, por tanto, es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios (Ávalos y Villalobos, 2018, p. 5).

2.3.5.4. Tasa de retorno marginal

El cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM) se realizó a los tratamientos no dominados. Se calculó el incremento de beneficios netos ajustados (ΔBNA) y de costos variables (ΔCV) a cada uno de los tratamientos.

Luego para determinar el porcentaje de retorno, se aplicó la fórmula:

$$\text{TRM} = (\Delta\text{BNA}/\Delta\text{CV}) * 100 \text{ (Ávalos y Villalobos, 2018, pp. 5-6).}$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Resultados de las variables evaluadas

3.1.1. Porcentaje de prendimiento

3.1.1.1. Porcentaje de prendimiento a los 50 días

El análisis de la varianza (ANOVA) realizado para la variable porcentaje de prendimiento a los 50 días no encontró diferencias estadísticas significativas para la interacción Sustrato*Auxina ($p_v = 0,7068$), ni para el factor Auxina ($p_v = 0,6025$); mientras que, para el factor Sustrato encontró diferencias estadísticas altamente significativas con un p -valor = 0,0003 (Tabla 11-3). El promedio de prendimiento a los 50 días después del trasplante fue de 36,9% y presentó un coeficiente de variación de 25,92%, probablemente se obtuvieron estas respuestas por las posibles variaciones de la humedad de los sustratos evaluados y las condiciones climáticas de la zona del experimento.

Respuestas que fueron diferentes a las reportadas por Sánchez (2019, p. 21) donde manifiesta un promedio en porcentaje de prendimiento de 67% a los 60 días después de establecer el ensayo realizado en Portoviejo, en la provincia de Manabí sobre prendimiento de *B. graveolens* en etapa de vivero usando combinación de sustrato y enraizante natural.

Por el contrario, González (2021, p.33) reportó un promedio de 13,13% para porcentaje de prendimiento de especies nativas (*Ceiba trichistandra*, *Bursera graveolens*, *Ziziphus thyrsoiflora* y *Leucaena trichodes*) en adaptabilidad y crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas establecidas en áreas degradadas del sitio Quimis, cantón Jipijapa.

Tabla 11-3: ANOVA para porcentaje de prendimiento a 50 días después del trasplante de *Bursera graveolens*

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	1,87	0,62	0,83	0,4855
Sustrato	2	16,06	8,03	10,72	0,0003 **
Auxina	3	1,41	0,47	0,63	0,6025 n.s.
Sustrato*Auxina	6	2,82	0,47	0,63	0,7068 n.s.

Error	33	24,71	0,75
Total	47	46,87	

CV = 25,92 %

Promedio = 36,9 %

Nota: gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: F. calculada; p-valor: probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta o falsa; **: altamente significativa (<0,001); n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

Al realizar la prueba de separación de medias, Tukey al 5%, para el factor sustrato se identificaron dos rangos de significación; el sustrato tierra negra (50%) + arena de río (50%) (A3) presentó el mejor promedio de brotación a los 50 días después del trasplante (51,88%) siendo diferente estadísticamente a los sustratos tierra negra (50%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) (A1) y tierra negra (50%) + estiércol de ganado vacuno (50%) (A2) que presentaron los menores promedios 24,38 y 34,38%, respectivamente (Gráfico 1-3).

Datos generados por Sánchez (2019, p. 21), indican un promedio de 67% de brotación a los 60 días de instalado el ensayo, donde evaluó el mejor sustrato para prendimiento de la especie en estudio, alcanzando dicho promedio los sustratos tamo de arroz + inmersión 10 minutos en aloe vera (S1T2), tierra espino + inmersión 10 minutos en aloe vera (S2T2) y tierra espino + inmersión 15 minutos en aloe vera tiempo en aloe vera de 15 min (S2T3).

El factor Auxina no presentó efecto significativo para esta variable a los 50 días de la instalación del ensayo, datos congruentes con los reportados por Morillo et al. (2016, p. 2) en la revista Bosques Latitud Cero, quienes utilizaron productos enraizantes (Hormonagro 1 y Enraizador H.V) donde no lograron efecto alguno.

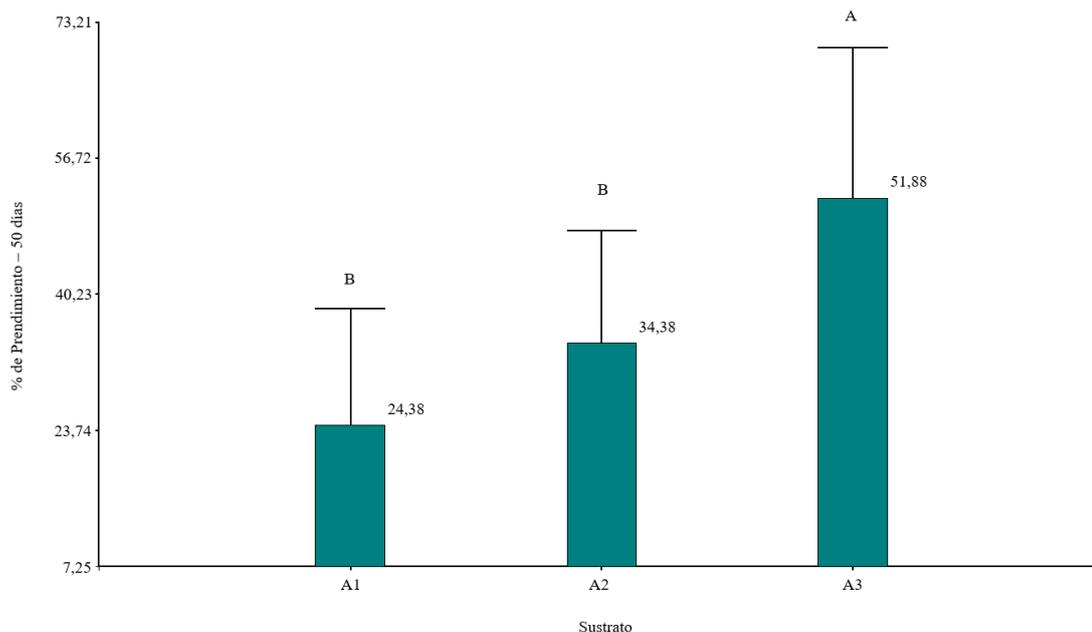


Gráfico 1-3. Media de porcentaje de prendimiento a los 50 días de *Bursera graveolens*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.2. Porcentaje de supervivencia

3.1.2.1. Porcentaje de supervivencia a los 50 días

En el análisis de varianza (ANOVA) comprobado para la variable porcentaje de supervivencia a los 50 días después del repique no se encontró diferencias estadísticas significativas para la interacción Sustrato*Auxina ($p = 0,6813$), ni para el factor Auxina ($p = 0,1608$); mientras que, para el factor Sustrato encontró diferencias estadísticas significativas con un p -valor = $0,0161$ (Tabla 12-3). El promedio de supervivencia a los 50 días después del trasplante fue de $60,80\%$ y presentó un coeficiente de variación de $18,53\%$.

Tabla 12-3: ANOVA para porcentaje de supervivencia a los 50 días después del trasplante de *Bursera graveolens*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	143,57	47,86	0,43	0,7310
Sustrato	2	1037,21	518,61	4,69	0,0161 *
Auxina	3	607,40	202,47	1,83	0,1608 n.s.
Sustrato*Auxina	6	438,70	73,12	0,66	0,6813 n.s.
Error	33	3650,17	110,61		
Total	47	5877,05			

CV = 18,53 %

Promedio = 68,80 %

*Nota: FV: Fuentes de variación; gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: Frecuencia calculada; p-valor: frecuencia tabulada; *: significativa; n.s.: no significativa*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

En el gráfico 2-3, muestra la prueba de Tukey al 5% para el factor sustrato, donde se puede observar dos rangos de significación. El primer rango para el sustrato tierra negra (50%) + arena de río (50%) (A3) con el mejor promedio supervivencia a los 50 días tras el repique de 63,15%; lo contrario, para los sustratos tierra negra (50%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) (A1) y tierra negra (50%) + estiércol de ganado vacuno (50%) (A2) que obtuvieron promedios de supervivencia menores de 52,25 y 54,84 %, respectivamente. El factor Auxina no mostró efecto significativo para esta variable.

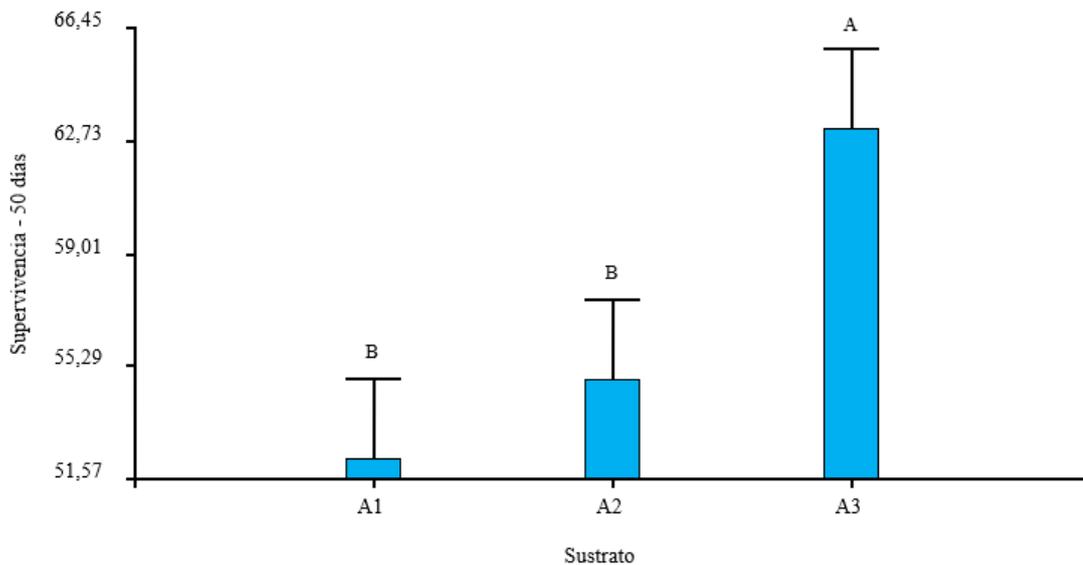


Gráfico 2-3. Media de porcentaje de supervivencia a los 50 días de *Bursera graveolens*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.3. N° de brotes

3.1.3.1. Número de brotes a los 15 días

En el análisis de varianza (ANOVA) efectuado para la variable número de brotes a los 15 días luego del repique no encontró diferencias estadísticas significativas para la interacción Sustrato*Auxina, ni para el factor Auxina (p-valor > 0,05 en ambos casos), no así para el factor

Sustrato que fue altamente significativo (p-valor de 0,0027). Presentó un coeficiente de variación (CV) de 67,01% y el promedio de número de brotes por planta a los 15 días fue de 1,479 (Tabla 13-3).

En lo que se refiere al tema de estudio no existen trabajos relacionados; pero existen estudios vinculados al empleo de hormonas (ANA y AIB) estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa de *Chlorophona tinctoria* (L) Daug (Moral fino) en el litoral ecuatoriano, siendo estos datos diferentes a los conseguidos por Ramos et al. (2006, p. 11) donde evaluó esta variable a los 30 días de instalación del experimento y no muestran diferencias estadísticas significativas en los tratamientos.

Tabla 13-3: ANOVA para número de brotes a 15 días después del repique de *B. graveolens*

Fuentes de Variación	Gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0,04	0,01	1,33	0,2804
Sustrato	2	0,15	0,08	7,12	0,0027 *
Auxina	3	0,03	0,01	0,79	0,5065 n.s.
Sustrato*Auxina	6	0,07	0,01	1,14	0,3637 n.s.
Error	33	0,35	0,01		
Total	47	0,64			

CV = 67,01%

Promedio = 1,479

Nota: gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: F. calculada; p-valor: probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta o falsa; *: significativa; n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

En el gráfico 3-3, se presenta la prueba de Tukey al 5% para el factor sustrato, donde se puede observar dos rangos de significación. El primer rango para el sustrato tierra negra (50%) + arena de río (50%) (A3) con el mejor promedio de 1,77 brotes por planta a los 15 días tras el repique; lo contrario, para los sustratos tierra negra (50%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) (A1) y tierra negra (50%) + estiércol de ganado vacuno (50%) (A2) que obtuvieron promedios menores 1,31 y 1,36 brotes por planta, respectivamente. El factor Auxina no presentó efecto significativo para esta variable.

Sin embargo, a las condiciones adecuadas (cuidados y manejo) que se le dio al ensayo, es importante mencionar que se obtuvo a los 15 días brotes que luego se fueron marchitando y

cayendo progresivamente, probablemente fueron producto de las reservas alimenticias de cada estaca.

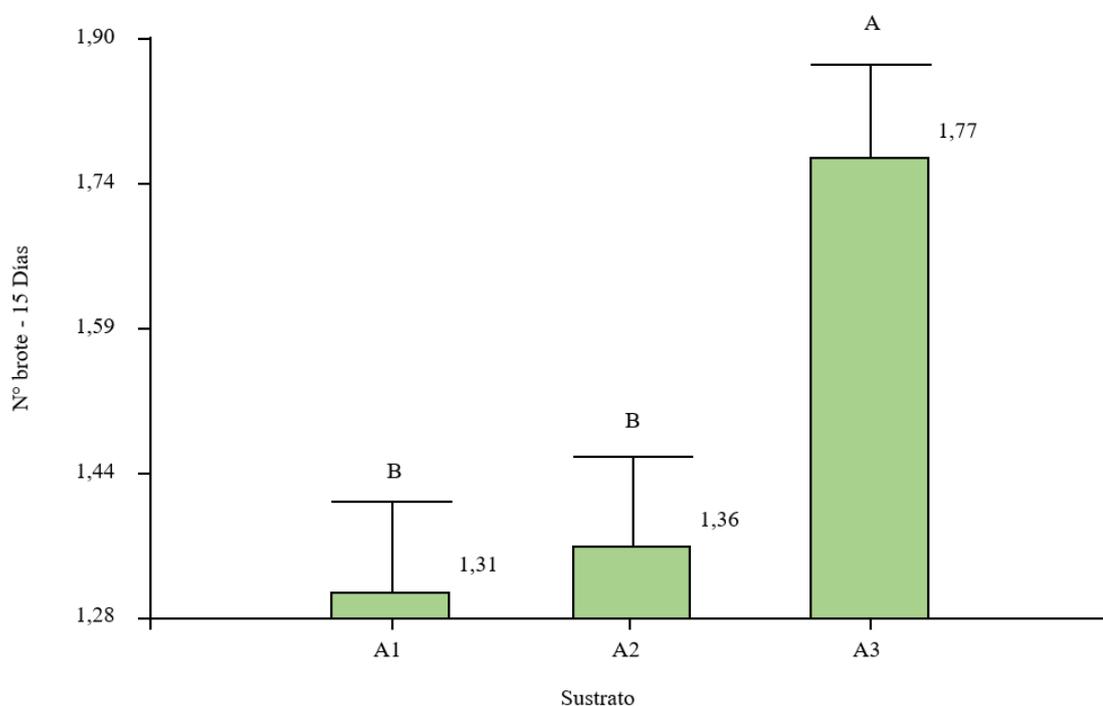


Gráfico 3-3. Media del N° de brote a los 15 días de *Bursera graveolens*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.3.2. Número de brotes a los 30 días

El Análisis de Varianza (ANOVA) realizado a la variable número de brotes a los 30 días (Tabla 14-3), no identificó diferencias estadísticas significativas (p -valor $> 0,05$) para las fuentes de variación estudiadas (interacción Sustrato*Auxina ($p_v = 0,3768$), en el factor Sustrato ($p_v = 0,3608$) y en el factor Auxina ($p_v = 0,1760$)). A los 30 días del establecimiento del ensayo se obtuvo un promedio de 1,347 en brotes por planta y registró un coeficiente de variación de 36,94%.

En lo que se refiere evaluación de sustratos y dosis de auxinas en la especie de estudio no existen trabajos reportados, sin embargo, existen estudios relacionados a propagación asexual de especies forestales (*Cordia alliodora* - Laurel, *Ochroma pyramidale* - Balsa, *Tabebuia crysantha* - Guayacán) similares a la especie en estudio por el lugar de distribución (González, 2012, p. 34), señala datos diferentes estadísticamente significativas para la interacción Especie*Sustrato cuyo p -valor es de 2,5491%.

Tabla 14-3: ANOVA de número de brotes a los 30 días después del trasplante de *B. graveolens*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	p-valor	
Bloque	3	2,87	0,96	3,51	0,0266	
Sustrato	2	0,57	0,29	1,05	0,3608	n.s.
Auxina	3	1,44	0,48	1,76	0,1760	n.s.
Sustrato*Auxina	6	1,82	0,30	1,11	0,3768	n.s.
Error	31	8,45	0,27			
Total	45	15,15				

CV = 36,94 %

Promedio = 1,347

Nota: gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: F. calculada; p-valor: probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta o falsa; n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.3.3. Número de brotes a los 45 días

En la prueba de Friedman desarrollado para número de brotes a los 45 días después del repique obtuvo un p-valor > 0,05 donde estadísticamente no existe diferencia significativa para la variable antes dicha, registrando un p- valor de 0,7185 con un promedio general de 1,248 brotes por planta (Tabla 15-3).

Tabla 15-3: Prueba de Friedman de número de brotes a los 45 días de *B. graveolens*

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T²	p	
6,33	6,83	10,00	4,17	6,33	5,67	4,17	6,33	7,50	7,00	6,00	7,67	0,71	0,7185	n.s.

Promedio = 1,248

Nota: n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.4. Altura de brotes

3.1.4.1. Altura de brotes a los 15 días

El Análisis de varianza (ANOVA) para altura de brotes a los 15 días después del establecimiento del ensayo reveló la existencia de diferencia estadística significativa para la interacción Sustrato*Auxina ($p_v = 0,0311$) y diferencias estadísticas altamente significativa para el factor Sustrato ($p_v = 0,0005$); mientras que para el factor Auxinas ($p_v = 0,1127$) no son estadísticamente diferentes (Tabla 16-3). Alcanzó un coeficiente de variación (CV) de 27,19% y un promedio general de altura de brotes de 1,547 cm.

Resultados similares reportaron Mero et al., (2017, p. 264), investigadores que encontraron diferencias estadísticas significativas (p -valor fue de 0,00914) en longitud de brotes a los 15 días después del repique.

Tabla 16-3: ANOVA de altura de brotes a los 15 días después del repique de *B. graveolens*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0,49	0,16	0,93	0,4367
Sustrato	2	3,42	1,71	9,66	0,0005 **
Auxina	3	1,14	0,38	2,15	0,1127 n.s.
Sustrato*Auxina	6	2,85	0,48	2,68	0,0311 *
Error	33	5,84	0,18		
Total	47	13,75			

CV = 27,19 %

Promedio = 1,547 cm

Nota: gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: F. calculada; p-valor: probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta o falsa; **: altamente significativa (<0,001); *: significativa n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

Al proceder con la prueba de Tukey al 5% de significancia, para altura de brotes a los 15 después del repique se encontró que para la interacción Sustrato*Auxina se forman dos rangos de significación estadística (a, b), ubicándose en el rango b todos los tratamientos con un promedio entre 0,98 cm y 1, 77 cm a excepción del tratamiento tierra negra 50% + arena de río 50% + 6.000 ppm de AIB (A3*B1) que presento un valor promedio de 2,60 cm (Gráfico 4-3), siendo diferente estadísticamente.

Promedios similares publicaron Mero et al., (2017, p. 264), quienes mencionan que entre los tratamientos con 8.000 ppm de auxina (0,87) y 4.000 ppm de auxina (0,45) y el testigo (0,52),

existe diferencia significativa en los promedios usando como sustrato en los diferentes tratamientos (4:2:1) tierra de campo + tierra de guabo + arena de río.

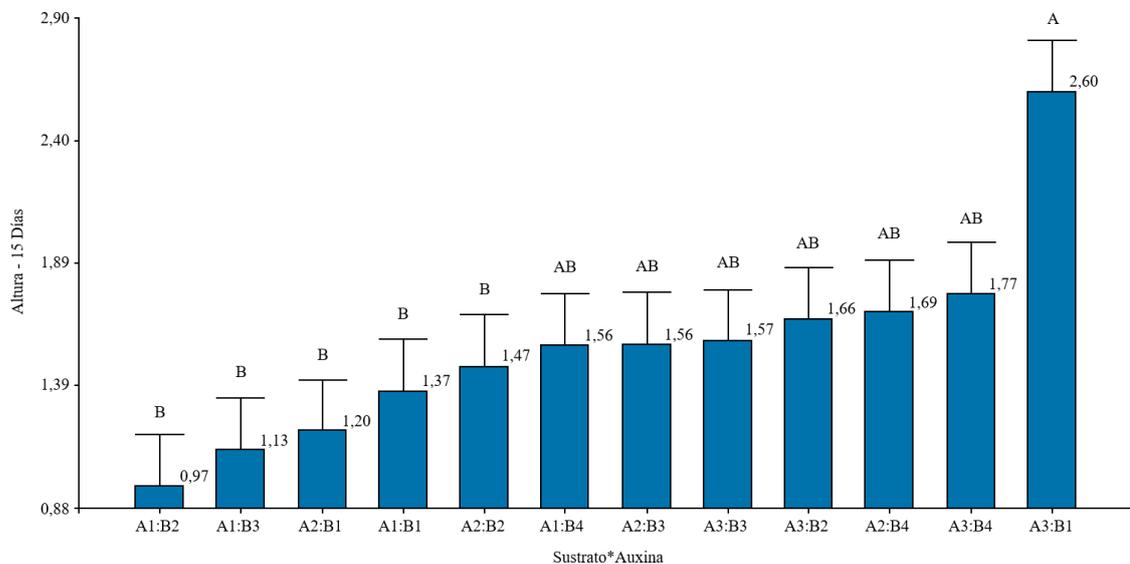


Gráfico 4-3. Media de altura a los 15 días de *Bursera graveolens*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.4.2. Altura de brotes a los 30 días

Los datos obtenidos en la variable altura de brotes a los 30 días después del trasplante presentaron un coeficiente de variación de 33,80% y un promedio general de altura equivalente a 1,630 cm. En el análisis de varianza (ANOVA) realizado no identificó diferencias estadísticas significativas (p -valor $> 0,05$) para la interacción Sustrato*Auxina ($p_v = 0,6331$), y el factor Auxinas ($p_v = 0,6795$); mientras que, para el factor Sustrato determinó diferencias estadísticas altamente significativa ($p_v = 0,0010$) (Tabla 17-3).

Datos distintos consiguió Mero et al., (2017, p. 264), en su trabajo de investigación efecto de reguladores de crecimiento tipo auxínico para la regeneración de tejido vegetal en *Bursera graveolens* quienes señalan haber encontrado diferencias estadísticas significativas (p -valor $< 0,05$) para los tratamientos empleados en la variable longitud de brotes a los 30 días después del trasplante, donde para la variable mencionada registra un p -valor de 0,0119 estadísticamente altamente significativa.

Tabla 17-3: ANOVA de altura de brotes a los 30 días después del trasplante de *B. graveolens*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	1,34	0,45	1,47	0,2425
Sustrato	2	5,28	2,64	8,71	0,0010 **
Auxina	3	0,46	0,15	0,51	0,6795 n.s.
Sustrato*Auxina	6	1,32	0,22	0,72	0,6331 n.s.
Error	31	9,40	0,30		
Total	45	17,81			

CV = 30,80 %

Promedio = 1,630 cm

Nota: gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: F. calculada; p-valor:

probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta o falsa; **: altamente significativa (<0,001); n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

Al ejecutar la prueba de Tukey al 5% de separación de medias para el factor sustrato se determinó dos rangos de significancia, donde el sustrato tierra negra (50%) + arena de río (50%) (A3) alcanzó el mayor promedio (2,06 cm altura de brotes por planta) a los 30 días de establecido el ensayo, siendo superior a los sustrato tierra negra (25%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) (A1) que presentó un promedio de 1,23 cm y el sustrato tierra negra (50%) + estiércol de ganado vacuno (50%) (A2) mostrando un valor de 1,57 cm de altura de brote por planta en dicho período de evaluación (Gráfico 5-3).

Datos que concuerdan con los presentados por Mero et al., (2017, p. 265), donde indican haber alcanzado una longitud media de brote de 1,45 cm con el tratamiento tierra de campo + tierra de guabo + arena de río + 8.000 ppm de auxina altura superior a las experimentadas por el tratamiento testigo registrando un promedio de 0,80 cm.

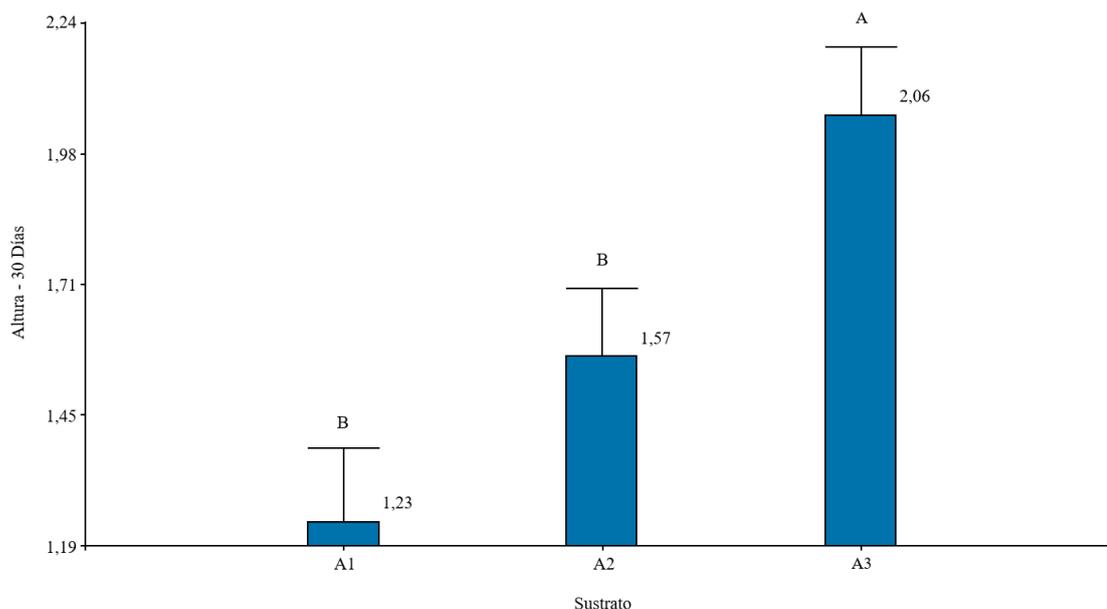


Gráfico 5-3. Media de altura a los 30 días de *Bursera graveolens*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.4.3. Altura de brotes a los 45 días

En la variable altura de brotes a los 45 días manifiesta un coeficiente de variación de 36,56% y un promedio de 1,619 cm en altura de brotes. El análisis de varianza (ANOVA) realizado no identificó diferencia estadística significativa alguna ($p\text{-valor} > 0,05$) en la interacción Sustrato*Auxina ($p_v = 0,4877$) y en el factor Auxina (0,3655); mientras que en el factor Sustrato fue altamente significativa ($p_v = 0,0055$) (Tabla 18-3).

En relación con el tema de estudio no se encontró información bibliográfica reportada de la especie forestal *B. graveolens*; por lo que Vilela (2018, p. 65) se refiere a la especie forestal *Loxopterygium huasango* (Huasango), donde muestra resultados congruentes en los mismos que alcanzaron una frecuencia calculada de 0,51 no significativa estadísticamente para la interacción Dosis*Sustrato; para el factor dosis presentaron datos estadísticamente significativos (14,42) y el factor sustrato altamente significativos (10,97)

Tabla 18-3: ANOVA de altura de brotes a los 45 días después del repique de *B. graveolens*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0,31	0,1	0,30	0,8272
Sustrato	2	4,33	2,17	6,18	0,0055 **

Auxina	3	1,15	0,38	1,10	0,3655 n.s.
Sustrato*Auxina	6	1,95	0,33	0,93	0,4877 n.s.
Error	31	10,86	0,35		
Total	45	18,62			

CV = 36,56 %

Promedio = 1,619 cm

Nota: gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: F. calculada; p-valor:

probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta o falsa; **: altamente significativa (<0,001); n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

En la prueba de separación de medias Tukey al 5% para el factor sustrato (Gráfico 6-3) se generan dos rangos de significación, el sustrato tierra negra 50% + arena de río 50% (A3) experimentaron un valor de 2,04 cm de altura de brote a los 45 días después del repique, siendo distinto estadísticamente a los sustratos tierra negra 50% + estiércol de ganado vacuno 50% (A2) y tierra negra 50% + tamo de arroz 25% + arena de río 25% (A1) cuyos valores son menores en altura de brotes a la fecha del registro, 1.38 y 1,46 cm respectivamente.

Desde el punto de vista de Vilela (2018, p. 65), existe información relacionada con la especie forestal *Loxopterygium huasango* (Huasango), quien reporta datos en efecto principal para sustrato en la variable altura de planta a los 120 días de iniciado el experimento, mediante la prueba de Ducan al 0,05 los cuales generan cuatro rango de significancia; siendo el rango A (S₃: estiércol de caprino 50% + tierra agrícola 50%) alcanzaron un promedio alto de 37,19 cm; a diferencia del rango D (S₁: estiércol de caprino 100%) consiguieron un promedio bajo de 23.81 cm.

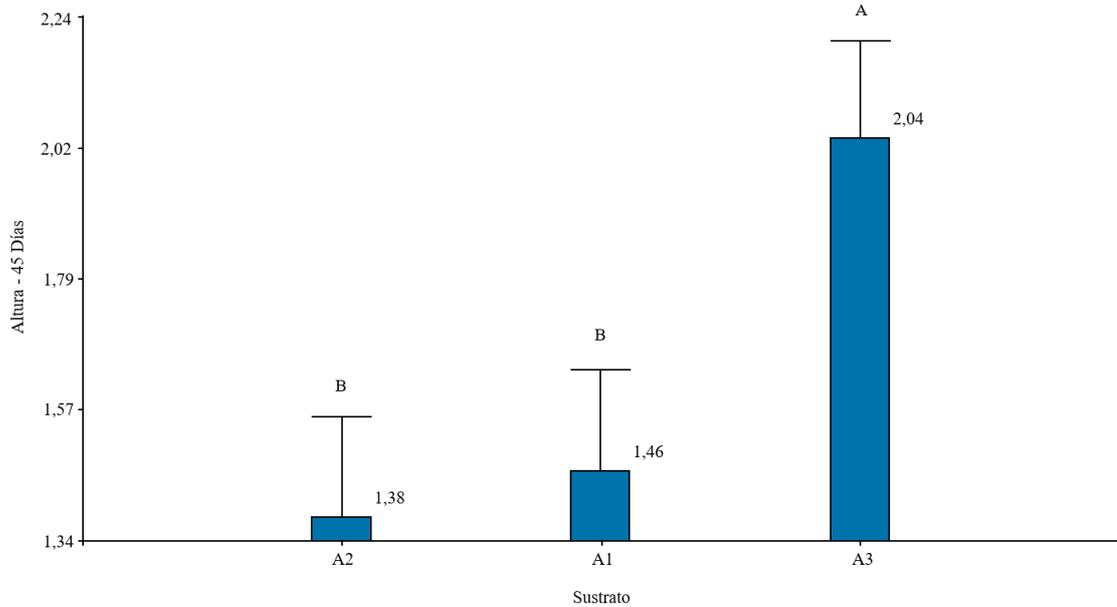


Gráfico 6-3. Media de altura a los 45 días de *Bursera graveolens*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.5. Diámetro del cuello de los brotes

3.1.5.1. Diámetro del cuello de los brotes a los 15 días

El Análisis de Varianza (ANOVA) realizado a la variable diámetro del cuello de los brotes a los 15 días (Tabla 19-3), no presenta diferencias estadísticas significativas (p -valor $> 0,05$) para los factores de estudio, en la interacción Sustrato*Auxina ($p_v = 0,2252$), en el factor Sustrato ($p_v = 0,5416$) y en el factor Auxina ($p_v = 0,3956$). A los 15 días de establecimiento del ensayo se obtuvo un promedio de 0,111 cm de diámetro de brotes y se encontró un coeficiente de variación de 10,55%.

Con respecto a diámetro del cuello de brotes en diferentes sustratos y dosis de auxinas en propagación de estacas de *B. graveolens*, no existen trabajo relacionados a este ensayo, por ende, información limitada, desde otro punto de vista, existen investigaciones relacionadas con efectos de tres fitohormonas en producción asexual de *Cedrela odorata* a los 15 días tuvieron diferencias estadísticas altamente significativas en los tratamientos (0,0001), presentando un coeficiente de variación de 16,18%.

Tabla 19-3: ANOVA para diámetro del cuello de los brotes a los 15 días de *B. graveolens*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0,21	0,07	6,73	0,0011
Sustrato	2	0,01	0,01	0,62	0,5416 n.s.
Auxina	3	0,03	0,01	1,02	0,3956 n.s.
Sustrato*Auxina	6	0,09	0,02	1,45	0,2252 n.s.
Error	33	0,35	0,01		
Total	47	0,70			

CV = 10,55%

Promedio = 0,11 cm

Nota: gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados Medios; F: F. calculada; p-valor: probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta o falsa; n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.1.5.2. Diámetro del cuello de los brotes a los 30 y 45 días

En la prueba de Friedman desarrollado para diámetro del cuello de los brotes a los 30 días a partir del trasplante encontró un p-valor < 0,05 lo que significa que fueron estadísticamente diferentes; por el contrario, para la variable diámetro del cuello de los brotes a los 45 días no encontró diferencia estadística significativa, teniendo un promedio de 0,108 y 0,114 cm de diámetro a los 30 y 45 días, respectivamente (Tabla 20-3).

Tabla 20-3: Prueba Friedman para diámetro del cuello de los brotes a los 30 y 45 días de *B. graveolens*

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T²	p
Diámetro - 30 días	5,75	2,50	9,25	1,75	10,00	5,75	7,25	10,75	5,75	2,50	5,25	11,50	9,15	0,0005 **
Diámetro - 45 días	4,17	2,67	11,00	4,50	6,00	9,17	4,67	6,50	7,33	6,83	5,50	9,67	1,82	0,1108 n.s.
Promedio de diámetro del cuello de los brotes a los 30 días =													0,108 cm	
Promedio de diámetro del cuello de los brotes a los 45 días =													0,114 cm	

Nota: **: altamente significativa; n.s.: no significativa

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

A los 30 días de haber iniciado la investigación, se realiza las comparaciones múltiples para la variable diámetro donde se puede evidenciar diferentes rangos entre los tratamientos en estudio;

teniendo los valores más altos para los tratamientos tierra negra (50%) + arena de río (50%) + Agua (T12) y tierra negra (50%) + arena de río (50%) + 6000 ppm de AIB (T3), cuyos valores fueron de 0,117 y 0,116 cm respectivamente; en cambio el tratamiento tierra negra (50%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) + 8000 ppm de AIB (T4) obtuvo el valor mas bajo de 0,098 cm de diámetro del cuello del brote a los 30 días (Gráfico 7-3).

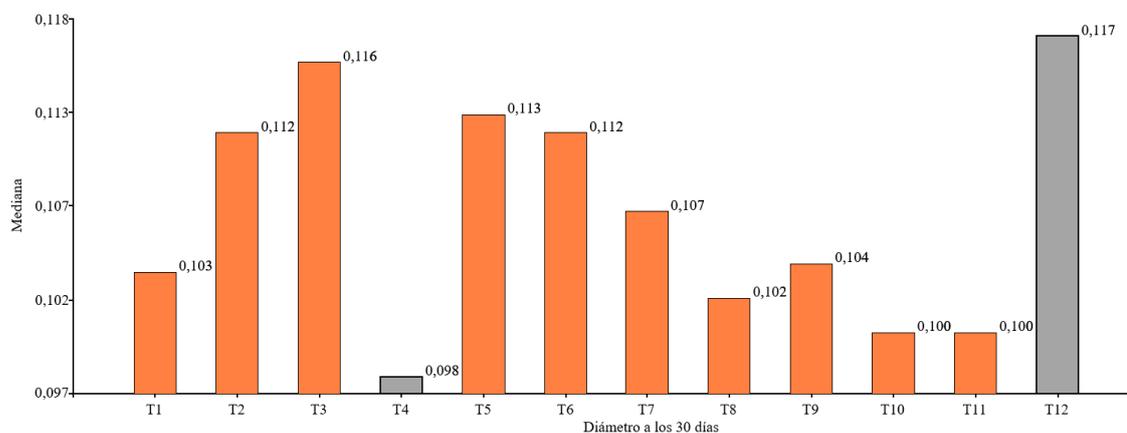


Gráfico 7-3. Comparaciones múltiples para diámetro a los 30 días de *Bursera graveolens*

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.2. Resultados de análisis económico

En la evaluación de tres tipos de sustrato y tres dosis de auxina en propagación por estacas de *Bursera graveolens* en condiciones ambientales del vivero agroforestal “Dos Mangas”, se realizó el análisis económico de presupuesto parcial para los tratamientos en estudio, identificando:

3.2.1. Costos variables

El tratamiento con el mayor costo del ensayo fue de tierra negra (50%) + estiércol de ganado vacuno (50%) + 10000 ppm de AIB (T8) cuyo valor es de \$3.56, seguido de tierra negra (50%) + arena de río (50%) + 10000 ppm de AIB (T9) y tierra negra (50%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) + 10.000 ppm de AIB (T7), los cuales obtuvieron costos variables \$3,55 y \$3,53 respectivamente (Tabla 21-3), por el contrario, para los tratamientos T10, T11 y T12 son los más bajos en costos debido a la ausencia de concentraciones de auxina en los tratamientos.

Tabla 21-3: Estimación de costos variables de los tratamientos utilizados en el ensayo.

Tratamientos	Costo de la AIB utilizada	Costo de agua destilada utilizada	Costo de NaOH utilizado	Costo del sustrato utilizado	Costo variable del ensayo
T1	\$ 1,30	\$ 1,23	\$ 0,02	\$ 0,10	\$ 2,65
T2	\$ 1,30	\$ 1,23	\$ 0,02	\$ 0,14	\$ 2,68
T3	\$ 1,30	\$ 1,23	\$ 0,02	\$ 0,12	\$ 2,67
T4	\$ 1,73	\$ 1,23	\$ 0,03	\$ 0,10	\$ 3,08
T5	\$ 1,73	\$ 1,23	\$ 0,03	\$ 0,14	\$ 3,12
T6	\$ 1,73	\$ 1,23	\$ 0,03	\$ 0,12	\$ 3,10
T7	\$ 2,16	\$ 1,23	\$ 0,04	\$ 0,10	\$ 3,53
T8	\$ 2,16	\$ 1,23	\$ 0,04	\$ 0,14	\$ 3,56
T9	\$ 2,16	\$ 1,23	\$ 0,04	\$ 0,12	\$ 3,55
T10	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,10	\$ 0,10
T11	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,14	\$ 0,14
T12	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,12	\$ 0,12

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.2.2. Beneficio bruto, neto y económico neto ajustado

En la obtención de los diferentes beneficios se ocupó datos de porcentaje de prendimiento del ensayo, donde el tratamiento con mayor beneficio bruto, neto y económico neto ajustado fue el conformado por tierra negra (50%) + arena de río (50%) + 8.000 ppm de AIB (T6), teniendo valores de 57,50, 23,00 y 20,07 correspondientemente, precedido por el tratamiento T12: tierra negra (50%) + arena de río (50%) + agua obteniendo valores de beneficio bruto (55,00), beneficio neto (22,00) y beneficio económico neto ajustado (19,20) (Tabla 22-3).

Tabla 22-3: Estimación de tipos de beneficios en los tratamientos aplicados en el ensayo

Tratamientos	Beneficio bruto	Beneficio neto	Beneficio económico neto ajustado (al 15%)
T1	22,50	9,00	7,85
T2	30,00	12,00	10,47
T3	47,50	19,00	16,58

T4	27,50	11,00	9,60
T5	40,00	16,00	13,96
T6	57,50	23,00	20,07
T7	17,50	7,00	6,11
T8	37,50	15,00	13,09
T9	47,50	19,00	16,58
T10	30,00	12,00	10,47
T11	30,00	12,00	10,47
T12	55,00	22,00	19,20

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.2.3. Análisis de dominancia

Mediante el análisis de dominancia (Tabla 23-3), los tratamientos no dominados presentan una diferencia en beneficio económico neto justado como resultados tenemos a los tratamientos tierra negra (50%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) + agua (T10), tierra negra (50%) + arena de río (50%) + agua (T12) y tierra negra (50%) + arena de río (50%) + 8.000 ppm de AIB (T6)

Tabla 23-3: Análisis de dominancia realizado para cada tratamiento en estudio del ensayo.

Tratamientos	Costos que varían en el ensayo	Beneficio económico neto ajustado	Observación de cambio de tratamiento	Conclusión de la observación
T10	0,10	10,47		No dominado
T12	0,12	19,20	De T10 a T12	No dominado
T11	0,14	10,47	De T12 a T11	Dominado
T1	2,65	7,85	De T12 a T1	Dominado
T3	2,67	16,58	De T12 a T3	Dominado
T2	2,68	10,47	De T12 a T2	Dominado
T4	3,08	9,60	De T12 a T4	Dominado
T6	3,10	20,07	De T12 a T6	No dominado
T5	3,12	13,96	De T6 a T5	Dominado
T7	3,53	6,11	De T6 a T7	Dominado
T9	3,55	16,58	De T6 a T9	Dominado
T8	3,56	13,09	De T6 a T8	Dominado

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

3.2.4. Tasa de retorno marginal

Otro punto es la tasa de retorno marginal (TRM), donde el tratamiento tierra negra (50%) + arena de río (50%) + agua (T12) registró el porcentaje más alto obteniendo un valor de 41.648,11, lo que significa que fue el más rentable en la evaluación de los tres tipos de sustrato y tres dosis de auxina en la propagación por estacas de *Bursera graveolens* (Tabla 24-3).

Tabla 24-3: Cálculo de la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados según el análisis de dominancia.

Tratamientos	Costos que varían en el ensayo	Beneficio económico neto ajustado	Δ BN	Δ CV	TRM (%)
T10	0,10	10,47			
T12	0,12	19,20	8,73	0,02	41.648,11
T6	3,10	20,07	0,87	2,98	29,27

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

CONCLUSIONES

Al finalizar el período propuesto de la investigación del presente trabajo de integración curricular se llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ El prendimiento promedio de estacas de *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch (Palo Santo) en el vivero agroforestal Dos Mangas del cantón Santa Elena, fue de 36,9%, presentando el mayor porcentaje de ésta variable el sustrato tierra negra 50% + arena de río 50% (A3) cuyo valor fue de un 51,88%.
- ✓ No se obtuvo un efecto claro en la interacción sustrato con dosis de auxinas (AIB) en las variables estudiadas, se observó un efecto del factor tipo de sustrato, donde el sustrato tierra negra (50%) + arena de río (50%), experimentó un mayor porcentaje de prendimiento del 50 al 100% con respecto a los sustratos A2: tierra negra (50%) + estiércol de ganado vacuno (50%) y A3: tierra negra (50%) + arena de río (50%) respectivamente, así como también, presentó una mayor altura del brote superando entre el 40 y 54 % a los sustratos A1: tierra negra (50%) + tamo de arroz (25%) + arena de río (25%) y A2: tierra negra (50%) + estiércol de ganado vacuno (50%), respectivamente.
- ✓ El análisis económico realizado de los tratamientos en estudio, determinó al tratamiento tierra negra (50%) + arena de río (50%) + agua (T12) como uno de los tratamientos de costos variables más bajos (\$0.12), y como a éste tratamiento presentó un porcentaje de prendimiento de estacas alto, de acuerdo con éste estudio, generó un beneficio neto económico ajustado del 19,20% y una tasa de retorno marginal del 41.648,11%.

RECOMENDACIONES

Como resultado de este trabajo, sugerimos las siguientes recomendaciones:

- ✓ Extender el tiempo de conducción del experimento a 6 meses, para que se demuestre un efecto del AIB en el enraizamiento de estacas de *Bursera graveolens*, probablemente el tiempo evaluado no fue suficiente para que se pueda observar dicho efecto.
- ✓ Tomar en cuenta diferentes factores tales como fases de desarrollo de *Bursera graveolens*, la posición de las estacas en el árbol, tiempo de aplicación de la hormona mayor a 5 minutos.
- ✓ Para futuras investigaciones, seguir utilizando el análisis económico en estudios de esta índole con la finalidad de generar información base para plantaciones, planes de reforestación y simplificar la toma de decisión del productor al proceder una actividad productiva en especies forestales de bosque seco.

GLOSARIO

AIB: Ácido Indol Butírico, es una hormona que estimula el desarrollo del sistema radicular que causa en primer lugar la formación de callos, posterior a ello, la formación, emisión y crecimiento de raíces (Báez et al., 2015, p.523)

Auxina: es una fitohormona vegetal que tiene como función principal el crecimiento y desarrollo de plantas (Garay et al., 2014, p.13)

Ecosistema xerofítico: es aquel ecosistema formado por vegetación adaptadas a la escasez de agua o que resisten a la sequía donde podemos encontrar plantas herbáceas, cactáceas, espinosas, poco densas y arbustivas que pueden medir hasta 8 m de altura (Aguirre , 2006, p.168).

Escarificación mecánica: consiste en realizar un corte en la testa de la semilla (endocarpo) sin dañar su embrión con ayuda de una navaja así evitando la impermeabilidad de esta (Pérez, 2008).

Reproducción asexual: consiste en la obtención de una nueva especie vegetal a partir de un fragmento de la planta desarrollando un individuo idéntico al progenitor/a ya sea por injerto, tubérculo, acodos, estacas, entre otros (Quimiz, 2015, p.11).

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, M., Zhofre, KVIST, Lars Peter y SÁNCHEZ T., Orlando. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales* [en línea], 2006, (Ecuador) pp.162-187. [Consulta: 4 marzo 2022]. Disponible en: <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf>

AGUIRRE MENDOZA, Zhofre. *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador*. [En línea]. Quito - Ecuador. 2012. [Consulta: 3 noviembre 2021.]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>.

AGUIRRE PADILLA, Nathalie, ALVARADO ESPEJO, Johanna y GRANDA PARDO, Julio. Bienes y servicios ecosistémicos de los bosques secos de la provincia de Loja. *Bosque Latitud Cero* [en línea], 2018, (Ecuador) 8(2), pp. 118-130. [Consulta: 15 diciembre 2021]. ISSN: 1390 - 3683. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/499/394>

ALCANTARA CORTES, Johan Steven; ACERO GODOY, Jovanna; ALCÁNTARA CORTÉS, Jonathan David; SÁNCHEZ MORA, Ruth Melida. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova* [en línea], 2019, 17(32), pp. 109-129. [Consulta: 17 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1036/1425>

ÁVALOS CERDAS, Juan Manuel y VILLALOBOS MONGE, Alexis. Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas* L. mediante la metodología de presupuestos parciales. 1, Costa Rica : s.n., Junio de 2018, *Agronomía Mesoamericana* [en línea], 2018, (Costa Rica) Vol. 29, pp. 95-104. [Consulta: 22 febrero 2022]. ISSN: 1021-7444 / 2215-3608. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00101.pdf>

AZAD, Salim; ALAM, Jahidul; MOLLICK, Abdus Subhan; KHAN, Nabul Islam. Rooting of cuttings of the wild Indian almond tree (*Sterculia foetida*) enhanced by the application of indole-3-butyric acid (IBA) under leafy and non-leafy conditions. *Rhizosphere* [en línea], 2018, 5, pp. 8-15. [Consulta: 15 noviembre 2021]. ISSN 2452-2198. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452219817301672?via%3Dihub>

BISHT, Tejpal Singh ; RAWAT, Laxmi ; CHAKRABORTY, Rawat; YADAV, Vikas. A Recent Advances in Use of Plant Growth Regulators (PGRs) in Fruit Crops - A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied* [en línea], 2018 (India) 7(5), pp.

1307-1336. [Consulta: 16 diciembre 2021]. ISSN: 2319-7706. Disponible en: <https://www.ijcmas.com/7-5-2018/Tejpal%20Singh%20Bisht,%20et%20al.pdf>

BÁEZ PÉREZ, Aurelio; GONZÁLEZ MOLINA, Lucila; SOLIS MOYA, Ernesto; BAUTISTA CRUZ, Angélica; BERNAL ALARCÓN, Maria de los Ángeles. Efecto de la aplicación del ácido indol-3-butírico en la producción y calidad de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], 2015, (México) 6 (3), pp. 523-537. [Consulta: 17 diciembre 2021]. ISSN 2007-0934. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n3/v6n3a7.pdf>

CARRANZA PATIÑO, Mercedes; CRUZ IBARRA, Omar; NIETO RODRÍGUEZ, Enrique; SAUCEDO AGUIAR, Silvia; CEVALLOS FALQUEZ, Orly; ESCOBAR TROYA, Ariel; REYES CHANCAY, Ximena; MORANTE CARRIEL, Jaime. Propagación de *Tabebuia Donnell-Smithii* Rose (Guayacán blanco) utilizando hormonas de enraizamiento. *Ciencia y Tecnología* [en línea], 2012 (Ecuador) 5(2), pp. 17-26. [Consulta: 15 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/123/137>

CARRIÓN PALADINES, Humberto Vinicio. Gestión y participación local para el aprovechamiento sostenible de desechos orgánicos del palo santo (*Bursera graveolens*), en el bosque seco semidecídulo del sur occidente de la provincia de Loja, Ecuador. [En línea] (Tesis). (Doctoral). Universidad de Jaén, Facultad de Ciencias Experimentales, Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología, Andalucía - España. 2016. p.14 [Consulta: 2021-11-17]. Disponible en: <http://ruja.ujaen.es/bitstream/10953/747/1/9788416819638.pdf>. IBN 978-84-16819-63-8.

CRUZ CRESPO, Elia; CAN CHULIM, Alvaro; SANDOVAL VILLA, Manuel; BUGARIN MONTOYA, Ruben; ROBLES BERMUDEZ, Agustín; JUAREZ LOPEZ, Porfirio. Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias* [en línea], 2013 (México) 2(2), pp. 17-26. [Consulta: 18 noviembre 2021]. ISSN: 2007-3380. Disponible en: <http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/719/1/Sustratos%20en%20la%20horticultura.pdf>.

DÍAZ ARÉVALO, Hans. *Los beneficios de la cascarilla de arroz para el cultivo del arándano.* [blog] 17 de Agosto de 2020, 2020 [Consulta: 19 noviembre 2021]. Disponible en: <https://agronegociosperu.org/2020/08/17/los-beneficios-de-la-cascarilla-de-arroz-para-cultivo-del-arandano/#:~:text=La%20cascarilla%20de%20arroz%20es,humedad%20en%20macetas%20y%20alm%C3%A1cigos..>

DOMINGUEZ YANCE, Drucila Debora. Efecto del ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas semileñosas de *Pourouma cecropiifolia* M. (Uvilla) utilizando propagadores de nebulización en Yarinacocha – Perú. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Carrera Profesional de Ingeniería Agroforestal Acuícola, Yarinacocha – Perú. 2015. pp. 14-15 [Consulta: 2021-11-16]. Disponible en: <http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/80/1/Tesis.pdf>.

ESTRELLA, Jaime; MANOSALVAS, Rossana; MARIACA, Jorge; RIBADENEIRA, Mónica. *Biodiversidad y recursos genéticos: una guía para su uso y acceso en el Ecuador* [En línea]. Quito - Ecuador: Abya Yala, 2005. [Consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5wqYLRGlohMC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Los+bosques+deciduos+o+tambi%C3%A9n+llamados+bosques+secos+son+ecosistemas+%C3%BAnticos+y+fr%C3%A1giles+que+albergan+especies+end%C3%A9micas+y+aportan+beneficios+econ%C3%B3micos,+soci>

EUGENIO HURTADO, Marco Tulio. La producción del aceite e incienso del palo santo o (*Bursera graveolens*) en el Cantón Puerto Lopez, Provincia de Manabí. [En línea] (Tesis de Grado). (Economista). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Guayaquil – Ecuador. 2014. p. 9. [Consulta: 2021-10-27]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9612/1/TESIS_DE_GRADO%20MARCOS%20EUGENIO%20HURTADO%20septiembre%2011%202014.pdf.

FAO. *Restaurar la tierra - el próximo decenio.* [en línea] Roma: Unasylva y FAO, 2021. [Consulta: 16 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.google.it/books/edition/_/n0s2EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&pg=PP1

FAO; PNUMA. *El estado de los bosques del mundo 2020: Los bosques, la biodiversidad y las personas.* [en línea] Roma: 2020. [Consulta: 6 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca8642es/ca8642es.pdf>.

GÁRATE DÍAZ, Merlin Harold. Técnicas de propagación por estacas. [En línea] (Trabajo Monográfico). (Ingeniería). Universidad Nacional de Ucayali, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Agronomía, Ucayali – Perú. 2010. pp. 6-31 [Consulta: 2021-11-15]. Disponible en: http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf.

GARAY ARROYO, Adriana; DE LA PAZ SÁNCHEZ, María; GARCÍA PONCE, Berenice; ÁLVAREZ BUYLLA, Elena R.; GUTIÉRREZ, Crisanto. La homeostasis de las auxinas y su importancia en las plantas. *Revista de educación bioquímica* [en línea], 2014. 33(1), pp. 13-22. [Consulta: 4 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2014/reb141c.pdf>

GONZÁLEZ ALCÍVAR, Diomedes Enrique. Adaptabilidad y crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas establecidas en áreas degradadas del Sitio Quimís, cantón Jipijapa. [En línea] (Tesis de Grado). (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal. Manabí - Ecuador. 2021. p. 23. [Consulta: 2022-02-07]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3217/1/CD%20PROYECTO%20DE%20INV%20ESTIGACION%20DIOMEDES%20GONZALEZ.pdf>.

GONZÁLEZ CHIQUITO, Simón Damian. Propagación asexual mediante esqueje de las especies forestales Laurel *Cordia alliodora*, Balsa *Ochroma pyramidale*, Guayacán *Tabebuia crisantha*, con la aplicación de tres dosis de sustratos en los predios de la “UNESUM” en el Cantón Puerto López. [En línea] (Tesis de Grado). (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Unidad Académica de Ciencias Forestales, Ambientales y Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Forestal, Manabí – Ecuador. 2012. p. 6. [Consulta: 2021-11-14]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/121/1/gonzales%20chiquito%20simon%20damian.pdf>.

GRIJALVA O., Jorge; CHECA RIVAS, Ximena Patricia; RAMOS VEINTIMILLA, Raúl; BARRERA A., Paulo; VERA, Roy; SIGCHA MORALES, Franklin Anthony. *Estado de los recursos genéticos forestales en Ecuador.* [en línea]. Quito - Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Forestería, 2016. [Consulta: 10 diciembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2742/1/iniapscpm424.pdf>

GUERRA TUME, Max. Distribución de clases diamétricas de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planchon 1872 BURSERACEAE “palo santo”, en el cerro “Garabo” Morropón – Piura. [En línea] (Tesis). (Profesional de Biólogo). Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ciencias, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, Guayaquil – Ecuador. 2013. p. 7. [Consulta: 2021-11-18]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1341/BIO-GUE-TUM-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

HARTMANN, Hudson T. y KESTER, Dale E. *Propagacion de plantas: Principios y prácticas*. [en línea] Sexta. México : Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., 1998. [Consulta: 15 noviembre 2021]. Disponible en: https://jardinbotanico.montevideo.gub.uy/sites/jardinbotanico.montevideo.gub.uy/files/articulos/descargas/propagacion_de_plantas_1_hartman_kester.pdf

INFOAGRO. *Tipos de sustratos de cultivo (Parte II)*. [blog] 7 de Junio de 2017, 2017. [Consulta: 19 noviembre 2021]. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/tipos_sustratos_cultivo__parte_ii_.asp.

INKANATURA. *Palo Santo: Incienso Natural*. [blog] 1 de Julio de 2013, 2013 [Consulta: 27 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=palo-santo-madera-propiedades-comprar>.

LUCERO ARROYO, Dora Estefanía. Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta *Coffea canephora*. [En línea] (Trabajo de investigación). (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica Escuela de Ingeniería Agronómica, Ambato – Ecuador. 2013. p. 15. [Consulta: 2021-11-21]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4736/1/Tesis-50%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20168.pdf>.

MANZANO, P. Potencial fitofármaco de bursera graveolens sp (palo santo), del bosque seco tropical, Península de Santa Elena, Provincia del Guayas [en línea], 2007, (Ecuador) [Consulta: 17 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4729/1/7252.pdf>

MERO JALCA, Otto Francisco.; CUÁSQUER FUEL, Elias; GARCÍA LUCAS, Lucy Maritza; RAMOS RODRÍGUEZ, Marcos Pedro; JIMÉNEZ GONZÁLEZ, Alfredo. Efecto de reguladores de crecimiento tipo auxínico para la regeneración de tejido vegetal en Bursera graveolens. *Revista Cubana de Ciencias Forestales (CFORES)* [en línea], 2017, (Ecuador) 5(3), pp. 259-269. [Consulta: 25 noviembre 2021]. ISSN 1996-2452. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6222090>

MORALES MALDONADO, Raymundo y CASANOVA LUGO, Fernando. Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana* [en línea], 2015,(Mexico) 26(2), pp. 365-372. [Consulta: 14 noviembre 2021]. ISSN 2215-3608. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/19331/19386>

MORILLO INFANTE, Luis Felipe; ERAS GUAMÁN, Víctor Hugo; MORENO SERRANO, José; MINCHALA PATIÑO, Julia; MUÑOZ CHAMBA, Luis; YAGUANA ARÉVALO, Magaly; POMA ANGAMARCA, Ruth; VALAREZO ORTEGA, Cristian; SINCHE FREIRE, Mauricio. Estudio fenológico y propagación de *Bursera graveolens*(Kunth) Triana & Planch, en la Comunidad de Malvas, Cantón Zapotillo, Provincia de Loja. *Bosque Latitud Cero* [en línea], 2016, (Ecuador) 6(2), pp. 1-15 [Consulta: 15 diciembre 2021] ISSN 2528-7818. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/222/209>

NARVÁEZ BUSTOS, Melany Alejandra. Efecto de las hormonas de enraizamiento en la propagación asexual de *Alnus nepalensis* D. Don en dos tipos de ambientes en la Granja Experimental “Yuyucocha” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra – Ecuador. 2021. p. 55. [Consulta: 2021-11-7]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11102/2/03%20FOR%20327%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.

OLIVARES CAMPOS, M. A.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, A.; VENCES CONTRERAS, C.; JÁQUEZ BALDERRAMA, J. L.; OJEDA BARRIOS, D.. *Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo.* [en línea], 2012, (México) 28(1), pp. 27-37. [Consulta: 16 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v28n1/v28n1a3.pdf>

PARRALES VILLACRESES, Johann Carlos. Influencia de niveles de concentración de hormona AIB en la inducción de brotes y raíces en estaquillas de *Myroxylon balsamum* (bálsamo). [En línea] (Tesis de Grado). (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Unidad Académica de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Forestal. Manabí – Ecuador. 2015. p. xiii. [Consulta: 2021-12-15]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/86/1/PARRALES%20VILLACRESES%20JOHANN%20CARLOS.pdf>.

PIN GUARANDA, Génesis Mariuxi. Determinar la población de la especie palo santo (*Bursera graveolens*) y su valor comercial, en el Recinto Quimis del Cantón Jipijapa. [En línea] (Proyecto de investigación). (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad Ciencias Económicas, Carrera Administración de Empresas Agropecuarias. Manabí – Ecuador. 2019. p. 11. [Consulta: 2021-11-20]. Disponible en:

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2043/1/UNESUM-ECU-ADM.EMP.AGROPECUARIA-2019-10.pdf>.

PUESCAS CHULLY, Miguel. planteetplanete. *ESTUDIO DENDROLOGICO DE LA ESPECIE *Bursera graveolens**. [En línea] 2018. [Citado el: 3 de Noviembre de 2021.] <http://planteetplanete.org/wp-content/uploads/2018/02/53.pdf>.

RAMOS GAVILANES, LUIS; CRUZ ROSERO, Nicolás; MORANTE CARRIEL, Jaime; VILLACIS, Oscar. Empleo de hormonas (ANA y AIB) estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa de *Chlorophora tinctoria* (L) Gaud (moral fino) en el litoral ecuatoriano. *Foresta veracruzana* [en línea], 2006, 8(1), pp. 9-12. [Consulta: 03 marzo 2022] ISSN: 1405-7247. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/497/49780102.pdf>

ROJAS GONZÁLEZ, Salvador, GARCÍA LOZANO, Jairo y ALARCÓN ROJAS, Melva. *Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. [en línea]. Bogotá - Colombia : Produmedios, 2004. [Consulta: 16 noviembre 2021]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17056/41359_27553.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SÁNCHEZ ANCHUNDIA, María Angélica. Prendimiento de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch (2011), en etapa de vivero usando combinación de sustratos y enraizante natural. [En línea] (Proyecto de investigación). (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal. Manabí - Ecuador. 2019. [Consulta: 2022-02-15]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1752/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-11.pdf>.

TELENCHANA TISALEMA, Jaime Javier. Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). [En línea] (Proyecto de investigación). (Ingeniería). Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Carrera De Ingeniería Agronómica. Ambato – Ecuador. 2018. p. 11. [Consulta: 2021-11-19]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%20C3%ADa%20Agron%20C3%B3mica%20-CD%20557.pdf>.

TORTOSA, Germán. *Materiales para compostar: estiércol de vaca* [blog] 18 de Agosto, 2019. [Consulta: 19 noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2019/08/materiales-para-compostar-estiercol-de-vaca/>.

VÁZQUEZ, M.A., J.F., FREIRE y L., SUÁREZ. *Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas.* [en línea]. Quito : EcoCiencia, 2005 [Consulta: 21 noviembre 2021]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/45637.pdf>

VILELA TAVARA, Milton Josmell. 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. [En línea] (Tesis). (Ingeniería). Universidad Nacional de Piura, Facultad de Agronomía, Escuela Profesional de Agronomía; Piura - Perú. 2018. [Consulta: 2022-02-15]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1266/AGR-VIL-TAV-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

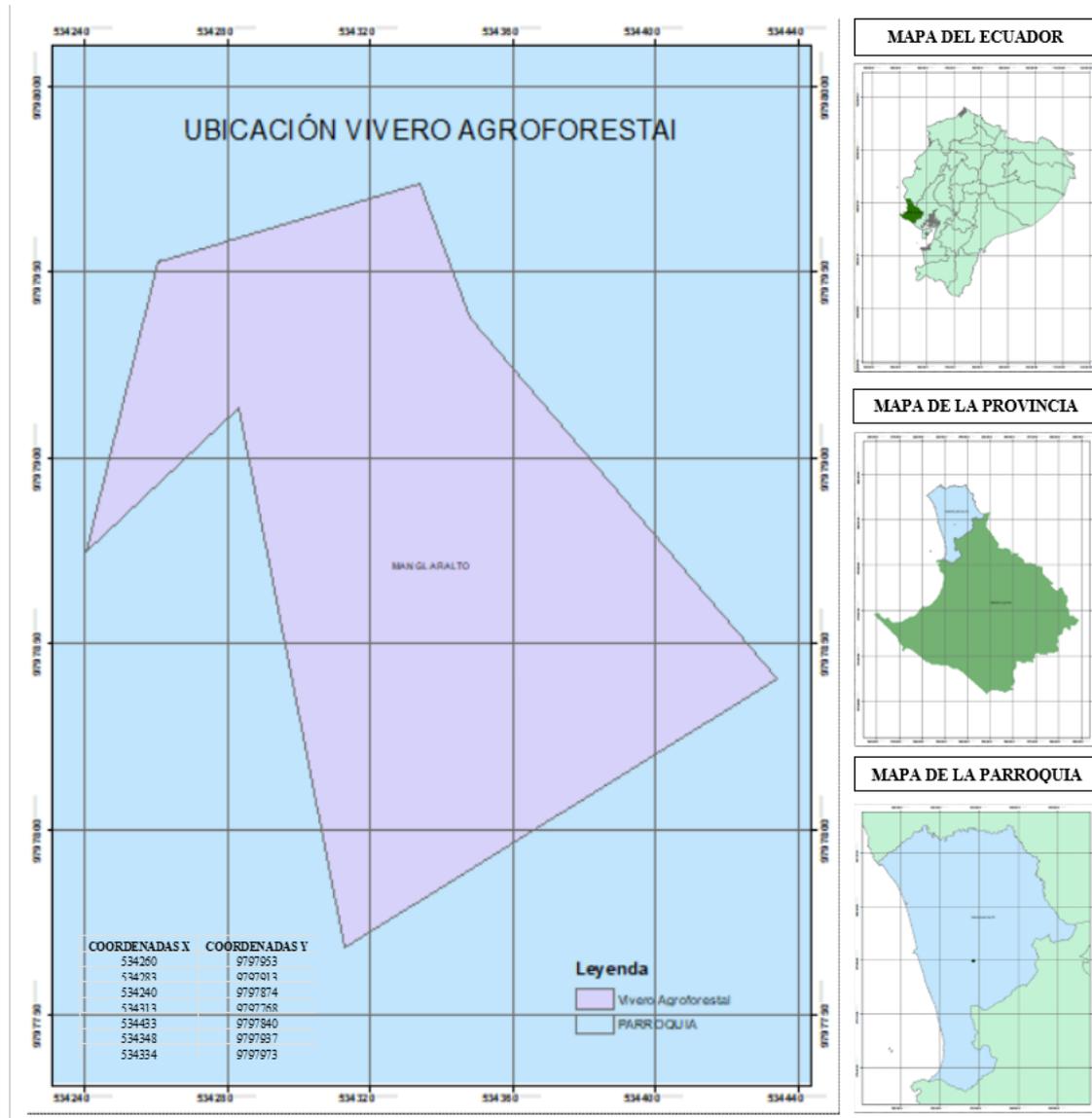
VIVANCIO VINUEZA, Julio César. Evaluación de la eficacia del bioplus, hormonagro y enraizador universal en la propagación asexual de *Hypericum* (*Hypericum* spp.). [En línea] (Tesis). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba – Ecuador. 2009. p.18. [Consulta: 2021-11-21]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/361/1/13T0656%20.pdf>.


DBRA
Ing. Cristian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL VIVERO AGROFORESTAL



Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

ANEXO B: PROMEDIO DE VARIABLES DE ESTUDIO

Bloque	Tratamiento	N° brote - Altura - Diámetro			N° brote - Altura - Diámetro			N° brote - Altura - Diámetro			% de Prendimiento - 50 Días
		15 Días	15 Días	15 Días	30 Días	30 Días	30 Días	45 Días	45 Días	45 Días	
I	T3	1,71	1,79	0,10	1,67	2,33	0,13	1,33	1,79	0,14	30
I	T12	3,50	1,57	0,12	2,71	1,84	0,14	1,33	1,30	0,14	40
I	T1	1,83	1,15	0,10	1,67	1,09	0,11	1,50	1,06	0,10	20
I	T8	1,67	1,52	0,11	1,60	1,72	0,13	1,50	2,55	0,12	30
I	T6	2,22	1,22	0,08	2,14	1,70	0,11	1,00	1,10	0,11	50
I	T7	1,20	1,18	0,09	1,00	1,36	0,11	1,00	2,29	0,12	20
I	T4	1,17	0,83	0,08	1,17	0,97	0,10	1,00	1,13	0,10	30
I	T9	1,75	2,40	0,10	1,71	2,40	0,11	1,50	2,27	0,13	60
I	T10	1,20	1,36	0,10	1,67	1,44	0,10	1,67	1,64	0,10	30
I	T11	1,00	1,68	0,10	1,00	0,56	0,10	1,00	0,60	0,10	10
I	T5	1,25	0,93	0,11	1,75	1,31	0,12	1,00	0,86	0,11	40
I	T2	1,75	0,98	0,10	1,00	1,15	0,10	1,00	1,21	0,07	20
II	T12	2,11	1,99	0,10	2,00	2,90	0,12	1,57	2,19	0,11	70
II	T8	1,50	1,65	0,10	1,33	0,98	0,09	1,00	2,29	0,09	40
II	T4	1,33	1,03	0,10	1,20	0,89	0,11	1,00	1,56	0,09	50
II	T5	1,20	2,29	0,11	1,00	2,58	0,11	1,00	0,96	0,10	40
II	T11	1,00	1,27	0,15	1,00	1,30	0,10	1,50	1,19	0,12	60
II	T3	1,33	3,29	0,11	1,25	3,75	0,12	2,00	3,59	0,17	40
II	T7	1,60	1,07	0,09	1,00	1,20	0,09	1,00	0,94	0,08	10
II	T1	1,14	1,41	0,14	1,00	1,71	0,11	1,00	2,10	0,11	20
II	T2	1,20	1,64	0,11	1,00	2,50	0,14	2,00	0,78	0,09	40
II	T9	1,25	1,13	0,10	1,25	1,43	0,11	1,33	1,92	0,12	50
II	T6	1,86	1,67	0,11	1,71	1,97	0,12	1,38	1,76	0,11	90
II	T10	1,00	1,40	0,11				1,00	0,98	0,11	10
III	T7	1,00	0,78	0,15	1,00	1,14	0,11	1,00	1,58	0,09	40
III	T3	2,00	2,87	0,28	1,00	2,07	0,11	1,14	2,46	0,11	80
III	T8	1,40	1,38	0,11	1,00	1,38	0,12	1,00	1,04	0,11	50
III	T2	1,00	1,07	0,12	1,00	1,33	0,09	1,00	1,79	0,09	30
III	T5	1,50	1,60	0,26	1,00	1,80	0,12	2,00	1,88	0,10	50
III	T12	1,63	1,62	0,11	1,00	1,54	0,12	1,00	1,11	0,12	40
III	T6	1,33	1,86	0,23	1,25	2,67	0,10	1,00	2,64	0,12	30
III	T4	1,00	1,21	0,09	1,00	1,37	0,08	1,00	1,47	0,10	10
III	T11	1,60	2,09	0,10	1,50	2,18	0,11	1,00	1,27	0,08	40
III	T1	1,00	0,70	0,10	1,00	0,81	0,10	1,00	1,01	0,08	20
III	T10	2,17	2,07	0,11	1,75	1,36	0,09	1,00	2,30	0,11	30
III	T9	1,14	1,30	0,09	1,25	1,27	0,10	1,00	1,48	0,08	30
IV	T10	1,40	1,40	0,10	1,80	1,20	0,11	1,33	0,78	0,09	50
IV	T4	1,33	0,83	0,09	1,00	0,85	0,10	1,50	1,29	0,09	20
IV	T5	1,00	1,06	0,09	1,00	1,23	0,11	1,00	0,91	0,08	30
IV	T7	1,00	1,48	0,10							0
IV	T1	1,56	2,21	0,10	1,50	1,56	0,10	1,00	1,64	0,10	30
IV	T9	1,88	1,46	0,08	1,67	1,47	0,10	1,25	1,90	0,09	50
IV	T2	1,50	1,13	0,07	2,50	1,18	0,12	2,00	1,37	0,12	30
IV	T12	1,78	1,90	0,09	1,63	2,33	0,11	1,40	2,77	0,12	70
IV	T8	1,50	1,70	0,07	1,00	2,34	0,08				30
IV	T6	1,60	1,90	0,10	1,29	1,73	0,11	1,40	1,87	0,10	60
IV	T11	1,63	1,74	0,07	1,00	1,56	0,09	1,00	1,44	0,12	10
IV	T3	1,29	2,45	0,11	1,00	1,51	0,10	1,80	2,41	0,51	40
		1,48	1,55	0,11	1,35	1,63	0,11	1,25	1,62	0,11	36,88

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

ANEXO C: PRUEBA DE SHAPIRO-WILKS Y LEVENE PARA VARIABLES DE ESTUDIO

Variable	n	Shapiro-Wilks	Levene
		p(Unilateral D)	p-valor
RDUO Prendimiento - 50 Días	48	0,8850	0,0555
RDUO N° brote - 15 Días	48	0,1522	0,1780
RDUO N° brote - 30 Días	46	0,2560	0,2330
RDUO N° brote - 45 Días	46	<0,0001	0,3828
RDUO Altura - 15 Días	48	0,4230	0,1013
RDUO Altura - 30 Días	46	0,3395	0,4026
RDUO Altura - 45 Días	46	0,2328	0,1851
RDUO Diámetro - 15 Días	48	0,0734	0,5794
RDUO Diámetro - 30 Días	46	0,4847	<0,0001
RDUO Diámetro - 45 Días	46	<0,0001	0,0001

Fuente: Trabajo de campo.

Realizado por: Yagual, A. 2022.

ANEXO D: ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 15 DÍAS



ANEXO E: ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 30 DÍAS



ANEXO F: ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 45 DÍAS



ANEXO G: ENSAYO DE *Bursera graveolens* (Kunt) Triana & Planch A LOS 50 DÍAS





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 09 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Ana Alexandra Yagual González
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Fernando Castillo



1847-DBRA-UTP-2022