



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

**EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE
HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* (GUARANGO) CON TRES DOSIS
DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO EN EL VIVERO DE LA
ESPOCH**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: CRISTIAN DAVID YUQUILEMA ATUPAÑA

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Cristian David Yuquilema Atupaña

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, Cristian David Yuquilema Atupaña, 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 autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Riobamba, 11 de noviembre del 2021






Cristian David Yuquilema Atupaña

CC: 060509081-0

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 ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* (GUARANGO) CON TRES DOSIS DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO EN EL VIVERO DE LA ESPOCH**, realizado por el señor: **CRISTIAN DAVID YUQUILEMA ATUPAÑA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros 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. Juan Hugo Rodríguez Guerra MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por JUAN HUGO RODRIGUEZ GUERRA Fecha: 2021.11.29 09:24:01 -05'00'	2021-11-11
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 Firmado electrónicamente por: CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA	2021-11-11
Dra. Cs. Rosa Del Pilar Castro Gómez. PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: ROSA DEL PILAR CASTRO GOMEZ	2021-11-11

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por darme fuerzas para no rendirme ante los problemas, por acompañarme durante todo este tiempo para permitirme llegar a esta etapa importante de mi formación. A todos mis familiares y amigos que pusieron su confianza en especial a mis padres por su apoyo incondicional para lograr mis objetivos.

Cristian

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Alberto Yuquilema y María Atupaña por haberme dado la vida, por todo su apoyo y sus consejos para enseñarme el camino correcto y lograr mis metas académicas. A mis hermanos Esthela, Viviana, Fernando, Marco y Jaime por estará a mi lado siempre en el transcurso de mi carrera. Un agradecimiento especial a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, a sus autoridades, personal docente y administrativo. A mí estimado tribunal, Ing. Carlos Carpio y la Dra. Rosa Castro quienes me han brindado su tiempo, experiencia y apoyo para lograr concluir este trabajo. A mis amigos que estuvieron apoyándome siempre y todas aquellas personas que ayudaron a culminar este trabajo.

Cristian

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

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1.	Guarango en el Ecuador	5
1.1.1.	<i>Descripción botánica de Caesalpinia spinosa</i>	6
1.1.1.1.	<i>Clasificación taxonómica</i>	6
1.1.2.	<i>Descripción de la especie</i>	6
1.1.2.1.	<i>Aspectos generales</i>	6
1.1.2.2.	<i>Raíz</i>	7
1.1.2.3.	<i>Hojas</i>	7
1.1.2.4.	<i>Inflorescencia</i>	7
1.1.2.5.	<i>Fruto</i>	8
1.1.2.6.	<i>Semillas</i>	8
1.1.3.	<i>Distribución y hábitat</i>.....	9
1.1.4.	<i>Importancia del Guarango</i>.....	10
1.1.4.1.	<i>Productos no maderables</i>	10
1.1.4.2.	<i>Productos maderables</i>	11
1.1.4.3.	<i>Importancia ambiental</i>	11
1.1.4.4.	<i>Economía del guarango</i>	12
1.2.	Propagación vegetativa.....	13
1.2.1.	<i>Ventajas de la propagación</i>.....	14
1.2.2.	<i>Propagación por esquejes</i>	14
1.2.2.1.	<i>Tipos de esquejes</i>	14
1.3.	Multiplicación y Formación de raíces	15
1.3.1.	<i>Condiciones ambientales para el enraizamiento</i>.....	15

1.3.2.	<i>Obtención de esquejes</i>	16
1.3.2.1.	<i>Plantas madre</i>	16
1.3.2.2.	<i>Árbol plus</i>	17
1.3.3.	<i>Sustrato ideal</i>	18
1.3.3.1.	<i>Las Turbas</i>	19
1.3.3.2.	<i>Los residuos forestales</i>	19
1.3.3.3.	<i>Perlita</i>	19
1.3.3.4.	<i>Arena</i>	20
1.3.4.	<i>Siembra</i>	20
1.3.5.	<i>Inducir el enraizamiento</i>	20
1.3.5.1.	<i>Rizogénesis</i>	20
1.3.5.2.	<i>Factores que afectan la rizogénesis</i>	21
1.3.5.3.	<i>Fitohormonas</i>	21
1.3.5.4.	<i>Hormonas de enraizamiento</i>	22

CAPÍTULO II

2.	Marco metodológico	25
2.1.	Característica del lugar	25
2.1.1.	<i>Localización</i>	25
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	25
2.1.3.	<i>Características climáticas</i>	26
2.1.4.	<i>Clasificación ecológica</i>	26
2.2.	Materiales y equipos	26
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	26
2.2.2.	<i>Materiales de laboratorio</i>	26
2.2.3.	<i>Materiales de oficina e informática</i>	27
2.3.	Tipo de investigación	27
2.3.1.	<i>Método inductivo</i>	27
2.3.2.	<i>Método deductivo</i>	27
2.4.	Variables	27
2.4.1.	<i>Variables dependientes</i>	27
2.4.2.	<i>Variables independientes</i>	27
2.5.	Indicadores	27
2.6.	Metodología	28
2.6.1.	<i>Diseño experimental</i>	28

2.6.1.1.	<i>Esquema de análisis de varianza</i>	28
2.6.2.	<i>Análisis funcional</i>	28
2.6.3.	<i>Factores de estudio</i>	28
2.6.3.1.	<i>Tratamientos del estudio</i>	28
2.6.4.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	29
2.6.5.	<i>Manejo del trabajo de campo</i>	29
2.6.5.1.	<i>Labores pre-culturales</i>	30
2.6.5.2.	<i>Labores culturales</i>	32
2.6.6.	<i>Toma de datos para la evaluación</i>	33
2.6.6.1.	<i>Prendimiento de esquejes</i>	33
2.6.6.2.	<i>Numero de brotes de raíz</i>	33
2.6.6.3.	<i>Numero de raíces por esqueje</i>	33
2.6.6.4.	<i>Longitud de la raíz</i>	33

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
3.1.	Ensayo uno	34
3.1.1.	<i>Porcentaje de prendimiento de esquejes de hojas de Caesalpinia spinosa</i>	34
3.1.1.1.	<i>Seguimiento del proceso de enraizamiento</i>	34
3.1.1.2.	<i>Evaluación del Prendimiento</i>	35
3.1.2.	<i>Calidad de los esquejes de hojas en el proceso de enraizamiento</i>	35
3.2.	Ensayo dos	37
3.2.1.	<i>Porcentaje de prendimiento de esquejes de hojas de Caesalpinia spinosa</i>	37
3.2.1.1.	<i>Seguimiento del proceso de enraizamiento</i>	37
3.2.1.2.	<i>Temperatura y humedad relativa de la cámara de enraizamiento</i>	38
3.2.2.	<i>Evaluación del prendimiento</i>	39
3.2.3.	<i>Calidad de esquejes de hojas del proceso de enraizamiento</i>	41
3.2.3.1.	<i>Numero de brotes de raíz</i>	41
3.2.3.2.	<i>Número de raíces</i>	43
3.2.3.3.	<i>Longitud de raíz</i>	45
	CONCLUSIONES	47
	RECOMENDACIONES	48
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Lugares de producción de Guarango.....	5
Tabla 2-1:	Profundidad aproximada de la raíz para Guarango según la textura del suelo	7
Tabla 3-1:	Zonas de vida para el Guarango.....	9
Tabla 1-2:	Ubicación geográfica de los ensayos	25
Tabla 2-2:	Característica climáticas de los ensayos	26
Tabla 3-2:	Esquema de Análisis De Varianza para los dos ensayos	28
Tabla 4-2:	Descripción de tratamientos en estudio del ensayo uno.....	28
Tabla 5-2:	Descripción de tratamientos de estudio en el ensayo dos	29
Tabla 6-2:	Especificaciones de campo en los ensayos	29
Tabla 1-3:	Temperatura y Humedad Relativa máxima y mínima del ensayo dos	39
Tabla 2-3:	Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento.....	40
Tabla 3-3:	Análisis de varianza para el número de brotes.....	42
Tabla 4-3:	Análisis de varianza para el número de raíces	44
Tabla 5-3:	Análisis de varianza para la longitud de raíz	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Árbol de Guarango.....	6
Figura 2-1:	Vainas de Guarango.....	8
Figura 3-1:	Semillas y vainas de Guarango.....	8
Figura 4-1:	Estructuras químicas de Auxinas.....	23
Figura 1-3:	Esquejes de hojas el primer día de plantado.....	34
Figura 2-3:	Marchitez de esquejes a los 45 días ensayo uno.....	35
Figura 3-3:	Bases de los esquejes con ausencia de raíces.....	35
Figura 4-3:	Esqueje sin enraizamiento.....	36
Figura 5-3:	Esquejes el primer día de plantado en el ensayo dos.....	37
Figura 6-3:	Esquejes luego de 16 días en la cámara de enraizamiento del ensayo dos.....	38
Figura 7-3:	Termohigrometro.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Prueba de Tukey al 5% del prendimiento de esquejes de hojas a los 45 días ...	41
Gráfico 2-3:	Prueba de Tukey al 5% del número de brotes de raíces en esquejes de hojas a los 45 días	43
Gráfico 3-3:	Prueba de Tukey al 5% del número de raíces de esquejes de hojas a los 45 días	45

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES DE LOS ENSAYOS
- ANEXO B:** VALORES PORCENTUALES DEL PRENDIMIENTO EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS
- ANEXO C:** NUMERO DE BROTES EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS
- ANEXO D:** NÚMERO DE RAÍCES EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS
- ANEXO E:** LONGITUD DE RAÍCES EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS
- ANEXO F:** HOJA DE CAMPO PARA EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa*
- ANEXO G:** PREPARACIÓN DE SUSTRATO (Turba + humus + cascarilla de arroz)
- ANEXO H:** MATERIAL GENÉTICO
- ANEXO I:** PESADO PARA DOSIFICACIÓN DE HORMONA
- ANEXO J:** APLICACIÓN DE LA HORMONA
- ANEXO K:** SIEMBRA DE ESQUEJES
- ANEXO L:** RESULTADOS DE FORMACIÓN DE RAÍCES

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue la evaluación de enraizamiento de esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* con dosis de ácido naftalenacético (ANA). Se realizó dos ensayos el primero se usó esquejes de hojas de árboles de 6 años y el segundo ensayo se usó esquejes de hojas de plántulas de 9 meses, en ambos ensayos se aplicó dosis hormonales y se plantó en sustrato (45% turba, 45% humus y 10% cascarilla). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones donde se evaluó 3 tratamientos más un testigo. Obteniendo resultados en el ensayo uno: Ninguno de los esquejes evaluados presentó enraizamiento. Los resultados para el ensayo dos: Se registró una temperatura media de 19,91°C y una humedad relativa media de 85,1%. El mejor porcentaje de prendimiento fue el tratamiento T1 (ANA 15 gr/250 ml de agua destilada), con un valor de 92,60%. La variable número de brotes el tratamiento T1 (ANA 15 gr/250 ml de agua destilada) y el tratamiento T3 (ANA 1 miligramos en polvo) registraron el valor más alta de 0,93 brotes de raíz. En la variable número de raíces por esquejes el tratamiento T1 (ANA 15 gr/250 ml de agua destilada), obtuvo un valor de 2,81 raíces. En cuanto a la variable longitud de raíz no existió significancia. Se concluyó que en el ensayo uno los esquejes de árboles de 6 años y tratados con dosis de ANA no mostró resultados por otro lado el ensayo dos con esquejes de plántulas mostró que la dosis de ANA 15 gr/250 ml de agua destilada produjo los mejores resultados en las variables evaluadas. Se recomienda en futuros estudios de propagación de *Caesalpinia spinosa* utilizar dosis iguales o menor a 15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada ya que presentó buenos resultados.

Palabras claves: <ENRAIZANTE>, <HORMONA VEGETAL>, <PROPAGACIÓN VEGETATIVA>, <RAÍCES ADVENTICIAS>.

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2021.11.23
14:00:03 -05'00'



2144-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the rooting of *Caesalpinia spinosa* leaf cuttings with doses of naphthaleneacetic acid (NAA). Two trials were conducted, the first one used leaf cuttings from 6-year-old trees and the second trial used leaf cuttings from 9 month old seedlings, in both trials hormone doses were applied and planted in substrate (45% peat, 45% humus and 10% husk). A randomized complete block design was used with 3 replications, where 3 treatments plus a control were evaluated. Results obtained in trial one: None of the cuttings evaluated showed rooting. The results for trial two: An average temperature of 19.91°C and a relative average humidity of 85.1% were recorded. The best percentage of rooting was the treatment T1 (NAA 15 g/250 ml of distilled water), with a value of 92.60%. For the variable number of shoots, treatment T1 (NAA 15 g/250 ml of distilled water) and treatment T3 (NAA 1 milligram powder) registered the highest value of 0.93 root shoots. In the variable number of roots per cuttings the treatment T1 (NAA 15 gr/250 ml of distilled water), obtained a value of 2.81 roots. For the variable root length there was no significance. It was concluded that in trial one, the cuttings of 6- year-old trees treated with NAA did not show results; on the other hand, trial two with seedling cuttings showed that the dose of NAA 15 g/250 ml of distilled water produced the best results in the evaluated variables. It is recommended in future propagation studies of *Caesalpinia spinosa* to use doses equal to or less than 15 grams of NAA in 250 milliliters of distilled water since it presented good results.

Keywords: <ENRAIZANT>, <VEGETAL HORMONE>, <VEGETATIVE PROPAGATION>, <ADVENTIC RACES>.



Firmado electrónicamente por:
**ELSA AMALIA
BASANTES
ARIAS**

INTRODUCCIÓN

El Guarango se encuentra de manera nativa en Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela crece en asociación con *Acacia macracantha* y *Bacharis sp.* ha sido utilizado a partir de la época prehispánica en medicina ancestral, pero en los últimos años se ha convertido en una especie de usos múltiples como: en la industria de alimentos, en la medicina, conservación de suelos, en apicultura, forraje y como recurso maderero (Ecuador Forestal, 2010: párrs. 3-14).

Esta especie forma parte de las leguminosa por lo que es resistente a sitios con condiciones edáficas y climáticas no favorables, siendo así apropiada para reforestación o en suelos poco productivos, así mismo sus productos no maderables como frutos con altos contenido en taninos (vainas) y semillas de la que se extraen gomas son fuentes de economía rentable (Nieto et al., 2006a: pp. 8-9).

La propagación vegetal es un método para conservar rasgos de interés (altura, productividad, calidad, rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, etc.) mediante el uso de estacas, esquejes o acodos que posean la capacidad de producir raíces, hojas y otros órganos, se puede reproducir mayor cantidad de plántulas con rasgos idénticos a la original (genotipo homogéneo) que no se consiguen por medio de la propagación por semillas de la misma manera el tiempo de producción por estacas o acodos es menor.

La finalidad de la propagación por esquejes es la obtención de esquejes con raíces que sean de calidad, teniendo la capacidad de desarrollarse de manera autónomo, manifiesten resistencia al trasplante, que posean características homogéneas y que presenten un alto porcentaje de supervivencia (López y Carazo, 2005a: p. 23).

Las hormonas de enraizamiento juegan un papel importante ya que aumenta las posibilidades de prendimiento en el proceso de propagación gracias a que actúan como estimulantes en la manifestación de efectos fisiológicos (raíces) (Succulent Avenue, 2020, párrs. 2-4).

Bajo lo antes mencionado se evidencia el potencial del Guarango, para lo cual la clonación toma importancia para conservar las características deseables al mismo tiempo evitando el periodo de germinación. Razón por la cual en la presente investigación se elaboró dos ensayos donde se evaluaron diferentes dosis de ácido Naftalenacético (ANA) aplicadas a esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* y sembrados en sustrato, con la finalidad de estimular el enraizamiento para

ayudar a la obtención de plántulas de iguales características a la planta donante, a la vez comprobando que dosis es la que mejor resultados presenta.

Importancia

Nieto y Barona (2007) citado en Fabara (2012a: p. 49) manifiesta que para los agricultores el comercio exterior del Guarango de productos como las vainas o semillas tiene gran valor, debido a las ventajas productivas y los múltiples usos en las diferentes industrias, por lo que la importancia como recurso maderable es menor.

El Guarango además es una especie forestal con alto valor ecológico y cultural tiene un potencial superior a fines utilitarios; en cultivos asociantes ya que es una leguminosa que nitrifica al suelo, mejorando su capacidad productiva y fertilidad, además es una variedad perenne, siendo la opción ideal para programas de agrosilvicultura y para suelos propensos a la erosión (Nieto et al., 2006b: p. 11).

En el Ecuador las alternativas para propagación de especies forestales es un paso clave para garantizar la seguridad de las especies y seguir siendo uno de los países que encabeza la lista de los más mega diversos de Latinoamérica. Ecuador posee una amplia gama de ecosistemas ubicados en diferentes zonas geográficas, evidenciado así un potencial forestal en términos de ventajas comparativas respecto a otros países de la región ya que posee áreas favorables para el crecimiento y aprovechamiento sostenido.

Problema

En *Caesalpinia spinosa* la producción de plántulas comúnmente es la propagación por semilla sin embargo este método produce plantas con heterogeneidad con escasas características de interés resultando no beneficioso en el aprovechamiento de Guarango donde se debe conservar ciertas características a esto se suma el tiempo de producción el cual es mayor comparado con la reproducción asexual.

Esta especie gracias a su versatilidad resulta útil para programas de forestación o reforestación debido a que en el Ecuador la deforestación durante las últimas décadas ha ido en ascenso es así

que en el año 2000 se calculó en 198 000 hectáreas, para lo cual se ha tomado medidas y estrategias para que en el año 2013 reducir la deforestación en un 30% y para en el año 2021 controlar por completo (MAE, 2013, p. 34).

Ecuador se encuentra con una de las mayores tasas de deforestación de Latinoamérica con una pérdida aproximada de 60 000 a 200 000 hectáreas anuales de bosque nativo como consecuencia de la tala ilegal, expansión de la frontera agrícola, el impacto de las petroleras y actividades mineras (Jara, 2015, pp. 67-68).

Justificación

La presente investigación permitirá determinar la producción de plántulas mediante el enraizamiento de esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* usando hormona de enraizamiento ANA para generar una alternativa y método eficiente reduciendo el tiempo y estadía en vivero para de esta manera generar mayor disponibilidad de plántulas.

No obstante la información sobre métodos asexuales para acelerar la propagación de guarango es escasa en el Ecuador, volviéndose necesario realizar este ensayo para así obtener información y/o alternativas que ayude a la multiplicación mediante este método, a su vez para que los viveristas, pequeños productores e investigadores tomen como referencia este trabajo de manera que resulte fácil la obtención de plántulas, en menor tiempo y con características iguales a la planta donante y así obtener mayores ingresos; además de manera indirecta ayudar a la conservación del suelo, reforestación de áreas afectadas, generar fuentes de economía, etc. Razón por la cual se plantea los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar el enraizamiento de esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* (Guarango) con tres dosis de ácido naftalenacético en el vivero de la ESPOCH.

ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje de prendimiento de esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* en función de la dosis de ácido Naftalenacético.
- Evaluar la calidad de los esquejes de hojas obtenidas en el proceso de enraizamiento.

HIPÓTESIS

NULA - HO

- Los esquejes de hojas de Guarango no muestran diferencias en la tasa de enraizamiento cuando se usa diferentes dosis de Ácido Naftalenacético.

ALTERNANTE - HL

- Los esquejes de hojas de Guarango muestran alguna diferencia en la tasa de enraizamiento cuando se usa diferentes dosis de Ácido Naftalenacético.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Guarango en el Ecuador

El árbol de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) se encuentra formando parte de la riqueza floral de la Cordillera de los Andes en la vertiente occidental y valles interandinos (Flores, et al., 2005a: p. 18).

En el Ecuador la distribución de Guarango tiene presencia en algunas de las provincias del país, los diferentes lugares donde se encuentra esta especie Tabla 1-1 son sitios favorables para su desarrollo.

Tabla 1-1: Lugares de producción de Guarango en el Ecuador

PROVINCIA	LUGAR
Carchi	Bolívar, Mira, Valle del Chota.
Imbabura	Pimampiro, Urcuqui, Ibarra, Atuntaqui, Chugá, Angochagua, San Roque.
Pichincha	Guayllabamba, San Antonio de Pichincha, Quinche, Pomasqui, San José de Minas, Perucho, Tumbaco, Malchigui, Tabacundo, La Esperanza, Tocachi, Tupigachi.
Cotopaxi	Salcedo.
Tungurahua	Ambato, Patate, Panzaleo.
Chimborazo	Riobamba, Guano, Penipe, Alausí, Chunchi, Guasuntos.
Bolívar	Guaranda, Chimbo.
Cañar	Azoguez, Gualleturo, Loyola, Solano, Biblian.
Azuay	Llacao, Girón, Oña, Santa Isabel, La Dolorosa.
Loja	Saraguro, Gonzamaná, Catamayo, Céllica.

Fuente: (Mancero, 2009; citado en Sánchez, 2016, p.26)

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

1.1.1. Descripción botánica de Caesalpinia spinosa

1.1.1.1. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Angiospermatophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Caesalpinia*

Especie: *spinosa*

Nombre científico: *Caesalpinia spinosa*

Nombre común: Ecuador: Vainillo, Guarango, Campeche (Fabara, 2012b: p. 54).

1.1.2. Descripción de la especie

1.1.2.1. Aspectos generales



Figura 1-1: Árbol de Guarango

Fuente: (Larrea 2010)

Árbol pequeño con una altura de 2 a 3 metros, llegado a alcanzar 12 metros, presenta un fuste corto cilíndrico, áspero, espinoso y fisurado a menudo tortuoso con presencia de cicatrices de color gris a marrón dejadas por las espinas al caerse, las ramillas pobladas densamente, a veces las ramas comienzan desde la base y crean la ilusión de varios tallos, su copa con ramas ascendentes es irregular de forman aparasolada poco densa (De la Cruz, 2004a: p. 65).

1.1.2.2. Raíz

Posee una raíz principal de mayor espesor de la cual salen otras raíces llamadas secundarias (raíz axonomorfa) con la capacidad de profundizarse en busca de la capa freática, esta característica lo convierte en una especie que se encuentra en lugares de poca humedad edáfica, las raíces secundarias se desplazan cerca de la superficie con la capacidad de generar yemas adventicias que producen una nueva planta cuando están descubiertas, las ramificaciones de la raíz son abundantes de distintos órdenes que terminan en una red de raicillas frágiles y densas (Verastegui, 1994; citado en Florián, 2020, p.11).

Tabla 2-1: Profundidad aproximada de la raíz para Guarango según la textura del suelo

Textura	Profundidad efectiva de raíz
Franco arenoso	1,70 m
Franco limoso	1,60 m
Arena fina	1,50 m
Franco arcilloso	1,20 m
Arcilloso	0,70 m

Fuente: (Villanueva, 2007; citado en Florián, 2020, p.12)

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

1.1.2.3. Hojas

De hojas perennes, son compuestas bipinnadas que tienen de 6 a 8 pares de folíolos opuestos; sus folíolos cuando son jóvenes son lisos, glabros de color verde claro en ambos lados y cuando son adultas presentan un color verde oscuro, su tamaño incluido el pecíolo varía de 8 a 12 cm y los folíolos de 2,5 a 3,5 cm de largo por 1 a 1,5 cm de ancho, con espinas en el raquis distribuida en pares por cada par de folíolos, y también los pecíolos presenta espinas (Linares, 2014a: p. 8).

1.1.2.4. Inflorescencia

Flores hermafroditas en racimos terminales con una longitud aproximada de 15 a 20 cm localizada en la parte media distal son zigomorfas con cáliz irregular dotado de un sépalo de alrededor de 1 cm de largo, en el borde presenta apéndices numerosos; cóncavo, pétalos amarillentos libres en la corola, presenta racimos de 8 a 20 cm de largo, con vellosidades en los pedúnculos de 5 cm de largo unidos debajo de un cáliz tubular y corto de 6 cm de longitud, pétalos más grandes que los estambres (De la Cruz, 2004b: p. 65).

Los insectos (abejas, abejorros, avispas) ayudan a la polinización debido a las múltiples visitas hacia sus flores, se ven atraídos (flores son melitofilia) por la disponibilidad de néctar, por su corola de un amarillo atractivo y la forma del sépalo que ayuda a la postura de los insectos haciendo más fácil su permanencia (Chavez, 2012, pp. 41-42).

1.1.2.5. Fruto



Figura 2-1: Vainas de Guarango

Fuente: (Larrea 2010)

Los frutos que produce son en forma de vainas explanadas e indehiscentes de aproximadamente 8 a 10 cm de largo por 2 cm de ancho, con un color rojo-naranja en cuyo interior se encuentran de 4 a 7 granos o semillas, durante la etapa verde presenta pubescencia pero en la etapa madura las vellosidades caen (De la Cruz, 2004c: p. 65).

1.1.2.6. Semillas



Figura 3-1: Semillas y vainas de Guarango

Fuente: (Nieto, Barona y Ortiz 2006)

Parte del fruto el cual posee una forma ovoides con un diámetro de 0,6 a 0,7 cm cuando son maduros toman un color pardo negruzco (Flores, et al., 2005b: p. 25).

1.1.3. Distribución y hábitat

Se encuentra distribuido entre los 4° y 32° Sur, incluyendo distintas zonas áridas en los países de Ecuador, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia hasta el norte de Chile, de manera natural se lo encuentra en sitios semiáridos con una precipitación promedio de 230 a 500 mm anual, también en cercos o linderos, como árbol que brindan sombra para los animales dentro de cultivos del tipo secadal (De la Cruz, 2004d: pp. 65-66).

Holdridge (2000) citado en Játiva (2011, p.6) indican que la especie de Guarango se encuentra ampliamente distribuida en diferentes zonas de vida descritas en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Zonas de vida para el Guarango

Zona de vida	Precipitaciones promedio (mm)	Temperaturas promedio (°C)	Distribución
Estepa espinosa – Montano bajo	250 – 500	12 – 18	Toda la zona
Bosque seco – Montano bajo	500 – 700	12 – 18	Zona de menos precipitación
Matorral desértico – Montano bajo	200 – 250	13- 18	Zona de mayor precipitación y lomas
Monte espinoso – Premontano	350 – 500	18 – 20	Zona de mayor precipitación
Matorral desértico – Premontano	200 - 250	18 – 21	Zona de mayor precipitación y humedad

Fuente: (Holdridge, 2000; citado en Játiva, 2011, p.7)

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Guarango requiere un hábitat de climas secos, cálidos y subcálidos de las costa también en los valles interandinos y vertiente occidental de los andes, no es exigente en cuanto al tipo de suelo debido a que su raíz de forma circular le permite enfrentar condiciones de sequía, crecen y se desarrollan en suelos francos, franco arenoso y pedregosos con un pH medianamente alcalino de 6 a 7,5 no es tolerante a suelos alcalinos y es susceptible a heladas, la presencia en suelos lateríticos erosionados es muy común (Andía, 1994; citado en Linares, 2014b: pp. 9-10).

1.1.4. Importancia del Guarango

Harlan (1975) citados por Villena et al. (2019a: p. 557) manifiesta que los derivados del Guarango que se comercializa en el mercado externo e interno provienen primordialmente de las formaciones silvestres.

A partir del 2010 comienza a tomar importancia esta especie para el establecimiento de plantaciones con fines comerciales así como para el ornamento en parques y calles de las ciudades (Villena et al., 2019b: p. 557).

1.1.4.1. Productos no maderables

Las vainas son el fruto del guarango del cual se aprovecha la parte externa o pericarpio el cual tiene mayor contenido de taninos y de las semillas se obtiene gomas (Arguello y Saltos, 2017a: p. 45).

Vainas: Parte del valor económico viene dado por el contenido de taninos provenientes de sus vainas convirtiéndolo en un producto de alta exportación con precios competitivos en el mercado que reflejando importantes ingresos económicos para los campesinos y de manera indirecta para la economía de zonas urbanas (Flores et al., 2005c: p. 15).

El polvo de tara resultado de la molienda, está constituido por ácido gálico (53%) uno de sus principales usos es en pieles crudas de animales permitiendo conseguir cueros claros, tolerantes a la luz, de flor lisa y firme que son apetecibles para tapicería por su alta calidad lo que no se obtiene al usar otro curtido vegetal (SILVATEAM, 2015, párr. 4).

Se emplea en la tintorería y elaboración de tintes debido a su fácil reacción con sales férricas dando productos con tonos variados. También se lo emplea como medio de preservante en las industrias de enlatados y envasados (vino, jugos, encurtidos, sardinas, jabones, etc.), además los taninos reducen la cohesión de lodos por lo cual grandes cantidades se han utilizado en la perforación de pozos petroleros (Goycochea, 2010, p. 21).

Otros usos son en la elaboración de adhesivos y plásticos o dando cuerpo a la cerveza ya que actuando como suplemento de la malta, en la pintura como anticorrosivos (De La Torre, 2018a: p. 9).

Semillas: Gomas o hidrocoloides se obtienen al moler el endospermo de las semillas, contiene alta cantidad de proteínas (metionina y triptófano) de alta calidad; aceite y grasa que lo convierten en un alimento apto para el ser humano y como forraje para animales (Flores, et al., 2005d: p. 25).

La goma en los últimos años ha adquirido un papel importante para la industria de alimentos debido a que es un producto insípido e incoloro, aporta únicamente textura a los alimentos a esto se suma su versatilidad y precio accesible (Cocinista, 2016, párr. 4).

Las gomas actúan como un coloide que es ampliamente usado en la industria de alimentos debido a que conserva y mejoran la textura de alimentos actuando como espesante y estabilizantes, con capacidades emulsionantes en la preparación de yogurt, helados, pulpa de fruta, salsas, condimentos, postres, productos a base de carne, espesar guisados, conserva la humedad en los quesos y dar cuerpo a la cerveza, así mismo se emplea en productos de cosmética y farmacéutica (espesar lociones o cremas y suprimir el apetito o aglutinar tabletas comprimidas), en la textilería y en la industria del papel (De La Torre, 2018b: p. 9).

En medicina ancestral las hojas, flores, frutos y semillas tienen usos para tratar sarpullidos, cicatrizar heridas, aliviar y prevenir dolores de muelas, para las afecciones nerviosas, dolores estomacales y de pecho (De la Torre, et al. 2008, p. 334).

1.1.4.2. Productos maderables

Aunque su madera como recurso es menor, se aprovecha para la elaboración de vigas o viguetas para la construcción de viviendas, para mangos de herramientas de agricultura, postes para cercos y como leña (FAO, 2018, párr. 12).

1.1.4.3. Importancia ambiental

- **Arborización urbana**

Sus frutos coloridos, flores y copa en forma de parasol lo convierten en una planta de gran belleza y valor ornamental en jardines, parques o arbolado de ciudades, su copa debilita la emisión de ruidos causados por la actividad de carros motorizados.

- **Protección para microcuencas y cuencas**

Tiene participación en las partes bajas de las cuencas debido a que Guarango capta y retiene el agua logrando una infiltración lenta y agua con mejor calidad, así mismo el sistema radicular actúa en la conservación del suelo (Aleján, 2009a: p. 305).

- **Mejoramiento del suelo**

Fija y guardan nitrógeno en el suelo por medio de bacterias que habitan en la raíces poniendo a disposición este elemento para otras plantas, es por ello que esta especie resulta como una opción natural y economía para fertilizar suelos con deficiencia de nutrientes además en la protección de suelos en procesos de erosión (De La Torre, 2018c: pp. 19-22).

- **Biodiversidad**

Brinda refugio y comida para aves los que a su vez controlan plagas como insectos causantes de plagas en cultivos; otros animales como colibríes abejas o murciélagos se alojan y actúan como polinizadores para los cultivos, las semillas tiernas sirven como alimento para aves y roedores también se ha observado la presencia de arañas e insectos (De La Torre, 2018d: pp. 19-20).

- **Agroforestería**

La tara es empleada en sistemas agroforestales dada la capacidad de mejora los suelos dado que fija nitrógeno atmosférico y su hojarasca en el suelo aporta materia orgánica formando parte del ciclo de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo), es compatible con cultivos (maíz, trigo, cebada, papas, arvejas y habas), con forrajeras (alfalfa, pastos y avena) y con frutales (manzanos, durazneros y perales). Otro de los beneficios que posee es la fijación de carbono y como reten de agua en suelos con déficit hídrico. La tara además se emplea como cercos vivos ya que tiene varias ramificaciones provistos de espinos, también para terrazas de cultivo debido a su capacidad de formar naturalmente terrazas en zonas de alta pendiente para evitar la pérdida de suelo y nutrientes (Aleján, 2009b: p. 304).

1.1.4.4. Economía del guarango

De acuerdo con (Arguello y Saltos, 2017b: p. 45) los productos y subproductos de la industrialización del Guarango con un estimado a la valoración porcentual de extracción y precios en el mercado interno son:

- **Vainas**

(Materia prima) 1 000 kg = \$ 400

- Polvo 630 kg (63%) = \$ 630
- Semillas 350 kg (35%) = \$ 280
- Desperdicios 20 kg (2%)

- **Semilla**

- Goma 84 kg (24%) = \$ 462
- Cáscara 119 kg (34%) = \$ 12
- Germen 140 kg (40%) = \$ 70
- Desperdicios 7 kg (2%)

Según (Flores et al., 2005e: p. 36) en el mercado exterior los precios para subproductos son:

- Goma de tara: \$ 3 600,00 por Tm (\$ 3,60/kg)
- Polvo de tara: \$ 900,00 a 1040 por Tm

1.2. Propagación vegetativa

También llamado clonación, es una alternativa de multiplicación de plantas inicia desde células, tejidos u órganos como: raíces, tallos, ramas, hojas etc. teóricamente cualquier parte de la planta puede formar otra de iguales características si las condiciones de luz, temperatura, nutrientes y sanidad son las adecuadas puesto que la mayoría de células de tejidos maduros poseen grupos de células que pertenecen a los meristemas primarios y secundarios capaces de dar lugar a estructuras como tallos y hojas dando como resultado una nueva planta de características iguales a la madre (Rojas et al., 2004a: p. 7).

La multiplicación de plantas se lleva mediante propágulos que son cualquier sección de la planta donante para generar otras nuevas plantas, dentro de los propágulos se encuentra las semillas, tejidos, yemas, explantes, esquejes o estacas y algunos especializados como bulbos, cormos o tubérculos, para llevar acabo la propagación se tiene en cuenta la totipotencia que es el potencial de las células para generar un individuo debido a que poseen toda la información genética requerida para llevar a cabo el proceso (Hartmann et al., 1997; citados en Osuna et al., 2016a: p. 4).

1.2.1. Ventajas de la propagación

Si bien la reproducción sexual resulta beneficiosa, presenta dificultades puesto que las plantas emiten recursos para formar estructuras como flores polen y frutos mismos que se transformarían en hijos, frente a esto la reproducción por clonación resulta en una alternativa que especies han desarrollado, un ejemplo claro se observa en ecosistemas desérticos donde el 80% de especies que habitan estos lugares se reproducen por clonación dado que los recursos empleados son menores y destinando energía para otras funciones vitales (Avendaño, 2016, p. 83).

Según Arbo (2016) señala las ventajas de la propagación asexual a continuación:

- Se mantiene características de interés (alta producción, calidad, crecimiento, resistencia a enfermedades, insectos, tolerancia a déficit hídrico, entre otros).
- La clonación produce individuos con alta homogeneidad lo que para un aprovechamiento resulta beneficioso.
- Mayor multiplicación pues un solo individuo donador puede dar lugar a gran número de nuevas plantas.
- Requiere de poco espacio para llevar a cabo el proceso.

1.2.2. Propagación por esquejes

La técnica de propagación por esquejes es probablemente la forma más fácil y simple para producción de plantas (Gijón, 2019, párr. 2).

1.2.2.1. Tipos de esquejes

Molano (2007, pp. 8-10) menciona que los esquejes se pueden obtener a partir de diferentes partes de la planta que pueden ser de los tallos, de hojas o de raíces en consecuencia existen variedades de tipos de esquejes de los cuales los principales se describen a continuación:

- **Esqueje tierno**

Este tipo en particular se extrae los brotes más jóvenes en la estación de primavera, exponen un potencial de enraizamiento más alto, pero con una baja tasa de supervivencia debido a que la pérdida de agua es mayor por consecuente se secan con mayor facilidad también son más susceptibles a ser aplastados, lo que causa la exposición del follaje y el tallo a la pudrición y pérdida del ejemplar.

- **Esqueje juvenil**

Se extraen de los tallos que son jóvenes en particular los que son semileñosos o aquellos próximos a lignificarse, estos resultan más fáciles de manipular a diferencia de los esquejes tiernos ya que no pierden agua con facilidad lo que resulta en una reducción de la tendencia al marchitamiento y siendo capaces de sobrevivir.

- **Esqueje semimaduros**

Los tallos se presentan de manera más firme y robusta con presencia de yemas que suelen estar desarrollados, para esta clase existe la posibilidad de obtener esquejes con un talón primordialmente para especies que posean las hojas grandes de tipo perennes y para las coníferas.

- **Esquejes foliares**

Algunas plantas tienen la capacidad de generar nuevos individuos a partir de una hoja o secciones de tejido foliar, las especies que poseen esta capacidad son las de la familia begoniáceas, las crasuláceas y las gesneriáceas que presentan una buena viabilidad para ser propagadas.

- **Esquejes de raíz**

Para lograr una propagación por raíz la planta debe ser capaz de formar de manera natural vástagos de sus raíces como lo tienen las especies *Acanthus mollis* y *Rhus typhina* que tienen raíces gruesas y carnosas, esta condición es muy importante porque las raíces almacenan alimento que ayudarán a la formación de brotes.

1.3. Multiplicación y Formación de raíces

1.3.1. Condiciones ambientales para el enraizamiento

Según Biblioteca Digital (2010: párr. 63) indica que el lugar donde se llevara a cabo el enraizamiento debe ser un área fresca y con sombra, la temperatura recomendable para inducir raíces deberá estar entre los 20 y 25 °C si existe un aumento de temperatura por arriba de los 30 °C la humedad relativa del ambiente deberá estar por encima del 90% con el fin de evitar que las plantas aumenten la transpiración y acaben muriendo por marchitamiento, para generar sombra se puede emplear materiales de origen vegetal como hojas grandes, paja y ramas secas o utilizar mallas plásticas diseñadas para esta finalidad, es muy importante que el material empleado permita el paso de luz para que las plantas realicen el proceso de fotosíntesis.

Según Hartmann (1997) citados en Osuna et al. (2016b: p. 49) indica que estacas y esquejes que provienen de maderas suaves durante el desarrollo en la primavera tienden a enraizar más fácil pero de igual manera requieren cuidados como calor y nebulización para mantener la temperatura y humedad alta, se puede enraizar estacas de 15 a 30 días si la temperatura en la base es de 23 a 27 °C y 18 a 21 °C en la zona aérea, ligados a la aplicación de reguladores de crecimientos y alta humedad.

Los sistemas de nebulización atomizada instalados por encima de la cabeza, resultan útil en invernaderos para conserva la humedad un periodo de nebulización común es de 5 a 8 segundos cada periodo de 5 a 10 minutos cada día (Sembrar100, 2020, párr. 7).

Los esquejes con hojas tienden a perder agua más fácil incluso cuando la humedad relativa sea alta, el no poseer raíces provoca una absorción el agua más lento afectando la hidratación de los esquejes para ello se debe evitar la deshidratación aplicando agua al sustrato (Reyes, 2015a: p. 43).

Para favorecer el fortalecimiento y aclimatación de la planta después que hayan enraizado se deberá reducir la temperatura (debajo de 18 °C) cuando la raíz haya alcanzado el inferior del almácigo, para lo cual se removerá o disminuirá el suministro de calor del sustrato (PROMIX, 2020, párrs. 10-11).

1.3.2. Obtención de esquejes

La forma de hacer un esquejes es utilizar una planta madre de la cual se sacara fragmentos de ramas, para especies leñosas el tiempo de enraizamiento es de 3 a 4 meses y se deben hacerlo de otoño a invierno, para especies semileñosos dura 1 mes aproximadamente se puede extraerlos cuando no exista frío o calor en exceso es decir a mediado de primavera y verano y principios de otoño (EcuRed, 2018, párr. 4).

1.3.2.1. Plantas madre

Las plantas madre a parte de tener las características deseadas debe cumplir con el parámetro de sanidad para evitar la posibilidad de transmisión de enfermedades que pueden ocasionar una baja calidad de las plantas (López y Carazo, 2005b: p. 24).

• Preparación y manejo de plantas madres

Es importante tener algunas recomendaciones para el manejo de plantas madres entre los principales se encuentran los siguientes:

Según Rojas et al. (2004b: p. 15)

- Las plantas madres se establecerán lo más cercano al sitio donde se llevará el proceso de propagación.
- Podar para inducir, preservar la juvenilidad y producción de brotes nuevos se deberá hacer podas hasta 3 veces al año.
- Para suelos con deficiencias de nutrientes utilizar fertilizantes para favorecer el crecimiento del material vegetal.
- La densidad de las plantas deberá ser menor a las plantaciones convencionales.
- Los clones se separan y se marcan permitiendo que algunos clones se desarrollen para que expresen sus características.

1.3.2.2. *Árbol plus*

Es un árbol que resalta de una población de su misma especie por poseer características fenotípicas mayores o ya sea por tener características de interés económico o ecológico (Aguirre y Fassbender, 2012, p. 5).

• **Criterios para selección arboles plus**

Aguirre y Fassbender (2013: p. 20) mencionan los criterios a tener en cuenta al momento de seleccionar arboles plus de los cuales destaca los siguientes:

- Los árboles deben exhibir rasgos de importancia dependiendo de los objetivos pueden ser económica o ecológica.
- Los individuos deberán presentar una alta variación genética.
- Con un control genético de un nivel tolerable.
- Se debe estar al tanto de las estrategias o métodos de reproducción de las especies.
- Los árboles plus se deben localizar en un área donde el acceso sea fácil.
- El suelo del área donde los árboles plus se encuentran no deben tener un pasado con aprovechamiento intensivo y que se encuentren en condiciones de buena sanidad.
- Deben expresar una edad y capacidad para generar semillas.
- Los individuos a elegir no deben ser muy jóvenes, pero tampoco muy longevos.

Reyes (2015b: pp. 43-44) manifiesta que al momento de obtener el material vegetal se toma en cuenta factores como la luz, humedad relativa y temperatura mismas que describe a continuación:

- Si la planta donante está expuesta a la insolación no se debe extraer las ramas debido a que los esquejes pueden perder agua.
- Las ramas con crecimiento primario deben tener aproximadamente de 4 a 6 nudos para tener un mayor enraizamiento.
- Si las hojas de las ramas presentan hojas grandes ayudara a la perdida de agua y si son muy pequeñas no serán capaces de producir carbohidratos suficientes o sustancias para que el esqueje perdure.
- Recortar las hojas un 40% del largo para que la nueva planta no realice mucha fotosíntesis y no pierdan agua.
- Si las hojas son grandes es posible disminuir el área foliar con ayuda de tijeras cuidando de no causar daños en el tejido.
- Para realizar la extracción, utilizar instrumentos afilados los cortes deberán ser de debajo del nudo y de forma oblicua o rectos esto ayudara para que el sistema radicular se forme bien.

Osuna Fernández et al. (2016c: p. 49) mencionan que obtener esquejes es parcialmente simple sin embargo el éxito depende de diferentes factores a tener en cuenta los cuales son los siguientes:

- La planta progenitora deberá tener la capacidad para generar raíces adventicias esto establecerá las atenciones que se debe tomar para enraizar esquejes.
- Las condiciones en las que se encuentre las plantas progenitoras influirán en la calidad del enraizado de esquejes.
- Si el material proviene de plantas en pleno proceso de crecimiento las posibilidades de enraizar serán más altas.
- Regar las plantas donantes horas antes de la extracción para que el tejido este turgente en especial si se va a realizar esquejes foliares.
- Es importantes mantener la higiene para evitar posibles enfermedades, mantener limpia la superficie, las herramientas deben ser esterilizadas y mantenerse siempre afilados para evitar daños al momento de la extracción.

1.3.3. Sustrato ideal

López y Carazo (2005c: p. 27-28) mencionan que no es posible determinar un sustrato óptimo para todos los tipos de esqueje ya que problemas como los costos, preferencia y dificultad para hallar en el mercado influyen al momento de elegir el sustrato ideal, sin embargo los sustratos para esquejes debe tener las características siguientes:

- No tener problemas sanitarios o malezas y deben ser capaces de poder desinfectarlo sin alterar las propiedades.
- Para evitar el estrés hídrico debe ser capaz de retener el agua (30-35%) para suministrar agua en todo momento, paralelamente permitir la aireación (25%) para favorecer la oxigenación que es necesaria para la formación de raíces adventicias.
- El sustrato no debe permitir el paso de la luz debido a que la oscuridad ayuda a la formación de raíces.
- Ser firme y homogéneo para evitar el movimiento del esqueje.
- Presentar pocas sales con un pH cercano a 6.

En general un sustrato artificial está compuesto en su mayoría por componentes orgánicos debido a que estas propiedades proporcionan condiciones adecuadas para los cultivos como lo son: densidad baja, muy porosos, alta capacidad de intercambio catiónico y reten de agua (Ballesteros, 1993; citados en Mamani, 2016a: p. 17).

1.3.3.1. Las Turbas

Llamado también el sustrato universal, las turbas rubias poseen buena porosidad y capta sustancias nutritivas, suministran buena cantidad de oxígeno a las raíces, no poseen gérmenes y semilla de maleza suelen ser ligeras, se pueden usar inmediatamente una vez abonado y humedecido. No es oportuno el uso de turbas negras debido a que no retienen el agua y suministran menos aire a las raíces, se puede usar después del desempacado, desmenuzado y humedecido de ser necesario se puede subir el pH añadiendo cal (Calderón, 2005a: p. 6).

1.3.3.2. Los residuos forestales

La corteza de pino es la más empleada en este tipo de sustrato debe ser triturada en fragmentos de 1 a 2 cm se incorpora turba en cantidad variable, igualmente se puede emplear el uso de aserrín que no contenga sustancias tóxicas (pintura, lacas, barniz), este tipo de sustrato hay que incorporar abonos nitrogenado para su nutrición (Calderón, 2005b: p. 6).

1.3.3.3. Perlita

De apariencia blanca con bajo peso, estéril y pH neutro, incorporado al sustrato son de gran ayuda para suministrar aire, porosidad y retienen grandes cantidades de agua (Calderón, 2005c: p. 6).

1.3.3.4. Arena

Es un material inorgánico formado de partículas de 0,1 a 1 milímetros no poseen sales, cal y tiene una baja retención de agua por lo cual se debe incorporar otros materiales, la que más se recomienda es la originada por el lavado del caolín pero también se puede usar la arena de río (Ballesteros, 1993; citados en Mamani 2016b: p. 17).

1.3.4. Siembra

Para esquejes que estén preparados la siembra deberá ser lo más antes posible con el fin de evitar la deshidratación, se colocan en el centro del sustrato introduciendo de 2 a 3 cm de profundidad también se entierra dos o tres nudos para garantizar la aparición de raíces es importante insertar la parte inferior del esqueje mas no la superior (Reyes, 2015c: p. 48).

Para el caso de esquejes de hojas se unta la hormona de enraizamiento en la base, a continuación se planta en semilleros con sustrato previamente elaborado, después de un tiempo estos crecerán y se podrá proceder a trasplantar tratando de no dañar las nuevas plantas (Seguro, 2013).

1.3.5. Inducir el enraizamiento

1.3.5.1. Rizogénesis

Es un proceso que implica varios fenómenos con el objetivo conducir la emisión y desarrollo de un sistema radicular para producir plantas de manera no sexual formando así nuevos individuos autosuficientes (Escobar et al., 2002a: p. 15).

Es un procedimiento que se encuentra ligado profundamente a la división celular, el uso de auxinas es comúnmente usado en prácticas de horticultura para ayudar al proceso de enraizamiento y de igual manera las citoquininas para la formación de tallos (Jordán y Casaretto, 2006a: p. 8).

Para incitar la aparición de raíces laterales se usa auxinas que estimulan la división celular que se encuentran en el periciclo justo encima de la zona de elongación, este principio es aplicable en la formación de raíces adventicias que suele ocurrir en diferentes tejidos siempre que exista un grupo de división activa de células (Jordán y Casaretto, 2006b: p. 8).

1.3.5.2. Factores que afectan la rizogénesis

- **Origen genético**

Individuos que pertenecen a una misma familia tienen la capacidad para generar y emitir raíces esta característica es importante al momento de producir plantas sin embargo existe otro grupo de vegetales que emergen de cepas que responden bien al enraizamiento y son idóneas al momento del estaquillado (Escobar et al., 2002b: p. 15).

Sisaro y Hagiwara (2016, pp. 2-3) manifiestan que la aptitud y el tiempo para emitir un sistema radicular tiende a variar incluyendo a individuos de una misma especie. Las raíces adventicias aparecen de manera natural a lo largo de los nudos donde están ubicadas las hojas, pero también surgen de bandas ubicadas a lo largo del tallo. Existen otras especies que son capaces de formar raíces en la planta que después se manifiestan como raíces aéreas o áreas engrosadas.

- **Estado fisiológico**

Según Escobar et al. (2002c: p. 15) menciona que si la planta donante seleccionada es muy joven tendrá una mayor aptitud para la multiplicación, de igual manera si poseen una buena nutrición los esquejes enraizarán con mayor facilidad no obstante si existe una mayor luminosidad en las plantas madres habrá mayor producción de esquejes pero con una baja capacidad para enraizar.

1.3.5.3. Fitohormonas

Las fitohormonas también llamadas hormonas vegetales se sintetizan en lugares específicos de las plantas mayormente en las hojas y se mueven por medio de los vasos xilemáticos y floemáticos a otras partes donde actuando en concentraciones moderadas regulan el crecimiento, desarrollo, la reproducción, floración, fructificación y demás funciones en la planta (Rojas et al., 2004c: p. 10).

Para las plantas que se encuentran en un medio cambiante surge la necesidad de acciones coordinadas de las células y tejidos que están ligadas a los procedimientos relacionados con las hormonas, los vegetales no poseen glándulas endocrinas como los animales más bien cada órgano de la planta tiene la capacidad para sintetizar las hormonas de modo y forma diferentes. La respuesta hormonal actúa cuando se detecta variantes o cambios en concentraciones y también por la sensibilidad de tejidos (Alegría, 2016a: p. 179).

Maceda y Gonzales (2005) citado en Valenzuela (2011a: p. 25) señala a las hormonas como sustancias orgánicas de origen vegetal que son eficaces en muy pequeñas cantidades, actúan como mensajeras donde las zonas de síntesis y acción son diferentes y para otros son activos.

1.3.5.4. Hormonas de enraizamiento

Según Rojas et al. (2010) citados por Chiquito y Verdugo (2014, p. 15) indica que la mayoría de las plantas no poseen la naturaleza para formar raíces siendo importantes la aplicación de hormonas que induzcan la formación de raíces.

Escobar et al. (2002d: p. 15) menciona que para la rizogénesis las hormonas más importantes son las auxinas y citoquininas las que jugarán un papel importante al momento de generar raíces.

- **Auxinas**

La elongación celular está asociada con el efecto de las auxinas pero también esta hormona exhibe otros efectos en cultivos de tejidos y plantas las auxinas en meristemas apicales incitan la formación de tejidos vasculares, son responsables del desarrollo de meristemas laterales (cambium vascular y suberoso, también ayuda a la formación de raíces adventicias y laterales (Nabors, 2006, p. 272).

Algunas fitohormonas pueden intervenir de manera conjunta provocando la estimulación y fijación de alguna característica morfogénica conforme al nivel de hormona en el tejido donde actúen. Este es el caso de auxinas junto con citoquininas que conforme a su balance favorable a citoquininas conducen a formar brotes (caulogénesis), por otro lado los balances favorables a auxinas inducen a la formación de raíces (rizogénesis) (Jordán y Casaretto, 2006c: p. 1).

Alegría (2016b: p. 184) manifiesta que las auxinas actúan en muchos procesos de desarrollo de la planta actuando también con otras hormonas, además de la formación de raíces cumplen otras funciones de las cuales menciona las siguientes:

- Cuando la auxina actúa mediante la repartición lateral regula el fototropismo, gravitotropismo y el tigmotropismo.
- Causa en las células la elongación por medio del aumento de la extensibilidad de la pared celular.
- Incitan el crecimiento de tallos y de coleótilos.
- Reprimen el crecimiento de la raíz, pero favorecen la aparición de raíces secundarias.

- En esquejes estimulan la formación de raíces adventicias.
- Favorecen la dominancia apical.
- Influyen en el desarrollo de las flores.
- Colaboran en la regulación del proceso de fructificación.
- En el tejido vascular estimulan la diferenciación.

Azcón-Bieto y Talón (2003, p. 379) menciona a tres grupos de auxinas: las naturales, de origen artificial y las antiauxinas Figura 4-1.

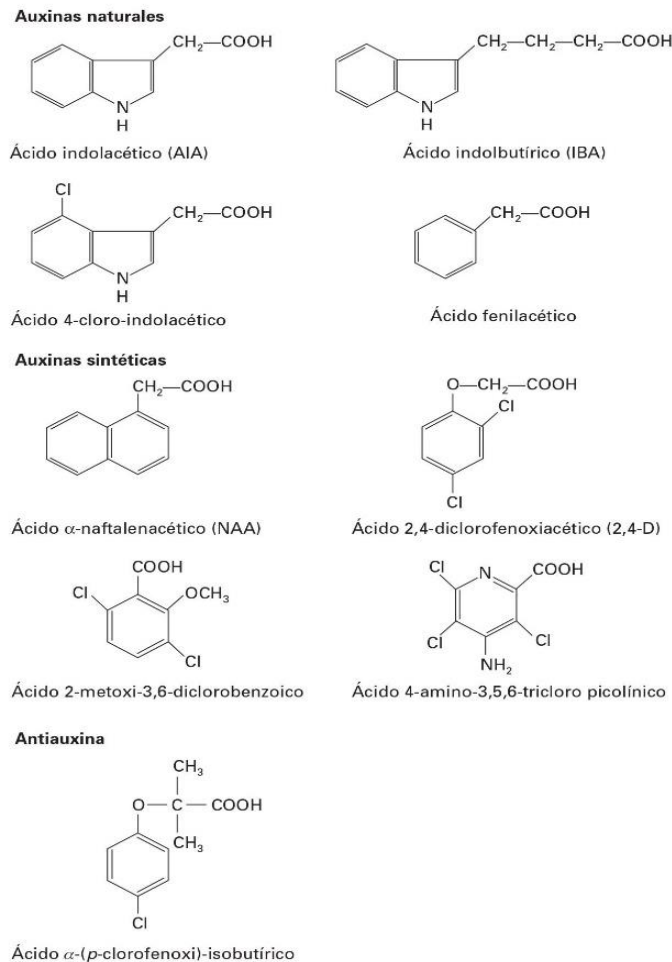


Figura 4-1: Estructuras químicas de Auxinas

Fuente: (Azcón-Bieto y Talón, 2003, p. 380)

• Productos hormonales

Existen auxinas sintéticas en presentaciones de aerosol o polvo, ya que en la agricultura tiene algunos usos como detener la formación de brotes en tubérculos, abatir hojas anchas de hierbas (ácido 2,4-diclorofenoxiacético, ácido 2,4 diclorofenoxibutírico y ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético) otros previenen la caída de frutos y pétalos (ácido naftalenacético).

También es usado para obtener frutos sin semillas y en esquejes para provocar el crecimiento de raíces (Ácido indolbutírico, ácido naftalenacético) (Jordán y Casaretto 2006d: p. 10).

Las hormonas sintéticas que otorgan mejores resultados para producir raíces adventicias en estacas son el ácido indolbutírico y ácido naftalenacético estos productos usados en alta concentración no presentan riesgo ni toxicidad y promueven el enraizamiento de diferentes especies (Osuna et al., 2016d: p. 50).

El Hormonagro 1 es de origen químico formulado en polvo el cual actúa como estimulante para formar raíces en esquejes, acodos y estacas, está compuesto por ácido naftalenacético al 0,40% como ingrediente activo y 99,6% de ingredientes inertes, no es tóxico ya que su contenido es similar a los que produce la planta. Para emplear la hormona se puede hacer de dos maneras la primera es verter el contenido en una vasija esmaltada y sumergir las bases por 5 segundos, sacudir y plantar; la segunda es tomar una parte del producto y añadir 30 partes de agua sumergir 2,5 cm las bases, dejar reposar por 16 horas y plantar (Colinagro, 2019, párr. 2).

El Rooting cut es un producto en polvo su aplicación en esquejes y acodos ayuda a acelerar la formación de raíces adventicias además forma una corona de raíz uniforme, está compuesto por Ácido indolbutírico al 0,15% como ingrediente activo y 99,85% de ingredientes inertes, no presenta problema de fitotoxicidad. Manipular el producto con equipo de protección personal, se recomienda sumergir el extremo del corte e inmediatamente retirar, sacudir y plantar, el esquejado se recomienda en periodos de desarrollo o al final del periodo de letargo (INTERIE, 2014, párrs. 2-7).

Una de las técnicas de aplicación de hormonas es usar una solución acuosa con baja concentración de auxina donde se remoja la base de los esquejes de 2 a 3 cm por 4 a 12 horas dependiendo de las instrucciones del producto comercial, sin embargo, este procedimiento es lento, no es recomendable para grandes cantidades de esquejes ya que en ocasiones las hojas se marchitan en el proceso, por lo que se puede recurrir a las hormonas en presentación de aerosol. Si la especie forestal a propagar es tropical es recomendable usar ácido indolbutírico al 4% con un solvente como alcohol etílico por 5 segundos antes de plantarlo se debe evaporar e alcohol con aire frío (Valenzuela, 2011b: p. 18).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

En el presente trabajo de investigación se realizó dos ensayos en dos sitios.

2.1. Característica del lugar

2.1.1. Localización

Ensayo uno: se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

Ensayo dos: se llevó a cabo en la residencia del señor José Alberto Yuquilema Gualli ubicado en el Cantón Pallatanga, Provincia de Chimborazo.

2.1.2. Ubicación geográfica

Tabla 1-2: Ubicación geográfica de los ensayos

	Ensayo uno	Ensayo dos
Coordenadas	UTM	UTM
Datum	WGS84	WGS84
Zona	17 Sur	17 Sur
X	757904	726341
Y	9817434	9779397
Altitud:	2847 m s. n. m.	1574 m s. n. m.

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

2.1.3. Características climáticas

Tabla 2-2: Característica climáticas de los ensayos

	Ensayo uno	Ensayo dos
Temperatura media	13,4 °C	19,7 °C
Precipitación media anual	564,5 mm	1586 mm
Humedad relativa	67,8%	86%

Fuente: (INAMHI 2020)

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

2.1.4. Clasificación ecológica

Ensayo uno: la clasificación de ecosistemas del Ministerio del Ambiente, considera la ESPOCH dentro del ecosistema Bosque siempre verde montano del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes (MAE, 2012, p. 33).

Ensayo dos: Curiel y Díaz (2013, p. 40) mencionan que las áreas de Pallatanga que se encuentren entre los 1 300 a 1 800 m s. n. m. incluyendo el área urbana de la ciudad pertenecen al ecosistema Bosque Siempre Verde Montano Bajo de los Andes Occidentales

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de campo

- Lápiz, libreta, pala, asada, sustrato (turba + humus + cascarilla de arroz), regadera, atomizadores, etiquetas, tijeras de podar, cuchilla, recipientes (1000ml), vasos de plástico (7 onzas), guantes de látex, cubre bocas, fundas de papel (18x50), fundas de vivero (6x9"), regla, plástico transparente de mica, listones de madera, espumaflex, termohigrometro, esquejes de hojas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*), ácido Naftalenacético en polvo al 0,40% y pesticida (Carboxin + Captan).

2.2.2. Materiales de laboratorio

- Balanza analítica (PW254, ADAM), cajas petri, espátula, agua destilada, probeta, recipientes de vidrio, varilla de agitación.

2.2.3. *Materiales de oficina e informática*

- Computadora, impresora, carpetas, calculadora, papel de impresión.

2.3. Tipo de investigación

Para los dos ensayos se empleó el método investigativo inductivo-deductivo debido a que la investigación se ejecutó en campo y bajo cobertura.

2.3.1. *Método inductivo*

Se lo aplico al momento de establecer el estudio el cual está formado por aplicación, comprobación y demostración.

2.3.2. *Método deductivo*

Se lo aplico después del estudio mismo que consta de observación, determinación e interpretación de resultados para obtener conclusiones.

2.4. Variables

2.4.1. *Variables dependientes*

- Porcentaje de prendimiento
- Número de brotes de raíz
- Número de raíces
- Longitud de raíces por esquejes

2.4.2. *Variables independientes*

- Dosis de ácido naftalenacético

2.5. Indicadores

- Comparación de formación de raíces en relación con las dosis aplicadas.
- Nivel de enraizamiento de las diferentes dosis.

2.6. Metodología

2.6.1. Diseño experimental

Se empleó un Diseño de Bloques Completos Al Azar (DBCA), con 3 repeticiones para cada tratamiento en los ensayos para determinar el mejor tratamiento.

2.6.1.1. Esquema de análisis de varianza

Tabla 3-2: Esquema de Análisis De Varianza para los dos ensayos

Fuentes De Variación (FV)	Formula	Grados De Libertad (GL)
Repeticiones	r-1	2
Tratamientos	t-1	3
Error	(r-1) (t-1)	6
Total	r.t -1	11

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

2.6.2. Análisis funcional

Para ambos ensayos se determino

- El coeficiente de variación en porcentaje
- Se utilizó la separación de medias según Tukey con un 5% de significancia

2.6.3. Factores de estudio

2.6.3.1. Tratamientos del estudio

Se evaluaron los tratamientos en base a variaciones en concentración de ANA al 0,40%, que se indican en las Tablas 4-2 y 5-2.

Tabla 4-2: Descripción de tratamientos en estudio del ensayo uno

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	T1	15 gramos de ANA en 1 litro de agua destilada
2	T2	30 gramos de ANA en 1 litro de agua destilada
3	T3	45 gramos de ANA en 1 litro de agua destilada
4	T4	0 gramos de ANA en 0 litro de agua destilada

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Tabla 5-2: Descripción de tratamientos de estudio en el ensayo dos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	T1	15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada
2	T2	30 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada
3	T3	1 miligramos de ANA en polvo
4	T4	0 gramos de ANA en 0 mililitros de agua destilada

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

2.6.4. Especificaciones del campo experimental

Para los ensayos uno y dos se colocaron esquejes de hojas en fundas y recipientes respectivamente que contenían sustrato, las cuales estuvieron divididas en 12 unidades experimentales, las unidades experimentales del ensayo uno y dos tuvieron 15 y 9 esquejes respectivamente.

Tabla 6-2: Especificaciones de campo en los ensayos

ESPECIFICACIONES	ENSAYO UNO	ENSAYO DOS
Número de tratamientos	4	4
Número de repeticiones	3	3
Número total de unidades experimentales	12	12
Área total del ensayo	1,43 m ²	1,5 m ²
Área por tratamiento	0,08 m ²	0,04 m ²
Tipo	Cama de cultivo	Cámara de enraizamiento
Material	Hormigón armado	Madera y plástico
Largo	1,1 m	1,5 m
Ancho	1,3 m	1 m
Alto	0,15 m	0,6 m
Distancia entre tratamiento y repetición	0,09 m y 0,09 m	0,12m y 0,12 m

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

2.6.5. Manejo del trabajo de campo

Para el cumplimiento del primer objetivo: Determinar el porcentaje de prendimiento de esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* en función de la dosis de ácido Naftalenacético.

2.6.5.1. Labores pre-culturales

- **Ensayo uno**

Limpieza y desinfección de la cama para el proceso de enraizamiento

La cama utilizada fue la numero 8 misma que se encuentra dentro del umbráculo semillero en el vivero, esta se limpió y desinfecto con una capa fina de óxido de calcio con la finalidad de eliminar algún tipo de contaminante.

Preparación del sustrato

El sustrato utilizado para los 4 tratamientos fue de turba, humus y cascarilla de arroz (45%, 45%, 10%) la cual se mezcló hasta obtener un sustrato homogéneo.

Desinfección del sustrato

Con la finalidad de prevenir el ataque de hongos se desinfecto el sustrato con los ingredientes activos Carboxin + Captan (1 ml/l) la cual se empleó 10 litros de solución preparada a 150 libras de sustrato preparado, mismo que se extendió hasta una capa de 10 cm se aplicó la solución con regadera hasta empararlo y se volvió a mezclar con pala.

Enfundado

Días antes de la siembra de esquejes se llenaron $\frac{3}{4}$ las fundas de vivero de 6x9" con el sustrato anteriormente preparado tratando de que no queden cámaras de aire, luego se regaron con agua para que el sustrato adquiriera humedad.

Identificación

Se emplearon etiquetas para la identificación de cada tratamiento y repetición.

Adquisición de esquejes

Los esquejes fueron adquiridos de árboles con 6 años de edad de la ESPOCH se seleccionaron esquejes sanos y sin problemas fisiológicos, cada esqueje tuvo un diámetro entre 0,5 a 0,75 cm y una longitud de 10 a 13 cm, se realizó el corte transversal, con tijeras de podar desinfectadas con alcohol al 70% se extrajo las hojas a las cuales se cortó los foliólulos dejando solo un par por cada foliolo, estos esquejes se separaron el grupos de 15 y se colocaron en fundas de papel para el transporte, la adquisición de esquejes se realizó el mismo día que se aplicó la hormona y se plantó.

Aplicación de la hormona

La Preparación de Ácido Naftalenacético se la realizo en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la ESPOCH se preparó 3 dosis de ANA al 0,40% de 15, 30 y 45 gr en 1000 ml de agua destilada respectivamente, se mezcló hasta disolver completamente la hormona.

Las bases de los peciolos se cortaron transversalmente 1 milímetro aproximadamente para posterior realizar el hormonado para lo cual se tomó la solución y se colocó en un atomizador se aplicó a la base de los esquejes atomizando por 1 minuto, posteriormente se lo dejo reposar por 1 hora sobre la hormona.

- **Ensayo dos**

Construcción de cámara de enraizamiento

Para este ensayo se fabricó e instalo una cámara de enraizamiento en la residencia del señor Yuquilema se utilizó listones de madera para fabricar la estructura y se cubrió con platico transparente, para el piso se usó espumaflex. Esta cámara se instaló bajo techo separado del suelo a 0,9 metros.

Sustrato

Se usó el sustrato desinfectado del ensayo uno (turba, humus y cascarilla de arroz).

Envasado de sustrato

Un día antes de plantar los esquejes a los vasos plásticos de 7 onzas se les hicieron un orificio en la base y se llenó con el sustrato, después del envasado se aplicó agua con regadera.

Identificación

Se emplearon etiquetas para la identificación de cada tratamiento y repetición.

Adquisición de esquejes

Los esquejes se obtuvieron de plántulas de 9 meses de edad producidas en el vivero de la ESPOCH se seleccionaron plántulas que no tenga problemas sanitarios y presenten uniformidad, los esquejes tuvieron un diámetro de 1 a 1,5 mm y una longitud de 4 a 5 cm, con herramientas esterilizadas con alcohol al 70% (cuchilla afilada y tijeras de podar) se extrajo las hojas con un pequeño talón y se cortó los foliólulos dejando solo un par por cada folíolo luego se almacenaron en refrigeración a 3 °C por un tiempo de 10 minutos.

Hormonado de esquejes

La hormona en polvo ANA al 0,40% y agua destilada se midió en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la ESPOCH, y las dosis se prepararon en el área de estudio donde se incorporó los dos elementos hasta disolver la hormona.

Para los Tratamiento 1 (15 gr en 250 ml) y Tratamiento 2 (30 gr en 250 ml) las dosis se dividieron en partes iguales en 3 recipientes, se formó grupos de 9 esquejes y se sumergieron 2 cm las bases, se dejó reposando por 4 horas. Para el Tratamiento 3 (1 mg en polvo) se empleó la hormona en polvo, sumergiendo las bases de los esquejes 2 cm por 5 segundos y luego se sacudió para retirar el exceso e inmediatamente se sembró.

2.6.5.2. Labores culturales

- **Ensayo uno**

Plantación de esquejes

En cada tratamiento se usó 15 fundas de sustrato en las cuales se marcó los sitios a plantar, posteriormente de haber pasado 1 hora los esquejes en la hormona se lo colocaron en las bolsas donde se introdujo 2,5 cm la base del esqueje en el sustrato.

Riego

Seguidamente después de la siembra se procedió al riego con regadera hasta humedecer el sustrato con el propósito de mantener la humedad, frecuentemente se regó los días lunes, miércoles y viernes en horas de la mañana.

- **Ensayo dos**

Plantado de esquejes

Para cada tratamiento se usó 9 recipientes con sustrato en los que se marcó los sitios a plantar para inmediatamente después del hormonado introducir las bases de los esquejes 2 cm a un ángulo de 45° en el sustrato y con ayuda de los dedos se apretó alrededor para dejar firme el esqueje.

Riego

Los riegos se efectuaron con regadera en horas de la mañana pasando un día a excepción de aquellos días donde el sustrato presentaba buena humedad.

Temperatura y humedad

Empleando un Termohigrometro dentro de la cámara de enraizamiento durante el periodo de estudio, fueron registrados los datos de humedad y temperatura de forma continua en horas de la mañana, medio día, tarde y noche, si la humedad relativa era menor a 75% se aplicó agua con atomizador para aumentar la humedad.

2.6.6. Toma de datos para la evaluación

2.6.6.1. Prendimiento de esquejes

En ambos ensayos la variable se evaluó a los 45 días de haber plantado los esquejes, se aplicó agua en el sustrato para facilitar la extracción, si el esqueje presentó la formación de raíces se lo considero como vivo, para después registrar los datos y aplicar la siguiente formula.

% de prendimiento = (número de esquejes vivos) / (número de esquejes sembrados) x100

Para el cumplimiento del segundo objetivo: Evaluar la calidad de los esquejes de hojas obtenidas en el proceso de enraizamiento.

Junto con la toma de datos de prendimiento se evaluaron las siguientes variables con la ayuda de la hoja de campo donde se registró los datos para determinar la calidad de los esquejes.

2.6.6.2. Numero de brotes de raíz

Se realizó un lavado en los esquejes para eliminar el sustrato, luego se contó los brotes de raíz presentes en esquejes.

2.6.6.3. Numero de raíces por esqueje

Se contó y se registró el número de raíces que presentó cada brote de raíz.

2.6.6.4. Longitud de la raíz

Con una regla se midió la longitud de las raíces y se expresó los valores en milímetros (mm).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Ensayo uno

3.1.1. *Porcentaje de prendimiento de esquejes de hojas de Caesalpinia spinosa*

3.1.1.1. *Seguimiento del proceso de enraizamiento*

Los esquejes durante el periodo de 45 días se observaron la parte aérea, cada semana se observó el comportamiento y desarrollo en el medio de enraizamiento, características como oscurecimiento de las hojas, marchitamiento y/o muerte.



Figura 1-3: Esquejes de hojas el primer día de plantado

Realizado por: Yuquilema, C. 2021



Figura 2-3: Marchitez de esquejes a los 45 días ensayo uno

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Los esquejes foliares de *Caesalpinia spinosa* en la cama de cultivo mostraron afecciones como el amarillamiento y flacidez de las hojas a los 15 días, incrementando a los 22 días y manifestando en todo el ensayo a los 45 días.

3.1.1.2. Evaluación del Prendimiento

A los 45 días después del establecimiento de los esquejes de hojas en el medio de enraizamiento, se evaluó el prendimiento el cual mostró resultados negativos ya que no se evidencio la formación de raíces.

3.1.2. Calidad de los esquejes de hojas en el proceso de enraizamiento



Figura 3-3: Bases de los esquejes con ausencia de raíces

Realizado por: Yuquilema, C. 2021



Figura 4-3: Esqueje sin enraizamiento

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Al finalizar el ensayo a los 45 días después del plantado se observó indicios de pudrición alrededor de las bases de los peciolo donde ninguno de los tratamientos presentó formación de raíces adventicias por consecuencia no se pudo evaluar las variables de brotes, número y longitud de raíces.

Se reporta el marchitamiento de las hojas en los esquejes, similar a lo que exponen Hartmann y Kester (1997a: p. 332) quienes manifiestan que las bases de los peciolo para esquejes de hojas se forman raíces y un tallo adventicio que forman una nueva planta de la cual la hoja original no forma parte más bien se marchitara y caerá.

Las dosis empleadas en el ensayo no produjeron resultados satisfactorios que de acuerdo con Rojas et al. (2004d: p. 11) quienes mencionan que para especies que se desconozca la concentraciones de ANA o IBA se requiere experimentos previos con la finalidad de encontrar la concentración eficiente, ya que el balance de hormonas en el proceso de reproducción asexual, afecta la cicatrización de esquejes lo cual es importante para la formación, desarrollo, crecimiento, endurecimiento y desarrollo a futuro de raíces en la nueva planta.

Los resultados de la investigación al aplicar dosis de ANA al 0,40% son similares a los obtenidos por Montenegro (2015) quien empleando tres enraizantes (agua de coco, miel de abeja y ANA) para la especie *Lotus corniculatus* consiguió mejores resultados en las variables evaluadas número, longitud, masa de raíces y hojas al enraizar con dosis a base de agua de coco maduro al 5%,

seguido de resultados favorables con miel de abeja al 1% y con resultados poco favorables para ANA al 3%.

Así mismo Taylor (1996, pp. 43-123) menciona que la formación y desarrollo de raíces está condicionada por factores endógenos y exógenos; factores anatómico y fisiológicos de la planta madre como nutrientes, edad, equilibrio de inhibidores y promotores de enraizamiento (hormona) todo esto dificulta y crea un proceso complejo para la formación y desarrollo de raíces.

De igual manera Levitus et al. (2004, p. 358) manifiestan que la propagación asexual de árboles longevos empleados para la extracción del material es un causante de la pérdida de capacidad de rizogénesis, ya que el material originario de plantas jóvenes muestra mejores características para el proceso de propagación, en función de esto la micropropagación resulta viable cuando se desea multiplicar árboles que presentas características deseables.

Así mismo el estudio realizado por Millán y Márquez (2014) en el cual el comportamiento de *Dypteryx panamensis* y *Peltogyne pubescens* no muestra una respuesta positiva ante la propagación por estacas usando diferentes hormonas (ANA al 0,40%, agua de coco, sábila e hipoclorito) en eras y cámaras de sub-irrigación, si bien existió brotes de yemas y formación de callos en el transcurso del ensayo, al finalizar el estudio después de cuatro meses los individuos murieron.

3.2. Ensayo dos

3.2.1. Porcentaje de prendimiento de esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa*

3.2.1.1. Seguimiento del proceso de enraizamiento



Figura 5-3: Esquejes el primer día de plantado en el ensayo dos

Realizado por: Yuquilema, C. 2021



Figura 6-3: Esquejes luego de 16 días en la cámara de enraizamiento del ensayo dos

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

En la cámara los esquejes de *Caesalpinia spinosa* se manifestó problemas como marchitamiento, flacidez y desprendimiento de las hojas durante los primeros 13 días se incrementó a los 30 días y se presentó en todo el ensayo a los 45 días, similar a lo reportado en el ensayo uno.

3.2.1.2. Temperatura y humedad relativa de la cámara de enraizamiento



Figura 7-3: Termohigrometro

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

En la Tabla 1-3 se muestran los valores máximos y mínimos registrados para temperatura y humedad relativa dentro de la cámara de enraizamiento.

Se registró la máxima temperatura promedio de 22,14 °C durante el mes de diciembre del año 2020 y una mínima temperatura promedio de 17,4 °C durante el mes de enero del 2021, la temperatura promedio a lo largo del ensayo fue de 19,91 °C.

La humedad relativa se registró una máxima promedio de 90,9% durante los meses de enero del 2021 y la humedad relativa mínima de 81,2% durante el mes de diciembre del 2020, la humedad relativa promedio a lo largo del ensayo fue de 85,1%.

Tabla 1-3: Temperatura y Humedad Relativa máxima y mínima del ensayo dos

Meses	Temperatura °C			Humedad Relativa %		
	Max	Min	media	Max	Min	media
Diciembre Del 2020	22,14	18,55	20,3	87,68	78,54	83,1
Enero Del 2021	21,4	17,4	19,4	90,9	81,2	86,1
Febrero Del 2021	22,10	17,85	20,0	90,82	81,46	86,1
Media del estudio			19,91			85,1

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Las temperaturas registradas en el ensayo durante el proceso de enraizamiento de esquejes de *Caesalpinia spinosa* son similares a lo descrito por Buechel (2020) el cual menciona que una temperatura tibia (20 a 25 °C) acelera la división celular induciendo la formación de callos, desarrollo inicial y formación de raíces en esquejes y estacas este principio incluye para especies tolerantes al frío. Así mismo la humedad relativa alta es favorable para el enraizamiento (Silva, 2015, p. 25).

3.2.2. Evaluación del prendimiento

El porcentaje de prendimiento evaluado a los 45 días de la plantación, para cada tratamiento se muestra en el Anexo B, con resultados que varían de 92,52% a 37,04% con un promedio general de 75,92%. El análisis de varianza Tabla 2-3 estableció diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Los tratamientos incluyen una variable que es la dosis de ANA. El coeficiente de variación fue de 19,36% valor que refleja confiabilidad en los resultados presentados.

Tabla 2-3: Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P-valor
Tratamientos	3	6296,15	2098,716	9,71	0,0102
Repeticiones	2	1995,93	997,965	4,62	0,0610
Error	6	1296,26	216,043		
Total	11	9588,34			
C.V %	19,36				

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Si la probabilidad es $< 0,01$ indica diferencias Altamente Significativas

Si la probabilidad es $< 0,05$ indica diferencias Significativas

Si la probabilidad es $> 0,05$ No Significativo

Mediante la prueba de Tukey con una significancia del 5% para el porcentaje de prendimiento en esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* evaluado a los 45 días Gráfico 1-3. Se estableció 2 rangos de significación. En el rango A los tratamientos que se encuentran son T1, T3 y T2 donde el mayor porcentaje de prendimiento se observa en el T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), con un media de 92,60% de prendimiento seguido muy cercanamente el tratamiento T3 (1 miligramos de ANA en polvo), con una media de 92,59% y el T2 (30 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), con una media de 81,48%. En el rango B se encuentra el T4 (0 gramos de ANA en 0 mililitros de agua destilada), siendo el menor porcentaje de prendimiento con una media de 37,04%.

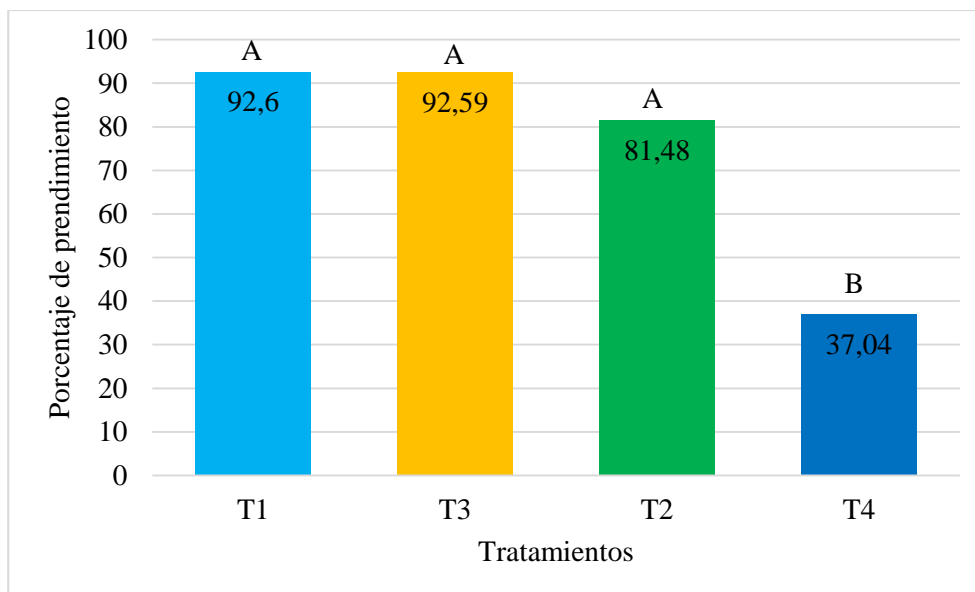


Gráfico 1-3: Prueba de Tukey al 5% del prendimiento de esquejes de hojas a los 45 días

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Los resultados de prendimiento a los 45 días muestran que el mejores tratamiento fue el que se encuentran en el rango A, específicamente el tratamiento T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), con un media de 92,60% esto es superior a los obtenidos por Fávero et al. (2005) quienes empleando ANA al 0,4% para la propagación por medio de hojas desprendidas de especies del genero *Arachis*, reportan un enraizamiento promedio de 79% para 123 especies en el tiempo de 49 días.

Se aplicó dosis de ácido Naftalenacético en menor cantidad de agua destilada, de acuerdo con lo que describe Osuna et al. (2016e: p. 51) quienes señalan que para especies leñosas donde el enraizamiento resulta difícil es recomendable realizar la aplicación de dosis con concentraciones altas de hormona para obtener un mayor número de esquejes con raíces y por consecuencia sean capaces de sobrevivir.

3.2.3. Calidad de esquejes de hojas del proceso de enraizamiento

3.2.3.1. Numero de brotes de raíz

El número de brotes evaluado a los 45 días de la plantación, para cada tratamiento se muestra en el Anexo C con resultados que varían de 0,93 a 0,37 con un promedio general de 0,76 brotes. El análisis de varianza Tabla 3-3 estableció diferencias altamente significativas entre los

tratamientos. Los tratamientos incluyen una variable que es la dosis de ANA. El coeficiente de variación fue de 19,42% valor que refleja confiabilidad en los resultados presentados.

Tabla 3-3: Análisis de varianza para el número de brotes

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P-valor
Tratamientos	3	0,62	0,208	9,54	0,0106
Repeticiones	2	0,20	0,100	4,56	0,0624
Error	6	0,13	0,022		
Total	11	0,95			
C.V %	19,42				

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Si la probabilidad es $< 0,01$ indica diferencias Altamente Significativas

Si la probabilidad es $< 0,05$ indica diferencias Significativas

Si la probabilidad es $> 0,05$ No Significativo

Mediante la prueba de Tukey con significancia del 5% para el número de brotes de raíces para esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* evaluado a los 45 días Gráfico 2-3. Se estableció 2 rangos de significación. En el rango A los tratamientos que se encuentran son T1, T3 y T2 siendo los mejores tratamientos el T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), junto con el T3 (1 miligramos de ANA en polvo), con un media de 0,93 brotes por esqueje y el T2 (30 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), con una media de 0,82 brotes. En el rango B se encuentra el T4 (0 gramos de ANA en 0 mililitros de agua destilada), con una media de 0,37 brotes siendo el menor número.

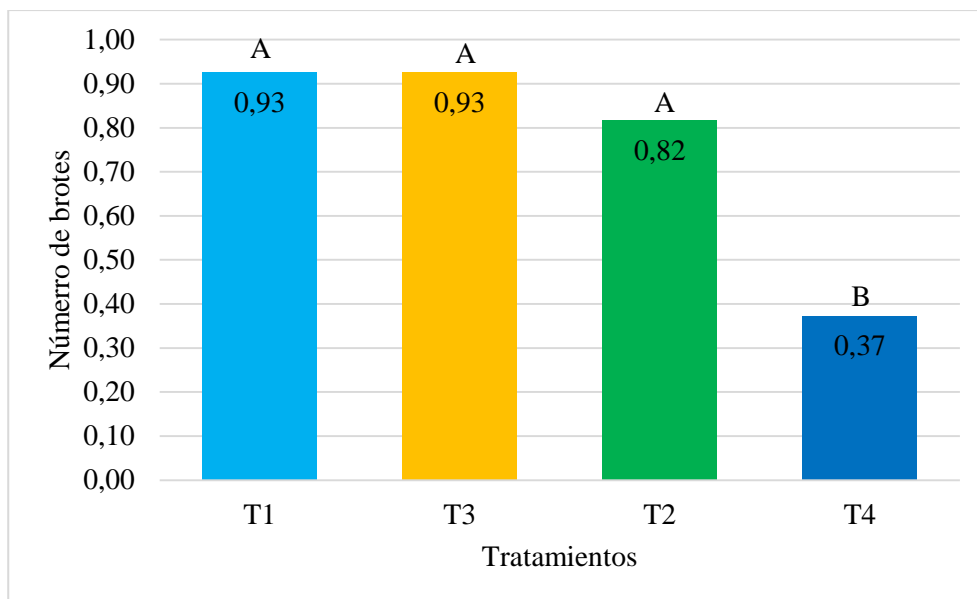


Gráfico 2-3: Prueba de Tukey al 5% del número de brotes de raíces en esquejes de hojas a los 45 días

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

En el estudio se evidencio que los brotes únicamente se manifestaron en la base de los peciolo con mejores resultados, en el rango A específicamente los tratamientos T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada) y T3 (1 miligramos de ANA en polvo), con una media de 0,93 brotes por esqueje esto es similar a lo reportado por Sánchez et al. (1998, p. 38) quienes manifiestan que heridas en estaquillas producen brotes de raíces.

3.2.3.2. Número de raíces

El número de raíces para cada tratamiento evaluado a los 45 días de la plantación para cada tratamiento se muestra en el Anexo D, resultados que varían de 2,81 a 1, con un promedio general de 2,16. El análisis de varianza tabla 4-3 estableció diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 20,30% valor que refleja confiabilidad en los resultados presentados.

Tabla 4-3: Análisis de varianza para el número de raíces

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P-valor
Tratamientos	3	6,69	2,229	11,63	0,0065
Repeticiones	2	2,23	1,114	5,81	0,0395
Error	6	1,15	0,192		
Total	11	10,07			
C.V %	20,30				

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Si la probabilidad es $< 0,01$ indica diferencias Altamente Significativas

Si la probabilidad es $< 0,05$ indica diferencias Significativas

Si la probabilidad es $> 0,05$ No Significativo

Mediante la prueba de Tukey con una significancia del 5% para el número de raíces por esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* evaluado a los 45 días Gráfico 3-3. Se estableció 3 rangos de significación. En el rango A se encuentra el tratamiento T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), siendo el mayor número de raíces con una media de 2,81 raíces. En el rango AB los tratamientos T2 (30 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), con una media de 2,11 raíces y T3 (1 miligramos de ANA en polvo), con una media de 2 raíces. En el rango B el tratamiento T4 (0 gramos de ANA en 0 mililitros de agua destilada), con una media de 1,5 raíces siendo el menor valor.

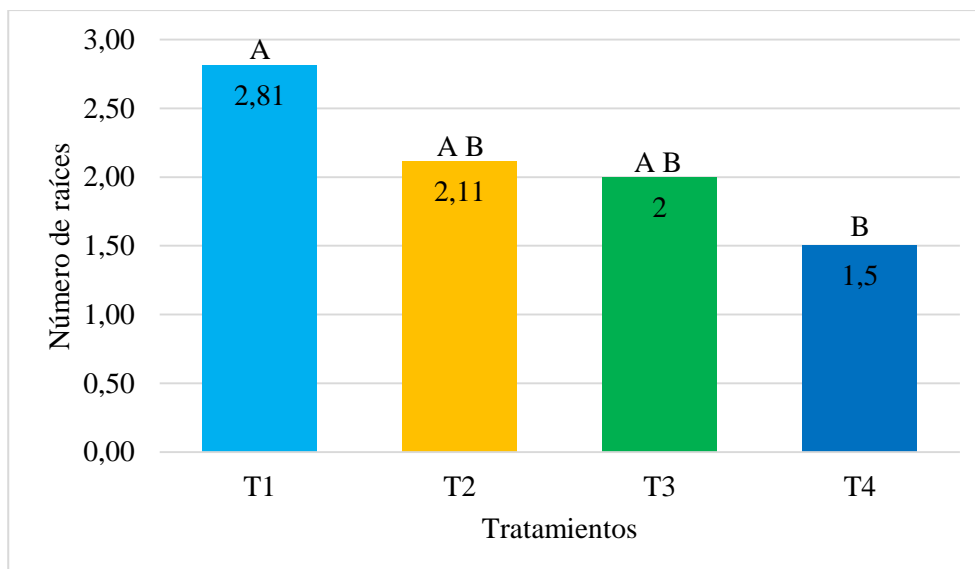


Gráfico 3-3: Prueba de Tukey al 5% del número de raíces de esquejes de hojas a los 45 días

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Los resultados de la evaluación para la variable número de raíces en esquejes de hojas, permiten deducir que la dosis aplicada en el tratamiento T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), con una media de 2,81 raíces perteneciente al rango A, se puede obtener un mayor número de raíces por esqueje, debido a que las auxinas promueven la formación de raíces aumentando así el número de raíces y su calidad (Hartmann y Kester, 1997b: p. 266).

3.2.3.3. Longitud de raíz

La longitud de raíz para cada tratamiento evaluado a los 45 días de la plantación para cada tratamiento se muestra en el Anexo E, el cual muestran resultados con variación de 1,22 mm y 0,41 mm de longitud, con un promedio general de 0,87 mm de longitud. El análisis de varianza Tabla 5-3 estableció diferencias no significativas entre los tratamientos. Los tratamientos incluyen una variable que es la dosis de ANA. El coeficiente de variación fue de 47,10% valor que refleja confiabilidad en los resultados presentados.

Tabla 5-3: Análisis de varianza para la longitud de raíz

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P-valor
Tratamientos	3	1,09	0,363	2,16	0,10
Repeticiones	2	0,14	0,069	0,41	0,68
Error	6	1,01	0,168		
Total	11	2,24			
C.V %	47,10				

Realizado por: Yuquilema, C. 2021

Si la probabilidad es $< 0,01$ indica diferencias Altamente Significativas

Si la probabilidad es $< 0,05$ indica diferencias Significativas

Si la probabilidad es $> 0,05$ No Significativo

Los resultados de la evaluación para la variable longitud de raíces en esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* no presentó diferencias significativas.

De acuerdo con Rout et al. (2018, p. 487) la mejor respuesta de la auxina ANA se puede deber al aumento de la acumulación de aminoácidos, frecuencia respiratoria en las bases de esquejes después de 4 horas de inmersión en la hormona. A sí mismo la conservación de hojas resulta beneficioso y necesaria para que los esquejes debido a que no tienen muy grandes reservas los esquejes juveniles (Akinyele, 2010, p. 132).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos para el ensayo uno se concluye que esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* proveniente de árboles adultos, tratados con dosis hormonales de ANA al 0,40% no tuvo efecto en la formación de raíces adventicias en ninguno de los esquejes evaluados.

El prendimiento de esquejes de hojas de *Caesalpinia spinosa* proveniente de plántulas (ensayo dos) están influenciado por la acción de la hormona ANA al 0,40% es así que para la variable porcentaje de prendimiento el tratamiento T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), presentó el mayor porcentaje de enraizamiento con un promedio de 92,60%.

En la calidad de los esquejes; la variable número de brotes el tratamiento T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada) y el tratamiento T3 (1 miligramos de ANA en polvo), obtuvieron la media más alta de 0,93 brotes de raíz. Para el número de raíces por esqueje el tratamiento T1 (15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada), obtuvo la media más alta con un promedio de 2,81 raíces y para la variable longitud de raíces no se evidencio significancia.

Esquejes juveniles de hojas de *Caesalpinia spinosa* tienen la capacidad de formar raíces ya que se evidencio que esquejes sin tratamiento hormonal presentan formación, número y longitud de raíz, similar estadísticamente a los esquejes que fueron tratados.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con los estudios de propagación de *Caesalpinia spinosa* empleando esquejes juveniles tratados con dosis igual o menor a 15 gramos de ANA en 250 mililitros de agua destilada ya que se evidencio que esta dosis provoca buenos resultados en cuanto al prendimiento, brotes, número y longitud de raíces, así mismo un tiempo de espera (mayor a 45 días) antes de la evaluación favorecerá la formación de raíces.

En futuros trabajos de investigación provocar pequeñas heridas (laceraciones) alrededor de las bases de los peciolos, probar una reaplicación de las dosis hormonales a los 30 días y/o en condiciones ambientales (temperatura 19,91°C y humedad relativa 85,1%) para favorecer la formación de raíces.

Realizar la extracción de esquejes en horas tempranas de la mañana, evitar la sobre manipulación de los esquejes, así mismo la preparación (hormonado y siembra) hacerlo bajo sombra, todas estas actividades realizarlas el mismo día.

GLOSARIO

Caolín: Es un tipo de arcilla muy fina que posee una absorción muy buena y también actúa como regularizador de pH (Outletminero, 2019, párr. 5).

Cormos: Tallos subterráneos y engrosados con una base hinchada, contiene nudos y entrenudos de los cuales de los cuales emergen yemas, su función principal es de reserva de nutrientes (EcuRed 2016, párr. 1).

Emulsionante: Aditivo que hace posible que líquidos que normalmente no se mezclan, como el aceite y agua, se mezclen y formen una emulsión (MON PETIT POT, 2014, párr. 4).

Eras de crecimiento: Sitio donde las plántulas crecen y desarrollan generalmente de un metro de ancho y longitud variables (Arroyo, 2012).

Indehiscentes: Se denomina así a aquellos frutos que no se abren naturalmente incluso si son maduros de esta manera impiden la liberación de la semilla por lo que se dispersan en conjunto semillas y fruto (Velasquez, 2020).

Laterita: Es característico de regiones cálidas, un suelo con bajo contenido de sílice pero con alta presencia de hierro, magnesio y otros minerales (Griem, 2009, párr. 1).

Talón: Es una pequeña sección de corteza o tallo de los esquejes que queda cuando se desgaja o separa del tallo principal (Gijón, 2019, párr. 4).

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Armando. & FASSBENDER, Dolly. "Arboles Semilleros Arboles Plus, Consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros". *Boletín de Divulgación Técnica-Octubre* [en línea], 2012 (Alemania) p. 8. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <https://docplayer.es/74070347-Arboles-semilleros-arboles-plus.html>.

AGUIRRE, Carlos. & FASSBENDER, Dolly. *Selección de árboles plus de siete especies forestales nativas de importancia ecológica y económica en la selva central del Perú.* [en línea]. Lima: Proyecto de Conservación de Bosques Comunitarios (CBC), 2013. p. 60. [Consulta: 20 de enero de 2021.] Disponible en: https://www.academia.edu/12534392/Selección_de_árboles_plus_de_siete_especies_forestales_nativas_de_importancia_ecológica_y_económica_en_la_selva_central_del_Perú.

AKINYELE, A. "Effects of growth hormones, rooting media and leaf size on juvenile stem cuttings of *Buchholzia coriacea* Engler". *Annals of Forest Research* [en línea], 2010. 53(2), pp. 127-133. [Consulta: 18 de diciembre de 2020.] ISSN 2065-2445. Disponible en: <https://afrjournal.org/index.php/afr/article/viewFile/105/151>.

ALEGRÍA, Waldemar. *Texto básico para profesional en ingeniería forestal. En el área de fisiología vegetal* [en línea]. Peru: Iquitos, 2016. [Consulta: 12 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/forestales/descargas/publicaciones/FISIO-TEX.pdf>.

ALEMÁN, Fimo. "La tara *Caesalpinia spinosa* (Mol .) O . sistemas agroforestales en valles interandinos". *Acta Nova* [en línea], 2009.(Cochabamba). 4(3), pp. 300-307. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892009000100009&script=sci_arttext.

ARBO, Mercedes. "Reproducción Asexual o Multiplicación vegetativa". *Hipertextos de Botánica Morfológica* [en línea], 2016, (Argentina) [Consulta: 5 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema22/multiplicacion-vegetativa.htm>.

ARGUELLO, Stalin. & SALTOS, Wilson. "El Guarango en el Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo – Ecuador". *Industrial Data* [en línea], 2017,(Chimborazo) 20(1), p. 43. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] ISSN 1560-9146. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/318843553_El_Guarango_en_el_Canton_Guano_de_1

a_Provincia_de_Chimborazo_-_Ecuador.

ARROYO, Norman. *Practica de campo: sistemas y metodos de siembra en hortalizas.* [blog]. 2012. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <https://practicadecampo.blogspot.com/2009/10/sistemas-y-metodos-de-siembra-en.html>.

AVENDAÑO, María. "La reproducción de las plantas: costos y beneficios". *Ciencia* [en línea], 2016. 67(4), pp. 80-84. [Consulta: 5 febrero 2021]. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/67_4/PDF/ReproduccionPlantas.pdf.

AZCÓN, Joaquín. & TALÓN, Manuel. *Fundamentos de fisiología vegetal* [en línea]. 2ª ed. Valencia-Madrid: Universitat de Barcelona, 2003. [Consulta: 18 de diciembre de 2020], ISBN 978-84-481-9293-8. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon..pdf>.

BIBLIOTECA DIGITAL. "II. La propagación vegetativa". *Ciencia* [blog]. 2010. [Consulta: 5 febrero 2021]. Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_6.htm.

BUECHEL, Troy. "Consejos para la propagación exitosa de plantas jóvenes". *Promix* [en línea]. 2020. [Consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/consejos-para-la-propagacion-exitosa-de-plantas-jovenes/>.

CALDERÓN, Esther. *II Curso Básico de Multiplicación de Plantas* [en línea]. 2005. Sevilla, [Consulta: 17 de enero de 2021.] Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/8ed370e3-9769-4b9f-ab07-a7f862e8339e/download>.

CHAVEZ, Félix. Biología reproductiva de la Tara (*Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze). en Paquecc 2418 msnm Huanta, Ayacucho [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Ayacucho-Peru. 2012. [Consulta: 21 de enero de 2021]. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2031/TESISAG944_Cha.pdf?sequence=1.

COCINISTA. Goma tara. [blog]. 2016. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/goma-tara.html>.

COLINAGRO. Hormonagro 1 regulador fisiológico de crecimiento. [blog]. 2019. [Consulta: 24 enero 2021]. Disponible en: http://www.ghcia.com.co/plm/source/productos/2980_102_152.htm

CURIEL, Evelyn. & DÍAZ, David. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Pallatanga provincia de Chimborazo, período 2013-2017. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía. Quito. 2013. [Consulta: 10 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3042>.

DE LA CRUZ, Primo. "Aprovechamiento Integral y Racional de la Tara". Revista del Instituto de Investigación FIGMMG [en línea], 2004. 7(14), pp. 64-73. [Consulta: 8 de enero de 2021.] Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/733/584>.

DE LA TORRE, Lucia. *La Tara, beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales* [en línea]. Quito-Ecuador: Condesan, 2018. [Consulta: 16 de diciembre de 2020.] Disponible en: <https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-Tara-Condesan-2.pdf>.

DE LA TORRE, L., et al. *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador* [en línea]. 2008 Quito: Herbario QCA & Herbario AAU. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] ISBN 9789978771358. Disponible en: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/47330/de%20la%20Torre%20et%20al.%202008%20Encyclopedia%20of%20useful%20plants%20of%20Ecuador.pdf>.

ECUADOR FORESTAL. Ficha Técnica N° 9 TARA. [en línea]. 2010. [Consulta: 4 febrero 2021]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/TARA.pdf>.

ECURED. Cormo. [blog]. 2016. [Consulta: 28 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Cormo>.

ECURED. Esqueje. [blog]. 2018. [Consulta: 5 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Esqueje>.

ESCOBAR, C., et al. Manual técnicas de propagación de especies vegetales leñosas promisorias para el Piedemonte de Caquetá [en línea]. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. 2002. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] ISBN 9589688284. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13450>.

FABARA, Vladimir. Estudio de factibilidad para la producción de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en el cantón de Guano- Chimborazo- Ecuador. [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición. Quito. 2012. [Consulta: 9 agosto 2020]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2350/1/103384.pdf>.

FAO. "Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales". FAO. [blog]. 2018. (Colombia) [Consulta: 3 agosto 2020]. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/redes/sisag/arboles/Per-caes.htm.

FLORES, F., et al. *Criterios y pautas para la selección de arboles plus: Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze tara o taya.* [en línea] Cajamarca: ADEPOR, 2005. [Consulta: 12 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/f5e5b805269347d9201c65e9e4d05c11.pdf>.

FLORIÁN, Eleodoro. Morfología y biometría de la vaina y semilla de la "Tara" (*Caesalpinia spinosa* (molina) Kuntze) del Valle de Cajamarca [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía, Cajamarca-Perú. 2020. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3763/MORFOLOGÍA_Y_BIOMETRÍA_DE_LA_VAINA_Y_SEMILLA_DE_LA_“TARA”%28Caesalpinia spinosa %28Molina%29 Kuntze%29 D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3763/MORFOLOGÍA_Y_BIOMETRÍA_DE_LA_VAINA_Y_SEMILLA_DE_LA_“TARA”%28Caesalpinia%20spinosa%28Molina%29Kuntze%29D.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

GIJÓN, Ramón. *La propagación por esquejes (I).* [blog]. 2019. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <https://espaciosverdes2017.blogspot.com/search?q=La+propagaci%C3%B3n+por+esquejes+%28I%29>.

GIJÓN, Ramón. *Los esquejes leñosos.* [blog]. 2019. [Consulta: 29 marzo 2021]. Disponible en: <https://espaciosverdes2017.blogspot.com/2019/03/los-esquejes-lenosos.html>.

GOYCOCHEA, Roberto. Evaluación de taninos y goma del fruto de la tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa, Arequipa - Perú. [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima-Perú. 2010. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/419/K50.G7-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GRIEM, W. "Lateritas y bauxitas". Depósitos Minerales [blog]. 2009. (Chile) [Consulta: 29 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.geovirtual2.cl/depos/05Bauxita01.htm>.

HARTMANN, H. & KESTER, D. *Propagacion de Plantas* [en línea]. 5ta ed. Mexico: Continental, 1997. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf.

INAMHI. Pronósticos. [blog]. 2020. [Consulta: 28 diciembre 2020]. Disponible en: <http://186.42.174.241/InamhiPronostico/>.

INTERIE. FICHA TECNICA RADIX® 1500. [blog]. 2014. México [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <https://n9.cl/nsi7y>.

JARA, Juan. La deforestación de los bosques protectores como un atentado al Derecho al Buen Vivir en la Legislación Ecuatoriana. [en línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad De Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales, Carrera de Derecho, Quito. 2015. pp. 67-68. [Consulta: 22 de octubre de 2020.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4172/1/T-UCE-0013-Ab-271.pdf>.

JÁTIVA, Santiago. Determinación del contenido de tanino procedente del guarango (*Caesalpinia Spinosa*) y evaluación de su uso como fungicida. [en línea]. (Trabajo de titulación).Escuela Politecnica Nacional, Facultad de Ingenieria Quimica y Agroindustria, Quito. 2011. [Consulta: 3 agosto 2020]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4372/1/CD-3971.pdf>.

JORDÁN, Miguel. & CASARETTO, JÓse. *Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas* [en línea]. Chile: Ediciones Universidad de La Serena, 2006. [Consulta: 12 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>.

LARREA, Mario. "La Tara, guarango o taya (*Caesalpinia spinosa*) en la Región Ecuador, Perú y Bolivia". Ecobona–Intercooperation. [en línea]. 2010. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/40e1ccba1b3be8ebb11ee76b3b0c0d4.pdf>.

LEVITUS, G., et al. *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II*. [en línea]. 2004 [Consulta: 3 agosto 2020]. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/BiotecnologiayMejoramientovegetalII.pdf>.

LINARES, José. Estudio de la diversidad genética de individuos de poblaciones silvestres de *caesalpinia spinosa* (molina) kuntze “ tara ” mediante análisis de patrones electroforéticos de proteínas seminales [en línea]. Universidad Nacional Mayores De San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, E.A.P. de Genética y Biotecnología. Lima–Perú. 2014. [Consulta: 10 de septiembre de 2020.] Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3846/Linares_gj.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LÓPEZ, Dolores. & CARAZO, Nuria. "La producción de esquejes". Viveros [en línea]. 2005, pp. 22-29. [Consulta: 7 de diciembre de 2020.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/28280218_La_produccion_de_esquejes.

MAE. *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. [blog], Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural. 2012. pp. 33. [Consulta: 14 de diciembre de 2020.] Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.

MAE. *Sistema Nacional De Control Forestal*. [en línea] *Secretaria De Planificación Y Desarrollo*, 2013. 593(2), pp. 34. [Consulta: 6 de enero de 2021.] Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/sistema-nacional-de-control-forestal/>.

MAMANI, L. Efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de esquejes de queñua (*Polylepis besseri Hieron*), bajo ambiente protegido en cota cota (La Paz) [en línea]. Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, La Paz – Bolivia. 2016. [Consulta: 27 de enero de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6822/T-2192.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MILLÁN, Magda. & MÁRQUEZ, Julian. Propagación por estaca de las especies nativas *dipteryx panamensis* y *peltogyne pubescens* usando diferentes tipos de enraizantes mediante el uso del propagador de sub-irrigación [en línea]. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, Colombia. 2014. [Consulta: 9 de febrero de 2021.] Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1944>.

MOLANO, David. Propagación de plantas medicinales y aromáticas. [en línea], 2007. pp. 30. [Consulta: 16 de enero de 2021]. Disponible en: <https://iesmrosodeluna.educarex.es/web/departamentos/ccnn/silvestres/propagacion.pdf>.

MON PETIT POT. *El emulsionante: ingrediente imprescindible en la preparación de tus cremas.* [blog]. 2014. [Consulta: 29 marzo 2021]. Disponible en: <http://www.monpetitpot.es/blog/cosmetica-paso-a-paso/item/138-el-emulsionante-ingrediente-imprescindible-en-la-preparacion-de-tus-cremas>.

MONTENEGRO, Sandra. Evaluación de tres enraizantes en el cultivo de *Lotus corniculatus* en el Centro Experimental San Francisco, Huaca–Carchi. [en línea]. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, Tulcán - Ecuador. 2015. [Consulta: 15 de enero de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/349/1/246%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20tres%20enraizantes%20en%20el%20cultivo%20de%20Lotus%20corniculatus%20en%20el%20Centro%20Experimental%20San%20Francisco.pdf>.

NABORS, Murray. *Introducción a la Botánica* [en línea]. Madrid: Pearson Education ,2006. [Consulta: 15 de enero de 2021.] ISBN 9788483226988. Disponible en: <https://bibliotecaia.ism.edu.ec/Varios/IntroduccionBotanica.pdf>.

NIETO, C., et al. "Cadenas agroproductivas para la conservación de la cuenca media del río Pita". Cadenas Agroproductivas [en línea]. 2006 (Quito-Ecuador) [Consulta: 13 de enero de 2021.] Disponible en: https://issuu.com/fonag/docs/cadenas_agroproductivas.

OSUNA, H., OSUNA, A. & FIERRO, A. *Manual de propagación de plantas superiores* [en línea]. Mexico: Unidad Xochimilco. 2016. [Consulta: 15 enero 2021]. ISBN 9786072810549. Disponible en: https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf.

OUTLETMINERO. Caolín, una arcilla muy versátil. [blog]. 2019. [Consulta: 28 marzo 2021]. Disponible en: <https://outletminero.org/caolin-una-arcilla-muy-versatil/>.

PROMIX. "Consejos sobre la producción de plantas jóvenes enraizadas de excelencia". Promix [blog]. 2020. [Consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/consejos-sobre-la-produccion-de-plantas-jovenes-enraizadas-de-excelencia/>.

FÁVERO, A., et al. "Enraizamiento de pecíolos de folhas de espécies silvestres e híbridos de arachis". *Scientia Agricola* [en línea], 2005. (Brazil) 62(1), pp. 62-68. [Consulta: 20 diciembre 2020]. ISSN 1678992X. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162005000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

REYES, Juan. "Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas". *Vivero Agroforestal Loma Grande* [en línea]. 2015. (Santo Domingo) p. 45 [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Guía-de-técnicas-métodos-y-procedimientos-de-reproducción-asesual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>.

ROJAS, S., et al. "Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas". *Produmedios*. [en línea]. 2004. (Colombia) pp. 11-56. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/4167>.

ROUT, S., et al. "Vegetative propagation of Ashoka (*Saraca asoca* Roxb. De Wilde.) By stem cuttings". *The pharma Innovation Journal* [en línea], 2018. 7(1), pp. 486-488. [Consulta: 21 de noviembre de 2020.] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Sashikala-Beura/publication/322697450_Vegetative_propagation_of_Ashoka_Saraca_asoca_Roxb_De_Wilde_By_stem_cuttings/links/5a69bc1caca2728d0f5e9e5b/Vegetative-propagation-of-Ashoka-Saraca-asoca-Roxb-De-Wilde-By-stem-cutt.

SÁNCHEZ, J., et al. "Enraizado de estacas juveniles en cinco especies de coníferas ornamentales: efecto del ácido indolbutírico AIB y de la temperatura". *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], 1998. Mexico 23(84), pp. 29-38. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/955>.

SEGUROLA, Iñigo. "Reproducir plantas por esquejes de hoja". *Jardinatis* [en línea]. 2013. [Consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: <https://www.hogarmania.com/jardinaria/tecnicas/reproduccion/reproducir-plantas-esquejes-hoja-22775.html>.

SEMBRAR100. "La Reproducción por Esquejes: ¿Qué es?". *RainBird* [blog]. 2020. [Consulta: 2 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.sembrar100.com/esquejes/>.

SILVA, Gianfranco. Efecto de diferentes dosis de ácido indol butírico en el enraizamiento de estacas de *Lonchocarpus utilis* (Barbasco) en vivero. [en línea]. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Facultad De Ingeniería y Ciencias Ambientales, Departamento Académico de Ingeniería Agroforestal Acuicola, Yarinacocha – Perú. 2015. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] Disponible en: <http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/88/1/tesis.pdf>.

SILVATEAM. Taninos de Tara. [en línea]. 2015. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/productos-para-curtiembre/extractos-vegetales/taninos-de-tara.html>.

SISARO, Damián. & HAGIWARA, Juan. *Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo* [en línea]. Buenos Aires: INTA, 2016. [Consulta: 3 agosto 2020]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-_propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdf.

SUCCULENT AVENUE. "Cómo usar la hormona de enraizamiento". *Jardinería Hogar y Vida*. [blog]. 2020. [Consulta: 4 febrero 2021]. Disponible en: <https://succulentavenue.com/hormona-de-enraizamiento-como-usar/>.

TAYLOR, J. Aspects of the role of cytokinins in adventitious root formation. [en línea]. University of Natal, Pietermaritzburg, Department of Botany, 1996. [Consulta: 4 de febrero de 2021.] Disponible en: https://ukzn-dspace.ukzn.ac.za/bitstream/handle/10413/10349/Taylor_Joslyn_L_S_1996.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VALENZUELA, Nancy. Evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centropogon ochrochylum* (Amarillo de Guayaquil) [en línea]. Universidad Técnica De Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela De Ingeniería Agronómica, Los Ríos

– Ecuador. 2011. [Consulta: 28 de marzo de 2021.] Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/85/T-UTB-FACIAG-AGR-000015.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.

VELASQUEZ, Junior. El Fruto. [blog]. 2020. [Consulta: 29 marzo 2021]. Disponible en: <https://temasfaciles.blogspot.com/2020/07/el-fruto.html>.

VILLENA, J., et al. "Variabilidad morfológica de la «tara» *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla". *Arnaldoa* [en línea], 2019, (Perú) 26(2), pp. 555-574. [Consulta: 12 de diciembre de 2020.] ISSN 1815-8242. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000200003&script=sci_arttext.

ANEXOS

ANEXO A: DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES DE LOS ENSAYOS

BLOQUE	TRATAMIENTO			
I	T1 r1	T3 r1	T2 r1	T4 r1
II	T4 r2	T1 r2	T2 r2	T3 r2
III	T3 r3	T2 r3	T1 r3	T4 r3

ANEXO B: VALORES PORCENTUALES DEL PRENDIMIENTO EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS

Tratamiento	Dosis gr ml-1	Repetición			Total	Media
		I	II	III		
T1	15 gr ANA en 250 ml agua destilada	88,89	88,89	100	277,78	92,59
T2	30 gr ANA en 250 ml agua destilada	55,56	88,89	100	244,44	81,48
T3	1 miligramos de ANA en polvo	88,89	88,89	100	277,78	92,59
T4	0 gr ANA en 0 ml agua destilada	0	55,56	55,56	111,11	37,04

ANEXO C: NUMERO DE BROTES EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS

Tratamiento	Dosis gr ml-1	Repetición			Total	Media
		I	II	III		
T1	15 gr ANA en 250 ml agua destilada	0,89	0,89	1	2,78	0,93
T2	30 gr ANA en 250 ml agua destilada	0,56	0,89	1	2,44	0,81
T3	1 miligramos de ANA en polvo	0,89	0,89	1	2,78	0,93
T4	0 gr ANA en 0 ml agua destilada	0	0,56	0,56	1,11	0,37

ANEXO D: NÚMERO DE RAÍCES EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS

Tratamiento	Dosis gr ml-1	Repetición			Total	Media
		I	II	III		
T1	15 gr ANA en 250 ml agua destilada	2,33	2,33	3,78	8,44	2,81
T2	30 gr ANA en 250 ml agua destilada	1,56	2	2,44	6	2
T3	1 miligramos de ANA en polvo	2,67	2,89	2,89	8,44	2,81
T4	0 gr ANA en 0 ml agua destilada	0,00	1,33	1,67	3	1

ANEXO E: LONGITUD DE RAÍCES EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa* ENSAYO DOS

Tratamiento	Dosis gr ml-1	Repetición			Total	Media
		I	II	III		
T1	15 gr ANA en 250 ml agua destilada	1,06	0,72	1,28	3,06	1,02
T2	30 gr ANA en 250 ml agua destilada	0,83	0,50	1,17	2,50	0,83
T3	1 miligramos de ANA en polvo	1,06	1,78	0,83	3,67	1,22
T4	0 gr ANA en 0 ml agua destilada	0,00	0,50	0,72	1,22	0,41

ANEXO F: HOJA DE CAMPO PARA EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HOJAS DE *Caesalpinia spinosa*

Tratamiento _____ Lugar y Fecha _____
 Dosis _____ Inicio del hormonado _____
 N° de Repetición _____ Final del hormonado _____

Numero de esqueje	Vivo	Muerto	Numero de brotes de raíces	Longitud de raíces	Numero de raíces
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

 Firma del responsable

ANEXO G: PREPARACIÓN DE SUSTRATO (Turba + humus + cascarilla de arroz)



ANEXO H: MATERIAL GENÉTICO



ANEXO I: PESADO PARA DOSIFICACIÓN DE HORMONA



ANEXO J: APLICACIÓN DE LA HORMONA



ANEXO K: SIEMBRA DE ESQUEJES

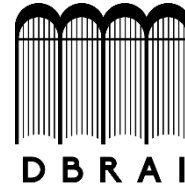


ANEXO L: RESULTADOS DE FORMACIÓN DE RAÍCES





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 07 / 12 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Cristian David Yuquilema Atupaña

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Recursos Naturales*

Carrera: Ingeniería forestal

Título a optar: Ingeniero Forestal



2144-DBRA-UTP-2021