



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE ORELLANA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE (*Cedrelinga cateniformis*)**  
**CON DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATO, PREPARACIÓN DE**  
**SEMILLAS Y NIVELES DE SOMBRAS EN LA JOYA DE LOS**  
**SACHAS**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:** JONATHAN ABEL DURÁN PINO

**DIRECTOR:** Ing. FABIAN MIGUEL CARRILLO RIOFRIO, MSc.

El Coca – Ecuador

2022

**©2022, Jonathan Abel Durán Pino**

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

Yo, JONATHAN ABEL DURÁN PINO, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y 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 Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 29 de Noviembre de 2022.



---

**Jonathan Abel Durán Pino**  
172270615-5

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE ORELLANA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE (*Cedrelinga cateniformis*) CON DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATO, PREPARACIÓN DE SEMILLAS Y NIVELES DE SOMBRAS EN LA JOYA DE LOS SACHAS**, realizado por el señor: **JONATHAN ABEL DURÁN PINO**, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-11-29
Ing. Fabian Miguel Carrillo Riofrio, Msc. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-29
Ing. Juan Gabriel Chipantiza Masabanda, MSc. <b>ASESOR DEL TRIBUNAL INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-29

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí, lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo. A todos los docentes que desde el inicio de carrera vertieron todo su apostolado en mi ser. A la ESPOCH - SEDE ORELLANA, institución en la que durante el transcurso de aprendizaje y formación he creado un sinfín de recuerdos y vivencias que marcan un importante fragmento de mi vida.

*Abel*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por darme aliento de vida, salud, ganas de superación, ahínco y dedicación en cada una de las actividades que he realizado.

A la ESPOCH- SEDE ORELLANA por abrirme sus puertas, para que en sus aulas me forme cómo futuro profesional, y a todo el personal administrativo por su gestión.

A mi familia, principalmente a mis padres Narda Durán, Ramiro Arévalo y a mi abuela Elvia Pino por su apoyo abnegado tanto moral cómo económico, por cada día mostrarme su amor y ser mis principales entes de fortaleza.

A todos los docentes que han sido partícipes de mi formación durante los cinco años de carrera.

Al Ing. Fabian Carrillo, tutor de tesis, por su apoyo, por motivarme y por su colaboración desinteresada y constante, al Ing. Gabriel Chipantiza, por ser parte del trabajo experimental.

A la Ing. Maritza Sánchez, por compartir sus conocimientos, por sus palabras de motivación y por su disponibilidad y paciencia para solventar las dudas presentadas durante el desarrollo del trabajo experimental.

Al INIAP, de manera especial al área de Forestería por su colaboración con materiales para el proceso de evaluación.

Agradezco al Fondo De Investigación para la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA) por acompañamiento técnico y económico durante el desarrollo del trabajo.

Al Ing. Leider Tinoco y Fernando Paredes por ser guía clave en diferentes aspectos del desarrollo teórico y estadístico del presente trabajo de titulación.

A mis compañeras/os de curso, por llegar a ser buenos amigos/os y por tantos momentos compartidos.

*Abel*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1.	DIANÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Antecedentes .....	2
1.2.	Planteamiento del problema.....	3
1.3.	Justificación .....	3
1.4.	Objetivos .....	4
1.4.1.	<i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	5
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	5
2.2.	Referencias teóricas .....	6
2.2.1.	<i>Chuncho</i> .....	6
2.2.1.1.	<i>Origen y distribución</i> .....	6
2.2.1.2.	<i>Taxonomía</i> .....	7
2.2.1.3.	<i>Botánica de la especie</i> .....	7
2.2.1.4.	<i>Ecología y silvicultura del chuncho</i> .....	8
2.2.1.5.	<i>Condiciones edafoclimáticas</i> .....	8
2.2.1.6.	<i>Propiedades de la madera</i> .....	9
2.2.1.7.	<i>Importancia y amenazas</i> .....	9
2.2.2.	<i>Germinación de semillas</i> .....	9
2.2.2.1.	<i>Factores que influyen en el proceso de germinación</i> .....	10
2.2.2.2.	<i>Proceso de germinación</i> .....	11
2.2.2.3.	<i>Germinación forestal</i> .....	11

2.2.3.	<i>Sustratos</i> .....	12
2.2.3.1.	<i>Características del sustrato</i> .....	12
2.2.3.2.	<i>Propiedades de los sustratos</i> .....	13
2.2.4.	<i>Niveles de sombra</i> .....	13
2.2.5.	<i>Viveros</i> .....	14
2.2.5.1.	<i>Gestión de viveros</i> .....	14
2.2.5.2.	<i>Tipos de viveros</i> .....	15
2.2.6.	<i>Método Taguchi</i> .....	15

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	17
3.1.	<b>Características del lugar</b> .....	17
3.1.1.	<i>Localización</i> .....	17
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	18
3.1.3.	<i>Características climáticas</i> .....	18
3.1.4.	<i>Clasificación ecológica</i> .....	18
3.1.5.	<i>Características del suelo</i> .....	19
3.2.	<b>Materiales</b> .....	19
3.2.1.	<i>Materiales y Equipos de campo</i> .....	19
3.2.2.	<i>Materiales de oficina</i> .....	19
3.2.3.	<i>Materiales y equipos de laboratorio</i> .....	19
3.3.	<b>Tratamiento de estudio</b> .....	20
3.3.1.	<i>Factores en estudio</i> .....	20
3.4.	<b>Características de la unidad experimental</b> .....	20
3.5.	<b>Tratamientos</b> .....	21
3.6.	<b>Diseño experimental</b> .....	21
3.6.1.	<i>Método Taguchi</i> .....	21
3.6.2.	<i>Análisis estadístico</i> .....	22
3.7.	<b>Manejo específico del experimento</b> .....	23
3.7.1.	<i>Sustrato y llenado de bandejas</i> .....	23
3.7.2.	<i>Selección de sitio de recolección de material</i> .....	23
3.7.3.	<i>Preparación y aplicación de desinfectantes</i> .....	23
3.7.4.	<i>Sombra</i> .....	23
3.8.	<b>Métodos de evaluación</b> .....	23
3.8.1.	<i>Porcentaje de germinación</i> .....	23
3.8.2.	<i>Longitud, diámetro y número de hojas de plántulas de chuncho</i> .....	24



3.8.3.	<i>Longitud de raíces</i> .....	24
3.8.4.	<i>Biomasa fresca y seca de raíz</i> .....	24

#### CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	25
4.1.	<b>Evaluar el porcentaje de germinación de las semillas Chuncho (<i>Cedrelinga cateniformis</i>) en los diferentes tratamientos aplicados en La Joya de los Sachas.</b> .....	25
4.1.1.	<b><i>Porcentaje de germinación</i></b> .....	25
4.1.1.1.	<i>Análisis de varianza</i> .....	25
4.1.1.2.	<i>Análisis regular Taguchi</i> .....	26
4.2.	<b>Estudiar el crecimiento vegetativo de <i>Cedrelinga cateniformis</i>, en los diferentes tratamientos aplicados en La Joya de los Sachas</b> .....	26
4.2.1.	<b><i>Altura de plántula</i></b> .....	26
4.2.1.1.	<i>Análisis de varianzas</i> .....	26
4.2.1.2.	<i>Análisis regular Taguchi</i> .....	27
4.2.2.	<b><i>Diámetro de plántula</i></b> .....	28
4.2.2.1.	<i>Análisis de varianza</i> .....	28
4.2.2.2.	<i>Análisis regular Taguchi</i> .....	29
4.2.3.	<b><i>Biomasa de la raíz</i></b> .....	29
4.2.3.1.	<i>Análisis de varianza</i> .....	29
4.2.3.2.	<i>Análisis regular Taguchi</i> .....	30
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	31
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	32

#### BIBLIOGRAFÍA

#### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Taxonomía del chuncho .....	7
<b>Tabla 2-2:</b>	Botánica de la especie <i>Cedrelinga cateniformis</i> .....	7
<b>Tabla 3-2:</b>	Características edafoclimáticas del chuncho .....	8
<b>Tabla 4-2:</b>	Propiedades del chuncho .....	9
<b>Tabla 5-2:</b>	Características de los sustratos .....	12
<b>Tabla 6-2:</b>	Características del sustrato. ....	13
<b>Tabla 7-2:</b>	Ventajas y desventajas de los tipos de viveros .....	15
<b>Tabla 1-3:</b>	Matriz para la descripción de suelos.....	19
<b>Tabla 2-3:</b>	Factores en estudio .....	20
<b>Tabla 3-3:</b>	Diseño de los tratamientos.....	21

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Especie de Chuncho .....	6
<b>Ilustración 2-2:</b>	Fases del proceso de germinación de semillas .....	11
<b>Ilustración 1-3:</b>	Lugar de ejecución del trabajo experimental .....	17
<b>Ilustración 1-4:</b>	Porcentaje de germinación, los tratamientos no presentan diferencia significativa (p-valor > 0,05), las letras iguales no presentan diferencia significativa .....	25
<b>Ilustración 2-4:</b>	Representación gráfica de los efectos parciales de factores y niveles de porcentaje de germinación.....	26
<b>Ilustración 3-4:</b>	Altura de plántulas, los tratamientos no presentan diferencia significativa (p-valor > 0,05), las letras iguales no presentan diferencia significativa. ....	27
<b>Ilustración 4-4:</b>	Altura durante la fase de vivero a los 60 días iniciada la siembra .....	28
<b>Ilustración 5-4:</b>	Diámetro de tallo en plántulas, los tratamientos no presentan diferencia significativa (p-valor > 0,05), las letras iguales no presentan diferencia. ....	28
<b>Ilustración 6-4:</b>	Representación gráfica de los efectos parciales de factores y niveles en diámetro de tallo.....	29
<b>Ilustración 7-4:</b>	Biomasa de raíz de durante la fase de vivero a los 60 días iniciada la siembra. ....	30
<b>Ilustración 8-4:</b>	Biomasa de raíz de la planta durante la fase de vivero a los 60 días iniciada la siembra .....	30

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** RECOLECCIÓN DE SEMILLAS
- ANEXO B:** RECOLECCIÓN DE SUSTRATO
- ANEXO C:** LLENADO DE SUSTRATO Y UBICACIÓN DE GAVETAS
- ANEXO D:** ACONDICIONAMIENTO DE SOMBRA CON MALLA SARÁN
- ANEXO E:** PREPARACIÓN DE SEMILLAS
- ANEXO F:** TRATAMIENTOS DE SEMILLAS
- ANEXO G:** UBICACIÓN DE SEMILLAS A LAS GAVETAS
- ANEXO H:** GERMINACIÓN DE CHUNCHO
- ANEXO I:** RECOLECCIÓN DE DATOS
- ANEXO J:** MUESTRA DE BIOMASA DE RAÍZ DE CHUNCHO
- ANEXO K:** PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
- ANEXO L:** ALTURA DE PLÁNTULA
- ANEXO M:** DIÁMETRO DE LA PLÁNTULA

## RESUMEN

El presente trabajo experimental consistió en la germinación y crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* con diferentes tipos de sustrato, preparación de semillas y niveles de sombra; en la Joya de los Sachas. La metodología consistió en un diseño de bloques con cuatro factores de estudio en tres niveles distintos, siendo estos: Factor A, semillas con vaina, sin vaina y escarificada; Factor B, sustratos consistentes en tierra (100 %), tierra (80%) + Arena de río (20%) y tierra (80%) + cascarilla de arroz (20%); Factor C, semillas sin desinfección, con desinfección química y con desinfección orgánica de agua caliente; Factor D, niveles de sombra del 30, 50 y 70 %, con los que se elaboraron nueve tratamientos aplicando tres repeticiones; se procedió a determinar el porcentaje de germinación, las diferencias estadísticas entre las alturas, diámetros a la altura del cuello y número de hojas verdades de cada plántula, así como la longitud de las raíces y la biomasa fresca y seca de las raíces de tres plantas; para esto se usó el análisis regular según Taguchi en el que se construyen tablas de respuesta, se identifica la combinación óptima de factores y niveles, se hace una graficación de las respuestas y una predicción de la respuesta del tratamiento óptimo. Se obtuvieron resultados mayores de: porcentaje de germinación del 80,56% con una combinación (A2B3C2D3), altura de 134 mm (A2B3C3D3), diámetro a la altura del cuello y mayor peso de biomasa de 3.77 mm y 804,00 mg, respectivamente, para la combinación (A1B1C1D1) y (A2B2C3D3). Se concluyó que para la variable “germinación” es necesario realizar estudios utilizando la predicción de Taguchi 80,56% (A2B3C2D3); se recomienda no realizar pruebas con semillas escarificadas porque son delicadas a la hora de tratarlas y tienden a ser susceptibles.

**Palabras clave:** <CHUNCHO (*Cedrelinga cateniformis*)>, <PORCENTAJE DE GERMINACIÓN>, <ANÁLISIS DE VARIANZA>, <SOMBRA EN VIVERO>, <DESARROLLO VEGETAL>, <SUSTRATO ÓPTIMO>.

Leonardo Medina.  
19. 12-2022.



2363-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The present experimental work consisted of the germination and growth of *Cedrelinga cateniformis* with different types of substrates, seed preparation and shade levels; at Joya of the Sachas. The methodology consisted of a block design with four study factors at three different levels, being these: Factor A, seeds with pod, without pod and scarified; Factor B, substrates consisting of soil (100%), soil (80%) + river sand (20%) and soil (80%) + rice husk (20%); Factor C, seeds without disinfection, with chemical disinfection and with hot water organic disinfection; Factor D, shade levels of 30%, 50% and 70%, with which nine treatments were developed applying three replications; We proceeded to determine the germination percentage, the statistical differences between the heights, diameters at neck height and number of true leaves of each seedling, as well as the length of the roots and the fresh and dry biomass of three plant roots; for this we used the regular analysis according to Taguchi in which response tables are constructed, the optimum combination factors and levels is identified, a graph of responses is made and a prediction and optimum treatment responses is made. Higher results were obtained for: germination percentage of 80.56% with a combination (A2B3C2D3), height of 134 mm (A2B3C3D3), diameter at neck height and higher biomass weight of 3.77 mm and 804.00 mg, respectively, for the combination (A1B1C1D1) and (A2B2C3D3). It was concluded that for the variable "germination" it is necessary conducting studies using the Taguchi 80.56% prediction (A2B3C2D3); it is not recommended conducting tests with scarified seeds because they are delicate to treat and tend being susceptible.

**Key words:** <CHUNCHO (*Cedrelinga cateniformis*)>, <GERMINATION PERCENTAGE>, <VARIANCE ANALYSIS>, <NURSERY SOIL>, <VEGET DEVELOPMENT>, <OPTIMAL SUBSTRATE>.

Translation made by:



Lcda. Nancy de las Mercedes Barreno Silva. Mgs.

**DOCENTE ESPOCH-INGLES**

## INTRODUCCIÓN

El 7% del planeta tierra está cubierta por bosques tropicales, albergando 2 tercios de la variedad floral de todo el mundo, varios de ellos son proveedores de bienes maderables y no maderables; estos ofrecen servicios ecológicos (captura de carbono, regulación hídrica y biodiversidad). Las actividades antrópicas realizadas por los humanos han limitado las zonas de bosques, transformándolas en regiones para uso agrícola y urbano, aumentando la explotación de especies forestales y fragmentando las zonas silvestres. El Ecuador forma parte de los territorios más pequeños del Neotrópico, su topografía única, su variedad de regiones climáticas y una gran variedad de poblaciones de especies lo ubican en la lista de territorios megadiversos del mundo. Con menos del 10% del área planetaria, albergan el 75% de todos los animales y plantas del mundo, dando lugar a unas 219 mil especies de diversos taxones (Ordóñez et al., 2020, p. 2).

Los bosques húmedos tropicales de la región Amazónica cuentan con una enorme variedad de recursos florísticos, destacándose especies como *Cedrelinga cateniformis*, utilizada por los lugareños (Cruz et al., 2020, p. 3), En las últimas décadas, estas especies se han visto amenazadas por la creciente demanda de madera y los cambios en el uso del suelo impulsados por la deforestación y diversas actividades productivas como la minería, la ganadería, la agricultura, y la silvicultura, que han provocado la devastación y fragmentación de los bosques generando déficit en demanda de madera en el mercado en la Amazonia Ecuatoriana (Ordóñez et al., 2020, p. 2).

En los últimos años el Estado ecuatoriano, ha impulsado el cambio de la matriz productiva, por ello, a pesar del gran potencial que tiene el sector forestal, no se ha realizado ninguna investigación de mejoramiento genético de bosques que identifiquen especies de crecimiento rápido y con alto potencial maderero para uso comercial, lo que significa un retraso en comparación con otros países de la región (Morales, 2018, p. 1).

*Cedrelinga cateniformis* es un árbol forestal nativo de la región amazónica, con propiedades de alta calidad. La madera de *Cedrelinga cateniformis* es de gran importancia económica por su coloración y usos similares al cedro y la caoba; pueden cultivarse en plantaciones puras o en sistemas agroforestales. Sin embargo, aunque es una especie de importancia económica, existe pocos estudios sobre métodos de germinación (Morales, 2018, p. 1). Por lo tanto, éste estudio considera evaluar diferentes tipos de sustrato, preparación de semillas y niveles de sombra de *Cedrelinga cateniformis* (Vega, 2017, p. 1).

## CAPÍTULO I

### 1. DIANÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Antecedentes

El planeta ha perdido 178 millones de hectáreas de bosque desde 1990, un área aproximadamente del tamaño de Libia, la tasa de pérdida forestal neta disminuyó en la década de 1990-2000 debido a la reducción de la deforestación en algunos países, además del crecimiento de la silvicultura a través de la forestación y la expansión de los bosques naturales (FAO, 2020, p. 4). Casi 1600 millones de personas dependen de los bosques para su sustento, incluidos 70 millones de indígenas señalo Naciones Unidas (2020, párr. 10).

La cubierta forestal mundial (incluidos los bosques plantados) fue de 4.000 millones de hectáreas en 2015, lo que representa el 31% del área total. De este total, 927 millones de hectáreas se encuentran en América Latina y el Caribe, lo que corresponde al 23% de la cubierta forestal mundial (Quiroga, 2017, p. 10). Según el Programa de Evaluaciones de Recursos Forestales Mundiales (FRA), en América del Sur se encuentra la mayor parte de los bosques plantados, concentrados principalmente en las regiones del Cono Sur: Brasil, Chile, Argentina y Uruguay, que cuentan con cerca del 88% de los bosques plantados de América Latina y el Caribe (Killmann, 2006, p. 6).

Ecuador tiene aproximadamente 9,6 millones de hectáreas de bosques primarios, según el régimen, y pertenece a los territorios con mayor pluralidad de árboles, gracias a la amplia diferencia climáticas de su territorio convirtiéndolo en un país megadiverso. Expertos señalan que Ecuador tiene una de las tasas de deforestación más altas de América Latina, con 60.000 a 200.000 hectáreas de bosques naturales que se pierden cada año como resultado de la tala ilegal, la expansión de cultivos y la explotación petroleras y mineras (El Universo, 2011, párr. 1-2). En la región Amazónica se cree que existen alrededor de 3.000 a 3.500 especies de árboles, en las cuales se han reportado alrededor de 600 especies de aves (Espinosa y López, 2019, p. 1). *Cedrelinga cateniformis* es una especie forestal de la Amazonía que presenta propiedades físico-mecánicas de rápido crecimiento y alto valor comercial (Morales, 2018, p. 13).

Jumbo et al. (2019, p. 12) mencionan que *Cedrelinga cateniformis* se adapta muy bien en sistemas agroforestales, en vista que posee varias características deseables como su capacidad para fijar nitrógeno, crecimiento rápido, veteado, dureza y manejabilidad de la madera. Según Rojas (2015, p. 16) *Cedrelinga cateniformis* es una especie importante para los productores amazónicos debido a la calidad de madera, el uso en sistemas silvopastoriles y sistemas agroforestales. La especie *Cedrelinga cateniformis* tiene un porcentaje de germinación entre 75-95% en semillas frescas y almacenadas en condiciones ambientales, el poder de germinación se conserva hasta 15 días



después de recolectadas las semillas, si se mantienen refrigeradas a 5°C después de 2 meses el porcentaje varía entre 10-30 ya los 4 meses el porcentaje de germinación es nulo. El período de germinación de la especie varía entre 10 y 20 días y el período de trasplante es de 30 a 35 días (Morales, 2018, p. 17). Los sustratos con mayor éxito en la propagación de semilla de chuncho son sustrato de bosque y sustrato con gallinaza (Rojas, 2015, p. 105). Dichos estudios se realizaron en Perú, mientras tanto no existe información detallada de la propagación en la Amazonía Norte del Ecuador.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Actualmente existe una alta demanda de *Cedrelinga cateniformis*. Sin embargo, se cuenta con poca información para el manejo de semillas en vivero, por lo tanto, este estudio generará información que beneficiará a los pequeños productores de plantas de chuncho

Considerando lo anterior, éste trabajo de investigación generará información que ayudará a los productores de chuncho a optimizar recursos como tiempo y dinero en la producción de plantas, reduciendo los costos de producción y obteniendo plantas de calidad, contribuyendo de cierta manera con el desarrollo forestal sustentable en la región amazónica.

## **1.3. Justificación**

Las Actividades antrópicas como la ganadería, mono cultivos y tala indiscriminada del bosque, están afectando los recursos naturales en la región amazónica; los rubros más afectados son las especies forestales, debido a su fácil explotación por los pequeños productores que buscan satisfacer sus necesidades familiares. Los recursos forestales de la Amazonía ecuatoriana se encuentran completamente explotados por causa de la ganadería y mono cultivos lo cual ha provocado un mal manejo de los terrenos y sobre todo de los recursos con que cuenta. Por lo tanto, existe la necesidad de implementar sistemas de producción que permitan al pequeño productor obtener ingresos económicos y una forma de hacerlo es cultivando especies forestales de rápido crecimiento como el Chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), Además esta especie tiene una copa pequeña permitiendo el crecimiento de otras especies, sus raíces son pequeñas obteniendo nutrientes del suelo de manera moderada, tiene un crecimiento rápido, beneficia a la retención de agua, captura las emisiones de CO<sub>2</sub> (Jumbo et al., 2019, p. 13).

El chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) es una especie de trascendencia ecológica y ambiental, se empleada en los programas de conservación y reposición forestal que actualmente se lleva a cabo y considerando el escaso conocimiento e inadecuado manejo en la propagación de plantas de chuncho en vivero, se pretende buscar alternativas de métodos de germinación, probando diferentes tipos de sustratos, niveles de sombra, desinfección y manejos de semillas y de esta

manera obtener tecnologías adecuadas para propagación de plantas de chuncho en beneficio del pequeño productor (Vega, 2017, p. 2).

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Evaluar el efecto de diferentes sustratos, niveles de sombra, preparación y desinfección de semillas en la germinación y crecimiento de *Cedrelinga cateniformis*, en el Cantón La Joya de los Sachas.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Evaluar el porcentaje de germinación de las semillas de chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) en los diferentes tratamientos aplicados en La Joya de los Sachas.
- Estudiar el crecimiento vegetativo de *Cedrelinga cateniformis*, en los diferentes tratamientos aplicados en La Joya de los Sachas.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

De acuerdo con Nuñez (2018, p. 2) los bosques son de suma importancia para el desarrollo de los ecosistemas y es imprescindible identificar las condiciones adecuadas en las que se desarrollan, por eso la investigación se centró en la obtención de información sobre la altura, diámetro, sobrevivencia y calidad de *Cedrelinga cateniformis* sembradas en distintos sustratos. Para ello se utilizó una metodología experimental la cual consistía en 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los principales resultados demostraron que el experimento compuesto por gallinaza (40%) a, aserrín compuesto (40%) y arena (20%) fomentó un mayor incremento en la altura, mientras que el tratamiento de tierra natural tuvo mayor eficiencia respecto al diámetro.

Por otro lado, López et al. (2018, p. 111) alude que el sustrato utilizado en el vivero es uno de los factores que inciden en la calidad y costo de producción de las plantas; por lo tanto, es necesario buscar opciones para reducir costos y asegurar la calidad del cultivo; una forma de reducir el costo del concepto de sustrato es mezclar diferentes materiales para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

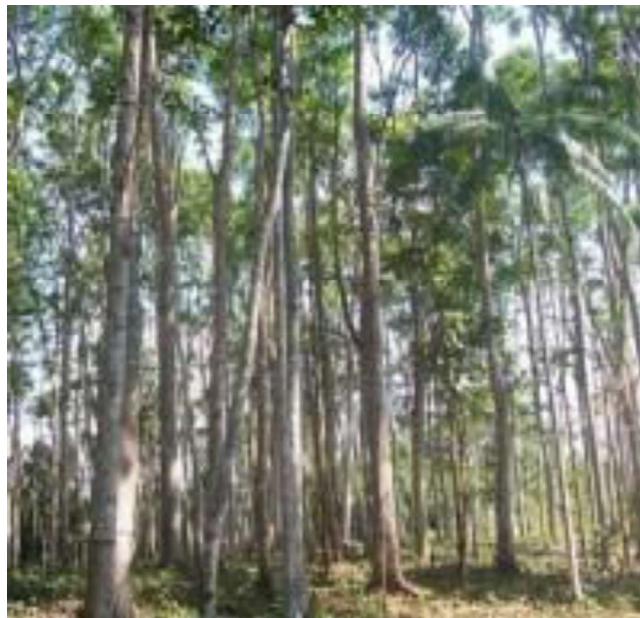
De la misma forma Morales (2018, p. 13) menciona que en la Amazonia ecuatoriana se han perdido poblaciones considerables de chuncho debido a los cambios de uso de suelo y pérdida de biodiversidad, por ende, el autor en su investigación busca caracterizar las variables dasométricas y fenotípicas foliares, para lo cual se aplicó un diseño de bosque completo al azar y 3 repeticiones en los seis primeros meses. Entre los principales resultados destaca la procedencia Bolívar y Olga Ramírez, sin embargo, no se pueden considerar como las mejores ya que la especie requiere de un periodo mínimo de 3 años para ser evaluado correctamente.

Por otro lado, Sánchez Quintero (2019, p. 1) menciona que los árboles maderables presentan un importante potencial respecto al proyecto de reforestación y restauración, sin embargo, algunas de las especies se encuentran en extinción por ende es importante conocer las condiciones óptimas para un mayor nivel de productividad. La metodología se centra en cultivar especies de *Cariniana pyriformis* Miers – *Lecythidaceae* en diferentes ambientes de cultivo, empleando el diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. El autor recomienda el cultivo de esta especie en viveros debido a su rentabilidad y producción.

## 2.2. Referencias teóricas

### 2.2.1. Chuncho

El chuncho es una especie perteneciente a la familia de la fabaceae y a pesar de que su nombre científico es *Cedrelinga cateniformis* lo conocen comúnmente como chuncho, seique, tornillo y huyara caspi (Jaramillo, 2021, p. 16). Es considerada una especie maderable utilizada en los procesos de reforestación puesto que su cultivo se puede desarrollar en sistemas agroforestales o plantaciones puras y el tiempo de crecimiento es rápido en comparación a otras especies (Morales, 2018, p. 2).



**Ilustración 1-2:** Especie de Chuncho

Realizado por: Durán, Abel, 2022.

#### 2.2.1.1. Origen y distribución

Núñez (2018, p. 3) menciona que la especie *Cedrelinga cateniformis* se desarrolla en regiones con altitudes máximas de 1200 msnm, es decir, las formaciones ecológicas tipo bosque húmedo tropical y subtropical. Geográficamente se distribuyen en la región amazónica desde Perú hasta Guayana francesa, en Ecuador se localiza en la amazonia ecuatoriana (Ocaña, 2018, p. 7).

### 2.2.1.2. Taxonomía

En la siguiente tabla se describe la clasificación taxonómica de la especie:

**Tabla 1-2:** Taxonomía del chuncho

Taxonomía	Categoría
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Cedrelinga</i>
Especie	<i>cateniformis</i>
Nombre científico	<i>Cedrelinga cateniformis</i>
Nombre común	Chuncho, Seique, Tornillo, Mara macho, Cedrorana

**Fuente:** Ocaña, 2018, pp. 6-7.

**Realizado por:** Durán, Abel, 2022.

### 2.2.1.3. Botánica de la especie

La especie *Cedrelinga cateniformis* se caracteriza por ser un árbol de gran tamaño llegando a alcanzar los 50 metros. En la tabla 2-2 se describe las características botánicas de la especie.

**Tabla 2-2:** Botánica de la especie *Cedrelinga cateniformis*

Parte de la planta	Detalles
Corteza externa	En algunos casos la corteza es agrietada, mientras que, en otros fisurada, el color característico depende de la madurez, por ejemplo, el color marrón oscuro está presente en árboles maduros, conjunto de tejidos muertos en placas rectangulares alargadas y leñosas.
Corteza interna	El color es variado, pero va desde tonalidades entre rojo y rosado, su textura es homogénea y fibrosa
Hojas	Las hojas son de tipo compuestas, de forma bipinnadas y ubicadas de forma alterna y en espiral, su peciolo es cilíndrico y tiene un máximo de 4 centímetros de largo con un haz brillante y en vez opaco. Normalmente contiene 4 pinas y máximo 8 folios opuestos.
Flores	Contiene panículas de 12-30 centímetros de longitud, contiene números flores pequeñas y hermafroditas que comprenden una longitud máxima de 1,5 cm, tiene un color verde-amarillo y florecen en el mes de octubre.
Fruto	Respecto al Cádiz su tamaño es pequeño, bordeando los 2 mm de longitud, mientras que la corola bordea los 5 mm, contiene dientes con numerosos estambres. Legumbres indehiscentes y de forma plana, alcanzando una longitud máxima de 40 centímetros de largo y 4 cm de ancho. Tiene un aproximado de 15 semillas ubicadas en el centro de cada artejo.

**Fuente:** Núñez, 2018; Cubas, 2018; Ocaña, 2018.

**Realizado por:** Durán, Abel, 2022.

#### 2.2.1.4. *Ecología y silvicultura del chuncho*

El chuncho es una especie característica de la Amazonía, generalmente se desarrolla en bosques tropicales, húmedos tropicales y subtropicales, a pesar de que crece en una gran variedad de suelos y climas son los suelos arenosos, francos-arenosos o arcilloso los óptimos (Jumbo et al., 2018: p. 10). Lo suelos óptimos para el crecimiento de esta especie deben ser suelos con drenaje optimo, pH ligeramente acido y con altos contenidos nutricionales. Además, el chuncho es una especie que requiere abundante luz para su desarrollo, sin embargo, puede resistir sombras parciales en sus primeros años (Núñez, 2018, p. 3).

Según Monteverde (2021, p. 77) el chuncho se considera una especie de crecimiento medio a rápido, comúnmente utilizada en plantaciones puras, sistemas agroforestales y bandas de enriquecimiento; Este último es el menos utilizado por su gran sensibilidad a la tierra ligera y compactada. La regeneración natural es abundante en los primeros 50 metros, pero generalmente solo en la etapa de plántula, que se considera una especie difícil para la silvicultura y tiene poca capacidad de regeneración (Dionicio, 2019, p. 12).

#### 2.2.1.5. *Condiciones edafoclimáticas*

El crecimiento del chuncho se influenciado por diferentes edafológicos y climatológicos que se detallan en la tabla 3-2.

**Tabla 3-2:** Características edafoclimáticas del chuncho

<b>Requerimientos climáticos</b>	Altitud	120-800 msnm
	Precipitación	2500 - 3800 mm.
	Temperatura	22 – 28 °C
<b>Requerimientos edáficos</b>	Tipo de suelo	Franco arenoso profundos Adaptabilidad a suelo franco arcillosos
	Tipos de drenaje del suelo	Bueno
	pH	Neutro-ligeramente acido
<b>Factores limitantes de crecimiento</b>	Nutrientes	Altas cantidades
	Tipo de suelo	Textura fina
	Luz	Niveles bajo de luz o excesiva sombra
	Otros	Drenaje insuficiente

**Fuente:** Jumbo et al., 2018, p. 10.

**Realizado por:** Durán, Abel, 2022.

### 2.2.1.6. Propiedades de la madera

Las propiedades físicas, mecánicas y organolépticas se describen en la tabla 4-2:

**Tabla 4-2:** Propiedades del chuncho

<b>Propiedades organolépticas</b>	Color	Rosa-amarillenta
	Bateado	Forma de jaspe, producido por lianas vasculares pronunciadas y oscuras
	Grano	recto a entrecruzado
	Textura	Gruesa
	Densidad básica	0,45 g/cm <sup>3</sup>
<b>Propiedades físicas</b>	Contracción tangencial	3 - 7%
	Contracción radial	1 – 3,17%
	Contracción volumétrica	3,90 – 10,65%
	Durabilidad	Altamente resistente
<b>Otros</b>	Trabajabilidad	Tipo de madera óptima para trabajar puesto que es fácil de aserrar y se desenrolla sin dificultad y no ofrece resistencia de penetración clavos.
	Secado	Rápido sin deformaciones considerables.
	Preservación	Difícil

**Fuente:** Núñez, 2018; Dionicio, 2019.

**Realizado por:** Durán, Abel, 2022.

### 2.2.1.7. Importancia y amenazas

Monteverde (2021, p. 77) refiriéndose al valor económico del chuncho, se puede decir que tiene un amplio mercado, ya que es muy utilizado para puertas y muebles, como encimeras, contraventanas de madera, cajones, etc.

Según Morales (2018, p. 8) el chuncho es susceptible a diferentes plagas como las chinches, gusanos, gallina ciega, polilla, picudo y hongos, mismos que pueden causar un sin número de enfermedades como cáncer, gomosis, tizón de hoja y en el peor de los casos la muerte de la planta.

### 2.2.2. Germinación de semillas

Una semilla verdadera es un óvulo maduro fecundado que posee una planta embrionaria, material alimenticio almacenado (que rara vez falta) y una capa o capas protectoras. El embrión está

formado por uno o varios cotiledones, una plúmula (yema embrionaria), un hipocótilo (parte del tallo) y una radícula (raíz rudimentaria) (Arambarri, 2018, pp. 5-7)

La germinación de semillas un proceso crucial que influye en el rendimiento y la calidad de los cultivos. Por lo tanto, comprender los aspectos moleculares de la latencia y la germinación de las semillas es de gran importancia para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos (Tuan et al., 2019, p. 16). Por otro lado, para Riaz et al. (2019, p. 139) la germinación de semillas es un parámetro de primera importancia y fundamental para la biomasa total y la producción de rendimiento y consiste en un fenómeno complejo de muchos cambios fisiológicos y bioquímicos que conducen a la activación del embrión. El agua, el aire, la temperatura y la luz son esenciales para el proceso de germinación de la semilla a partir de la imbibición, la activación y la manifestación sucesiva (Biswas et al., 2019, pp. 226-227).

Además, la propagación de algunas plantas solo es posible por semilla, y si son difíciles de germinar, esto amenaza su existencia continua, es decir, mientras que algunas semillas permanecen en el suelo hasta que las condiciones climáticas favorables estimulen la germinación, otras semillas no germinan debido a la latencia física de las semillas o al escaso vigor de las plántulas (Fajinmi et al., 2021, p. 1).

De la misma forma, una mala calidad de la semilla y las condiciones de siembra tienen efectos directos (falta de germinación de la semilla que se traduce en la necesidad de volver a sembrar con costos adicionales o en una densidad de plantación reducida y, por lo tanto, un rendimiento reducido) e indirectos (menor competitividad de cultivos hacia malezas y condiciones más favorables para el desarrollo de enfermedades) que impacta en la salud de los cultivos ya que afecta la germinación de semillas y la emergencia de plántulas (Lamichhane et al., 2019, p.108).

Asimismo, es importante resaltar que la germinación de semillas es un proceso complejo, que involucra varias señales y está influenciado por factores intrínsecos que incluyen la latencia de la semilla y las reservas de alimentos disponibles y factores extrínsecos que comprenden el agua, la temperatura, el oxígeno, la luz, la humedad relativa, los productos químicos en el entorno de la semilla y el sustrato utilizado (Makhaye et al., 2021, p. 111; Biswas et al. 2019, p. 226).

#### *2.2.2.1. Factores que influyen en el proceso de germinación*

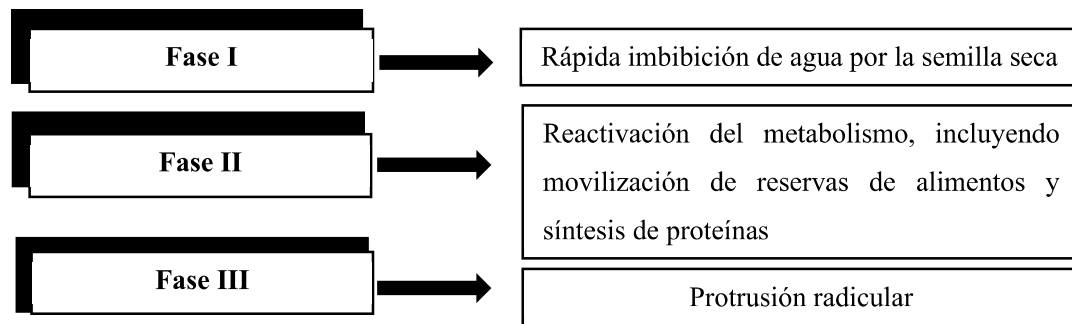
Para que una semilla pueda germinar, debe situarse en condiciones ambientales favorables a este proceso. Entre las condiciones requeridas están un suministro adecuado de agua, una temperatura y una composición de los gases de la atmósfera adecuadas, así como la luz para determinadas semillas (Biswas et al., 2019, p. 226). La exigencia de estas condiciones varía según la especie y la variedad y está determinada tanto por las condiciones que prevalecieron durante la formación de la semilla como por factores hereditarios (Rodríguez, 2019, p. 10; Mascot, 2020, p. 32).



Por el contrario, los factores internos abarcan la madurez y viabilidad de la semilla, la primera se presenta cuando en el ámbito morfológico y fisiológico la semilla ha alcanzado un desarrollo completo y la segunda se expresa en su potencial para poder germinar (Rodríguez, 2019, p. 10).

#### 2.2.2.2. *Proceso de germinación*

Los procesos involucrados en la germinación de semillas se pueden clasificar en tres etapas destacadas (Makhaye et al., 2021, p. 111; Flores, 2018, p. 7), mismas que se ilustran en la Ilustración 2-2.



**Ilustración 2-2:** Fases del proceso de germinación de semillas

**Realizado por:** Durán, Abel, 2022.

La imbibición de agua por parte de las matrices de hidratos de semillas, incluidos los polímeros de reserva y las paredes celulares dentro de la célula. La absorción de agua por parte de las semillas secas durante la primera fase de la germinación es rápida, mientras que la reanudación de la fase II es más gradual (Flores, 2018, p. 7). La absorción rápida de agua estimula al embrión para que produzca fitohormonas, que se diseminan a la capa de aleurona para reanudar una cascada bioquímica que conduce a la síntesis de enzimas hidrolíticas, incluida la  $\alpha$ -amilasa. Durante la reactivación metabólica (fase II), las enzimas hidrolíticas se activan con una disminución concomitante del contenido endógeno de ABA. Estas enzimas luego hidrolizan las reservas de alimentos del endospermo en azúcares metabolizables, que a su vez proporcionan energía para el crecimiento de la radícula y la plúmula, lo que lleva a la protrusión de la radícula (fase III) (Makhaye et al., 2021, p. 111; Flores, 2018, p. 7).

#### 2.2.2.3. *Germinación forestal*

Las semillas de los árboles de la selva tropical muestran un amplio intervalo interespecífico de tiempo necesario para germinar, los estudios de la fisiología de la germinación han demostrado que varios factores pueden causar un retraso en la germinación de las semillas de árboles de la selva tropical, estos incluyen bajo contenido de agua de la semilla en la madurez, presencia de

una cubierta de semilla dura, tamaño pequeño y etapa temprana de desarrollo del embrión y la presencia de inhibidores químicos de la germinación (Morales, 2021, p. 14). Los germinadores rápidos tienden a tener un alto contenido de agua en la semilla y cubiertas blandas, muchas de estas especies son difíciles de almacenar, por ende pierden viabilidad si se secan y germinan si se almacenan con un alto contenido de agua (Espinosa y López, 2019, p. 42; Flores, 2018, p. 7).

### 2.2.3. *Sustratos*

El sustrato es un medio inerte y sólido, que sirve de soporte y sostén para el crecimiento de raíces en las plantas, además es fuente de nutrientes necesarios para el funcionamiento de procesos metabólicos (fotosíntesis, transpiración, respiración y reproducción), suministrando a las plantas los ambientes óptimos para su crecimiento (Clemente, 2021, p. 8). Dichos medios nutritivos tienen como principal función proporcionar los requerimientos nutricionales necesarios para el cultivo desde la etapa de germinación hasta el desarrollo de los frutos (Téllez et al., 2018, pp. 396-397).

Por otro lado, Acevedo et al. (2020, p. 235) alude que la tipología del sustrato y sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas son aspectos importantes a considerar en la producción de plántulas.

#### 2.2.3.1. *Características del sustrato*

En la tabla 5-2 se describen las características físicas y químicas que tiene los sustratos.

**Tabla 5-2:** Características de los sustratos

Tipo de característica	Descripción
Físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta capacidad de retención de agua para obtener humedad.</li> <li>• Suficiente porosidad para permitir el intercambio de oxígeno y anhídrido carbónico.</li> <li>• Buena aeración</li> <li>• Ser liviano, lo que facilitar su manejo.</li> <li>• Alta conductividad hidráulica para permitir un drenaje eficiente.</li> <li>• Niveles adecuados de nutrientes, así como su capacidad de suministrarlos a las plantas y de retenerlos.</li> </ul>
Químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para regular y mantener un nivel de pH uniforme.</li> <li>• Baja salinidad.</li> <li>• Tenacidad a la fumigación sin alteración nociva, para alejar las plagas.</li> <li>• Debe tener una tasa de descomposición lenta.</li> </ul>

**Fuente:** Hernández, 2019, pp. 19-20.

**Realizado por:** Durán, Abel, 2022.

### 2.2.3.2. Propiedades de los sustratos

En la tabla 6-2 se describen las características óptimas que debe poseer un buen sustrato.

**Tabla 6-2:** Características del sustrato

Característica	Detalle
Porosidad	> 85%
Capacidad de aeración	10 y 30%,
Agua fácilmente asimilable	20 y 30%
Textura de media a gruesa, con una distribución de partícula	0.25 a 5.0 mm
Retención de humedad	55 y 70%
Densidad aparente	0.15 y 0.45 g/cm <sup>3</sup>
Inocuidad	Escherichia coli ≤ 1000 NMP/g Salmonella spp. ausente en 25 g

**Fuente:** Acevedo et al., 2020, p. 235.

**Realizado por:** Durán Abel, 2022

### 2.2.4. Niveles de sombra

La sombra es el ambiente para una variedad de especies, algunas afines concretamente con el biocontrol de plagas (hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*) (Pico et al., 2018, p. 5). Por otro lado, la sombra que rodea las plantas influye en factores climatológicos como la, humedad relativa, disponibilidad de agua, temperatura, y la fertilidad del suelo, que tienen control en la actividad funcional de las plantas (Agudelo et al., 2018, p. 230).

Una sombra bien regulada puede disminuir el acaecimiento de plagas y enfermedades y favorecer a la plantación con una vida útil larga. Además, proporciona una variada gama de servicios ambientales como son: la captura de agua y carbono, mantenimiento del suelo, el aumento de materia orgánica y fauna del suelo y la protección de los ecosistemas. La administración adecuada de la sombra amortigua los cambios abruptos en el microclima, además de controlar plagas y patologías en la planta, disminuyendo el uso de plaguicidas y pesticidas (Chamba, 2018, p. 18).

La capacidad de algunas especies para permanecer latentes a la sombra y germinar solo bajo la luz directa del sol ha sido reconocida como una característica que une a un grupo de especies de árboles tropicales de ecología similar y estas son conocidas como especies pioneras, son los de rápido crecimiento, intolerantes a la sombra, especies que normalmente se encuentran solo en claros u otros sitios de sucesión temprana en el bosque (Sierra et al., 2020, p. 8; Huaranga, 2019, p. 19). Por otro lado, las especies más tolerantes a la sombra tienen una germinación que generalmente no depende del grado de sombra (no pioneras) (Olguín et al., 2019, p. 172; Sandoval, 2018, p. 2).

### **2.2.5. Viveros**

Un vivero de plantas es un establecimiento que cría, propaga, multiplica y vende plántulas, árboles jóvenes y otros materiales de siembra para plantar, los viveros comerciales producen y distribuyen plantas leñosas y herbáceas, incluidos árboles ornamentales, arbustos y cultivos de bulbos (De la Cruz, 2019, p. 34).

#### *2.2.5.1. Gestión de viveros*

Una buena gestión de viveros implica muchas habilidades y atención a los detalles. El proceso comienza con la adquisición de germoplasma de alta calidad de origen conocido (registros de acceso) y calidad genética registrada, respaldado por documentos que reconocen los derechos del proveedor (Huentu et al., 2021, pp. 15-16).

Es importante mencionar que el germoplasma puede ser de dos tipos: semillas y propágulos vegetativos. Las semillas también son de dos tipos principales: las que se pueden almacenar mediante secado o congelación (ortodoxas) y las que no (recalcitrantes). Tanto este último como los propágulos vegetativos son de corta duración (desde unos pocos días hasta un máximo de unas pocas semanas). Deben manipularse con mucho cuidado y rapidez para evitar el estrés hídrico o térmico y cualquier daño físico (Gutiérrez, 2018, p. 2).

Los registros de accesiones deben almacenarse de manera segura y el origen de cada planta en el vivero debe etiquetarse o rastrearse de alguna otra manera hasta estos registros, las plantas de origen desconocido tienen una importancia cero en un programa de domesticación (Gratzfeld, 2019, pp. 91-93).

La producción exitosa de plantas depende de la rápida germinación de las semillas y la propagación de los propágulos vegetativos y su posterior crecimiento en un buen sustrato para macetas de drenaje libre bien provisto de nutrientes y materia orgánica (Rueda et al., 2012, p. 77). Durante el crecimiento temprano, generalmente es deseable algo de sombra para evitar el marchitamiento y el estrés hídrico y por lo general, se requiere riego diario durante el clima seco (Crespo et al., 2018, p. 357).

Una vez que crecen en el vivero, las plantas en macetas deben recibir un mantenimiento regular para que no se enreden y para que las raíces no se escapen de la maceta hacia el suelo (si esto sucede, es muy difícil establecer posteriormente esta planta, ya que sus raíces quedarán en el vivero), además, las plantas no deben mantenerse en el vivero por tanto tiempo puesto que sus sistemas de raíces se enrollan. Se debe prestar atención a las malas hierbas y plagas (Chávez, 2018, p. 12; De la Cruz et al., 2018, p. 26).

### 2.2.5.2. Tipos de viveros

La clasificación del tipo de vivero varía considerablemente, sin embargo, en esta investigación se considerará una planificación general comprendida entre viveros permanentes y temporales, los primeros son aquellos viveros que no son temporales, sino que se mantienen año tras año, mientras que los viveros temporales se hacen por el momento, es decir, por uno o dos años (De la Cruz, 2019, p. 20). En la tabla 7-2 se describen las ventajas y desventajas de los dos tipos de viveros anteriormente mencionados.

**Tabla 7-2:** Ventajas y desventajas de los tipos de viveros

Tipo de vivero	Ventajas	Desventajas
<b>Vivero temporal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los viveros temporales se denominan en ese momento viveros voladores, es decir, se pueden trasladar a cualquier sitio.</li> <li>- Bajo costo de capital</li> <li>- Costo de transporte reducido</li> <li>- Dentro de las condiciones climáticas del sitio</li> <li>- No se requiere mano de obra calificada</li> <li>- Cerca del sitio de plantación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El suministro de agua puede ser deficiente</li> <li>- El suelo puede ser pobre</li> <li>- Escasez de mano de obra capacitada</li> <li>- Todo puede resultar en árboles de mala calidad</li> </ul>
<b>Vivero permanente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Está bien diseñado</li> <li>- Tiene un buen suministro de agua.</li> <li>- Proporcione el número requerido de plantas</li> <li>- Proporcione el tamaño requerido de las plantas.</li> <li>- Proporcionar plantas de buena calidad.</li> <li>- Tiene buena tierra</li> <li>- Bien administrado y protegido</li> <li>- El material de siembra está siempre disponible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere un alto costo de capital</li> <li>- Requiere alto costo de transporte</li> <li>- No siempre en las condiciones climáticas del sitio.</li> <li>- No siempre cerca del sitio de plantación.</li> <li>- Se requiere mano de obra permanente y calificada.</li> </ul>

**Fuente:** De la Cruz, 2019, pp. 20-21.

**Realizado por:** Durán, Abel, 2022.

### 2.2.6. Método Taguchi

El método Taguchi es una de las mejores metodologías experimentales utilizadas para encontrar el número mínimo de experimentos a realizar dentro del límite permisible de factores y niveles (Meena et al., 2018, p. 288).

El método Taguchi utiliza arreglos ortogonales especiales para estudiar todos los factores de diseño con un mínimo de experimentos, uno de los aspectos de diseño novedosos de las contribuciones de Taguchi es el énfasis en el estudio y control de la variabilidad del producto, especialmente en contextos donde el logro de un valor medio objetivo de alguna característica es relativamente fácil y donde la alta calidad depende de la baja variabilidad (Mangadze, 2019, p. 1493).

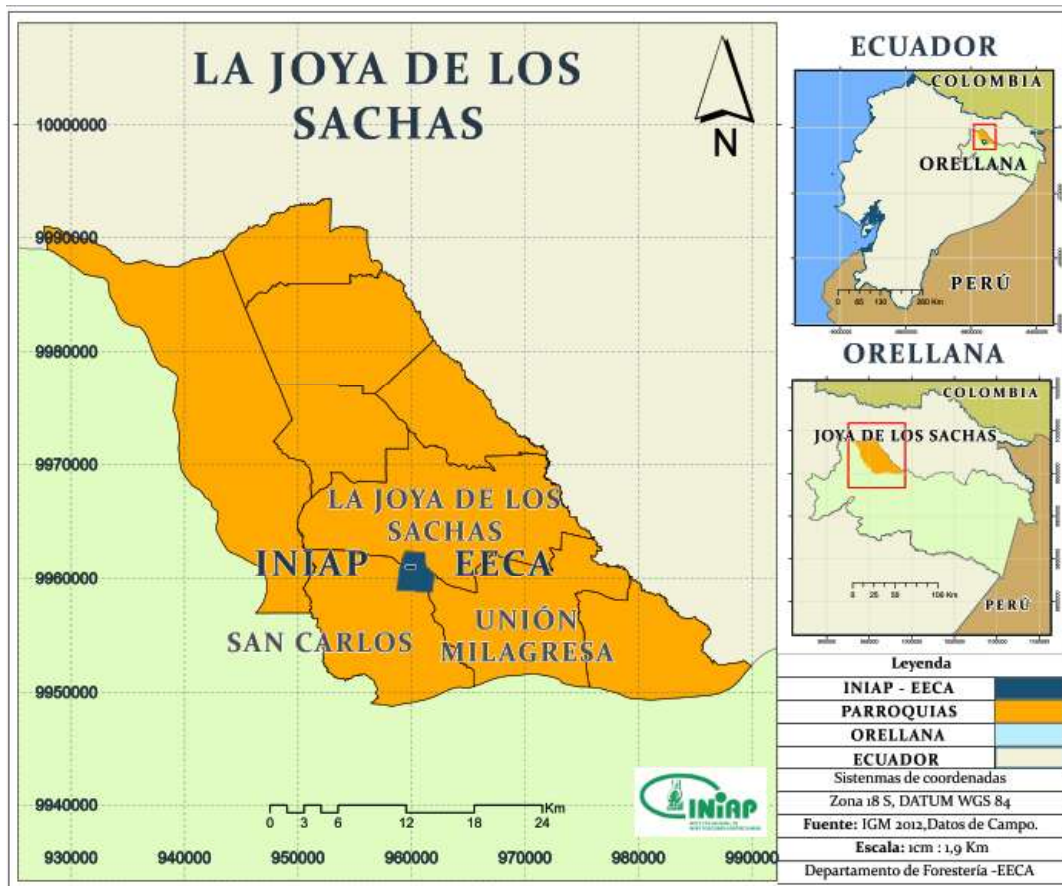
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Características del lugar

##### 3.1.1. Localización

El trabajo Experimental se realizará en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la parroquia San Carlos, cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana, en latitud 00°21'31.2" S, longitud 76°52'40.1" W, altitud de 250 m s.n.m.



**Ilustración 1-3:** Lugar de ejecución del trabajo experimental

Elaborado por: Departamento de Forestería-EECA, 2012.

### ***3.1.2. Ubicación geográfica***

**Lugar:** Parroquia San Carlos

**Zona:** 18 S.

**Coordenadas:** UTM

**X:** 291572.626

**Datum:** WGS 84

**Y:** 9962107

**Altura:** 257.47 m s.n.m.

### ***3.1.3. Características climáticas***

Según la Municipalidad de Francisco de Orellana (2018, p. 14), el lugar tiene un clima predominante cálido húmedo con:

- Temperatura media anual: 25,1 y 26,16° C
- Precipitación media anual: 3.126,9 mm
- Humedad relativa: 81%

### ***3.1.4. Clasificación ecológica***

La provincia de Orellana se encuentra ubicada aproximadamente a una altitud entre (170 - 350 m s.n.m.), El Proyecto de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la Provincia de Orellana, menciona que según la categorización ecológica del Ministerio del Ambiente del Ecuador, la provincia de Orellana cuenta con 15 ecosistemas: Bambú amazónico, Bosque verde continuo de Penillanura del Aguarico Sector Putumayo Caquetá, Bosque siempreverde montano bajo de Galeras, Bosque siempreverde piamontés de Galeras, Bosque siempreverde piamontés de la cordillera centro-nororiental de los Andes, Bosque siempreverde Penillanura del sector Napo-Curaray, Bosque inundable de la planicie aluvial de los ríos andinos y las sierras amazónicas, bosque inundable de la planicie aluvial de los ríos de origen amazónico, bosque inundable y vegetación lacustre-Riparia de Aguas Negras de la Amazonía, bosque inundable de la planicie aluvial amazónica, bosque inundable de la planicie amazónica, palma bosque de la llanura amazónica, herbazal inundable Lacustre-Riparenses de la llanura amazónica o Aluvial de la Amazonía, otros áreas, ecosistema gúa y bosque intervenido (Municipalidad de Francisco de Orellana, 2018, pp. 23-28).



### 3.1.5. Características del suelo

El suelo, es el factor más relevante para el desarrollo de la vida, tiene la capacidad de sustentar la productividad de plantas y animales. La degradación de la calidad del suelo afecta directamente a los ecosistemas y su supervivencia.

**Tabla 1-3:** Matriz para la descripción de suelos

<b>Características de los suelos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Extensión</b>	<b>% del territorio parroquial</b>
<b>Clase III</b>	Son tierras arables, en las cuales se reduce la posibilidad de elección de cultivos anuales a desarrollar o se incrementan los costos de producción debido a la presencia de ligeras a moderadas limitaciones, por lo que existe la necesidad de usar prácticas de manejo de suelo y agua. Generalmente se encuentran en pendientes menores al 12 %	1.014. Km <sup>2</sup>	0.75

**Fuente:** Municipalidad de Francisco de Orellana, 2018, p. 30.

**Elaborado por:** Equipo consultor - SERVICOCA S.A., 2022.

## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Materiales y Equipos de campo

Sustratos (tierra, arena de río, cascarilla de arroz), semillas de chuncho (con vaina, sin vaina y escarificadas), fungicidas para desinfección de semillas, malla sarán, pie de rey, tijeras de podar, letrero, etiqueta, bandejas plásticas de germinación de 24 células, cinta métrica, clavos, alambre, malla anti pájaro, martillo, gaveta, lonas, piola, sierra.

### 3.2.2. Materiales de oficina

Se utilizará material bibliográfico, papel, tijeras, lápices, borrador, esferos, regla, impresora, computadora, tablero apoya manos, cámara fotográfica.

### 3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio

Balanza digital, estufa, sobres de papel.

### 3.3. Tratamiento de estudio

#### 3.3.1. Factores en estudio

Los factores en estudio se detallan a continuación:

**Tabla 2-3:** Factores en estudio

	Descripción	Nivel		
		1	2	3
<b>Factores de Estudio</b>	<b>A</b> Semillas	Con Vaina	Sin vaina	Escarificada
	<b>B</b> Tipos de Sustratos	Tierra (100%)	Tierra (80%) + Arena de río (20%)	Tierra (80%) + cascarilla de arroz (20%)
	<b>C</b> Desinfección	Sin desinfección	Desinfección química	Desinfección orgánica (Agua)
	<b>D</b> Niveles de sombra	Sombra 30%	Sombra 50%	Sombra 70%

Elaborado por: Durán Abel, 2022

### 3.4. Características de la unidad experimental

El trabajo experimental se ejecutó en los viveros de la Estación Experimental Central Amazónica (EECA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en el área del Programa de Forestería, localiza en la vía Sacha - San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, el trabajo experimental está compuesta de:

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 9
- Número de semillas por tratamiento: 24
- Número de semillas por repetición: 216
- Número de semillas en la investigación: 648
- Unidades observacionales en el ensayo: 216
- Unidades observacionales por tratamiento: 8
- Unidades observacionales por repetición: 72
- Área total de ensayo: 150 m<sup>2</sup>

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos de la investigación se detallan a continuación:

**Tabla 3-3:** Diseño de los tratamientos

L9 (3) <sup>4</sup>	Factores				Código
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	A1B1C1D1
2	1	2	2	2	A1B2C2D2
3	1	3	3	3	A1B3C3D3
4	2	1	2	3	A2B1C2D3
5	2	2	3	1	A2B2C3D1
6	2	3	1	2	A2B3C1D2
7	3	1	3	2	A3B1C3D2
8	3	2	1	3	A3B2C1D3
9	3	3	2	1	A3B3C2D1

Elaborado por: Durán Abel, 2022

### 3.6. Diseño experimental

#### 3.6.1. Método Taguchi

Genichi Taguchi fue un estadístico japonés que impulsó el desarrollo de técnicas estadísticas para la mejora de productos (*outputs*) como resultante de procesos donde actúan las entradas (*inputs*) en presencia de factores controlables y no controlables. Los métodos Taguchi se orientan a minimizar o eliminar los efectos de los factores no controlables o de ruido que se manifiestan en la variabilidad de los productos (Sejzer, 2016, párr. 1).

Los métodos Taguchi involucran tres aspectos de la ingeniería de la calidad: diseño de sistemas, diseño de parámetros y diseño de tolerancias. El diseño de sistemas consiste en proponer procesos integrados que funcionen bajo condiciones normales. El diseño de parámetros es una técnica que detecta, reduce o elimina causas de variación, basado en la experimentación, basado en el análisis de medias y de las variaciones e identificación de factores de control y de ruido. El diseño de tolerancias se basa en el uso de diseños experimentales específicos cuando el diseño de parámetros no es suficiente para reducir la variación (Sejzer, 2016, párr. 2).

### 3.6.2. Análisis estadístico

Se utilizará el análisis regular según Taguchi, el mismo que se realiza en cuatro pasos: construcción de la tabla de respuesta, identificación de la combinación óptima de factores y niveles, graficación de las respuestas y predicción de la respuesta óptima.

#### a. Construcción de la tabla de respuesta

Los datos de las “corridas experimentales” (tratamientos), se desglosan por cada factor y nivel de estudio, organizando en una tabla de doble entrada, con los efectos promedios.

#### b. Identificación de la combinación óptima de factores y niveles

En la tabla de respuesta se seleccionan los niveles apropiados por cada factor, teniendo en cuenta el tipo de variable: “mayor es mejor” (p.e.: rendimiento) o “menor es mejor” (p.e.: defectos físicos).

#### c. Gráficos de las respuestas por factor y nivel

Los datos de la tabla de respuesta se representan en barras, colocando los factores y niveles en el eje X y la variable experimental en el eje Y.

#### d. Predicción de la respuesta óptima (PRO)

Para predecir la respuesta óptima se usa el modelo:

$$P_{RO} = \bar{Y} + [(A_M - \bar{Y}) + (B_M - \bar{Y}) + (C_M - \bar{Y}) + \dots]$$

Donde:

PRO= Predicción de la respuesta óptima

$\bar{Y}$  = Media general del experimento

AM, BM, CM = Factores A, B, C... con los mejores niveles

Además, se realizará un análisis de varianza con el paquete estadístico infoStat.

### **3.7. Manejo específico del experimento**

#### ***3.7.1. Sustrato y llenado de bandejas***

Para los sustratos se utilizará tierra negra, arena de río, cascarilla de arroz, estos tres ingredientes se mezclarán de manera homogénea de acuerdo con los factores establecidos, posterior a este proceso llenarán las bandejas para el ensayo de germinación de chuncho.

#### ***3.7.2. Selección de sitio de recolección de material***

Las semillas se recolectarán en una zona con similares condiciones edafoclimáticas que el sitio del ensayo, se seleccionará semillas sanas que estén libres de enfermedades, priorizando que las semillas sean viables y recolectarán directamente de los árboles semilleros de chuncho.

#### ***3.7.3. Preparación y aplicación de desinfectantes***

Se prepararán tres grupos de semillas (semillas con vaina, sin vaina y escarificadas). Así mismo, un grupo de semillas se desinfectará con un fungicida a base de carboxin + captan en dosis de 2 g/l, otro grupo de semillas será desinfectado con agua tibia a una temperatura de 50 °C y otro grupo no se aplicará ninguna desinfección.

#### ***3.7.4. Sombra***

En el vivero se implementó tres niveles de sombra, el primer nivel con una cobertura de sarán (30% de sombra), el segundo nivel con dos coberturas de sarán (50% de sombra) y el tercer nivel con tres coberturas de sarán (70 %).

### **3.8. Métodos de evaluación**

#### ***3.8.1. Porcentaje de germinación***

El porcentaje de germinación se determinará contabilizando el número de semillas germinadas a partir del quinto día de siembra de las semillas de *Cedrelinga cateniformis*, y después cada 2 días utilizando la siguiente fórmula (Moreno, 2013, p. 5).

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de Semillas Vivas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de Semillas totales}} \times 100$$

### ***3.8.2. Longitud, diámetro y número de hojas de plántulas de chuncho***

La evaluación de estas variables se iniciará a partir del día 13, posterior a esta se realizará evaluaciones cada 10 días hasta finalizar el ensayo.

- a) La longitud se medirá con una regla en cm desde la base hasta el ápice de la plántula,
- b) El diámetro se medirá con un calibrador o pie de rey a la altura del cuello de la planta (DAC)
- c) El número de hojas verdaderas de cada plántula se identificará para evaluar.

### ***3.8.3. Longitud de raíces***

Después de 80 días de iniciada la siembra se tomará 3 plantas seleccionadas al azar; seguidamente se medirá la longitud de las raíces con un pie de rey o cinta métrica y luego se promediarán para conocer la longitud de raíces que se expresará en cm.

### ***3.8.4. Biomasa fresca y seca de raíz***

A los 80 días después de la siembra del ensayo, se pesaron todas las raíces de la planta en una balanza digital para conocer el peso de biomasa fresca en gramos. Para obtener la biomasa seca se tomaron 3 plantas seleccionadas al azar; se colocaron todas las raíces (por cada individuo) en un sobre de papel debidamente identificado, luego se colocaron las muestras en una estufa a 70°C durante 48 horas y finalmente se pesarán en una balanza digital para obtener el peso en miligramos.

## CAPÍTULO IV

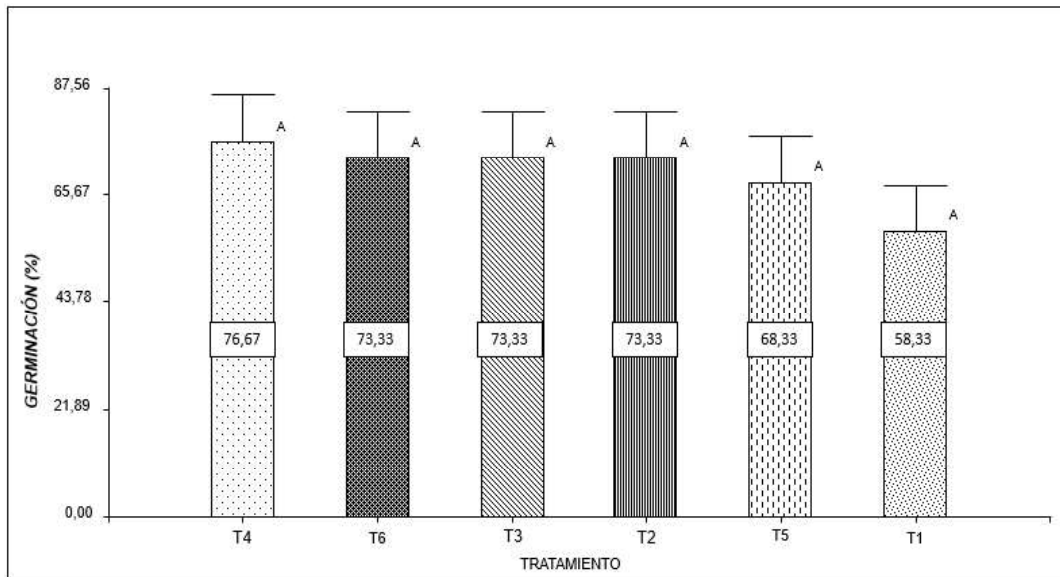
### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Evaluar el porcentaje de germinación de las semillas Chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) en los diferentes tratamientos aplicados en La Joya de los Sachas

##### 4.1.1. Porcentaje de germinación

##### 4.1.1.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación durante los dos meses no presentó diferencias significativas  $p$ -valor  $> 0,05$  sin embargo podemos discriminar la mejor media de acuerdo con el gráfico (Ilustración 1-4), el tratamiento 1 (A1B1C1D1) presentó el menor porcentaje de germinación con una media de 58,33% mientras el tratamiento 4 (A2B1C2D3) presentó el mayor porcentaje con una media de 76,67% de éxito en germinación.



**Ilustración 1-4:** Porcentaje de germinación, los tratamientos no presentan diferencia significativa ( $p$ -valor  $> 0,05$ ), las letras iguales no presentan diferencia significativa

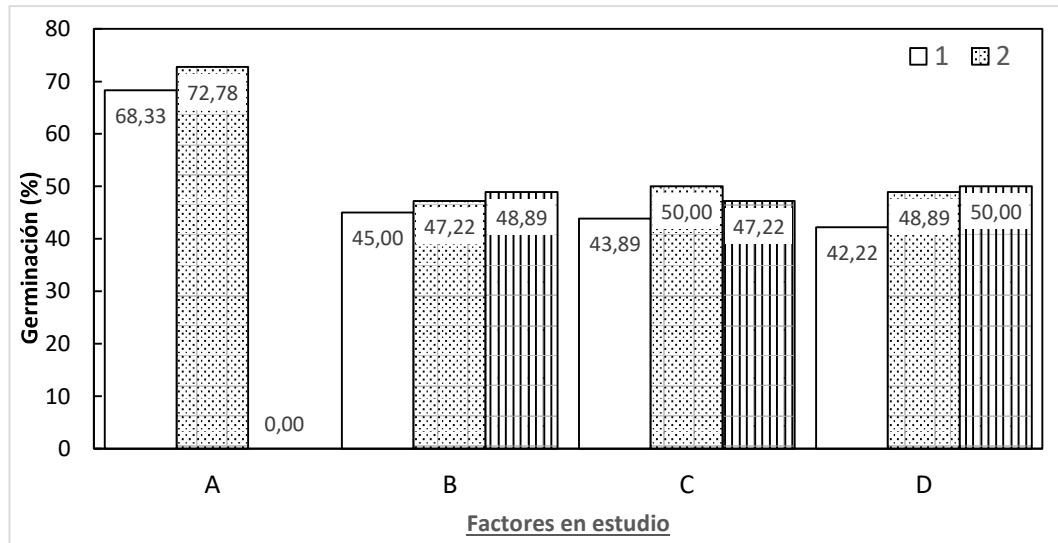
Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

El tratamiento 4 (semilla sin vaina (A2), sustrato de tierra (100%) (B1), con desinfección química (C2) y sombra al 70% (D3)) presenta el mayor porcentaje de éxito para la variable respuesta “porcentaje de germinación” con el 76,67% de efectividad. Este porcentaje superior a los

reportados por Herrera et al. (2010, p. 4) que obtiene en el mejor tratamiento un porcentaje de 65,0%.

#### 4.1.1.2. Análisis regular Taguchi

En el análisis del diseño Taguchi se obtuvo una nueva combinación (A2B3C2D3) que recomienda emplear semilla sin vaina (A2), sustrato de tierra (80%) + cascarilla de arroz (20%) (B3), con desinfección química (C2) y sombra al 70% (D3) (Ilustración 2-4), con este tratamiento se puede tener un rendimiento potencial de 80,56% de germinación de chuncho. Dicho rendimiento sería superior a la media (72,78%) y al mejor tratamiento aplicado T4 (A2B1C2D3) que tiene un porcentaje de germinación del 76,67%.



**Ilustración 2-4:** Representación gráfica de los efectos parciales de factores y niveles de porcentaje de germinación

Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

## 4.2. Estudiar el crecimiento vegetativo de *Cedrelinga cateniformis*, en los diferentes tratamientos aplicados en La Joya de los Sachas

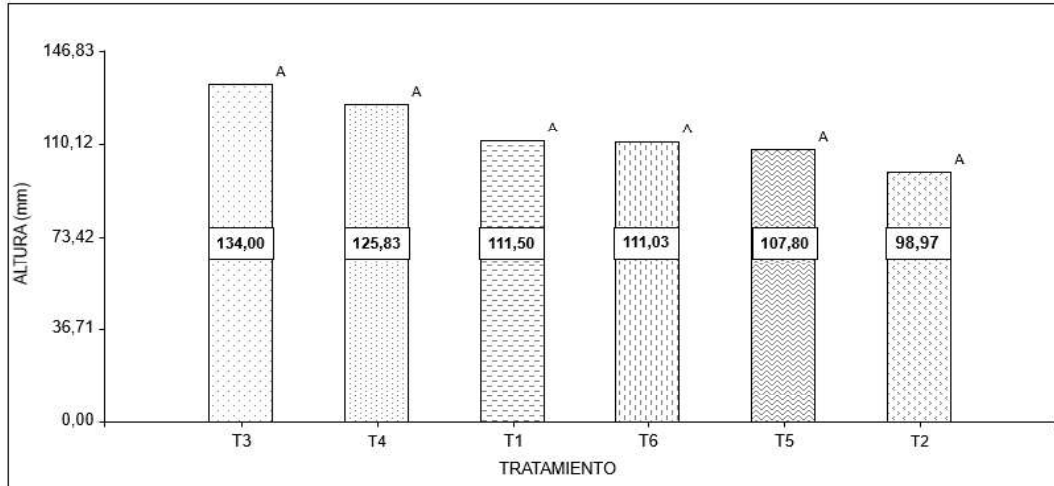
### 4.2.1. Altura de plántula

#### 4.2.1.1. Análisis de varianzas

El análisis de varianza (ANOVA) para la altura durante los dos meses no presentó diferencias significativas  $p\text{-valor} > 0,05$  sin embargo podemos discriminar la mejor media de acuerdo con el



grafico (Ilustración 3-4), el tratamiento 2 (A1B2C2D2) presento la menor altura con una media de 98,97 mm mientras el tratamiento 3 (A1B3C3D3) presento la mayor altura con una media de 134,00 mm de altura.



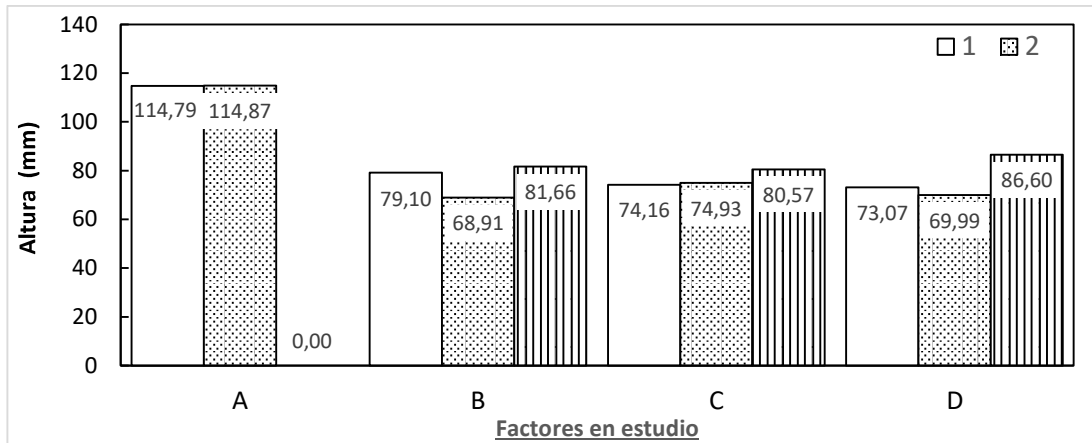
**Ilustración 3-4:** Altura de plántulas, los tratamientos no presentan diferencia significativa (p-valor > 0,05), las letras iguales no presentan diferencia significativa.

Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

El tratamiento 3 (semilla sin vaina (A2), sustrato Tierra (80%) + cascarilla de arroz (20%) (B3), desinfección orgánica (C3) y sombra al 70% (D3)) presenta una altura de éxito para la variable respuesta “Altura” con el 134,0 mm en 60 días. Esta altura es superior a los datos reportados por Nuñez (2018, p. 37) para *Cedrelinga cateniformis* con una altura máxima de 46 mm en 120 días.

#### 4.2.1.2. Análisis regular Taguchi

En el análisis del diseño Taguchi se obtuvo una nueva combinación (A2B3C3D3) que recomienda emplear semilla sin vaina (A2), sustrato Tierra (80%) + cascarilla de arroz (20%) (B3), desinfección orgánica (C3) y sombra al 70% (D3) (Ilustración 4-4), con este tratamiento se puede tener un rendimiento potencial de 134,00 mm de altura de chuncho. Dicho rendimiento sería superior a la media (114,87 mm) y al mejor tratamiento aplicado T3 (A1B3C3D3) que tiene una altura del 134,00 mm.



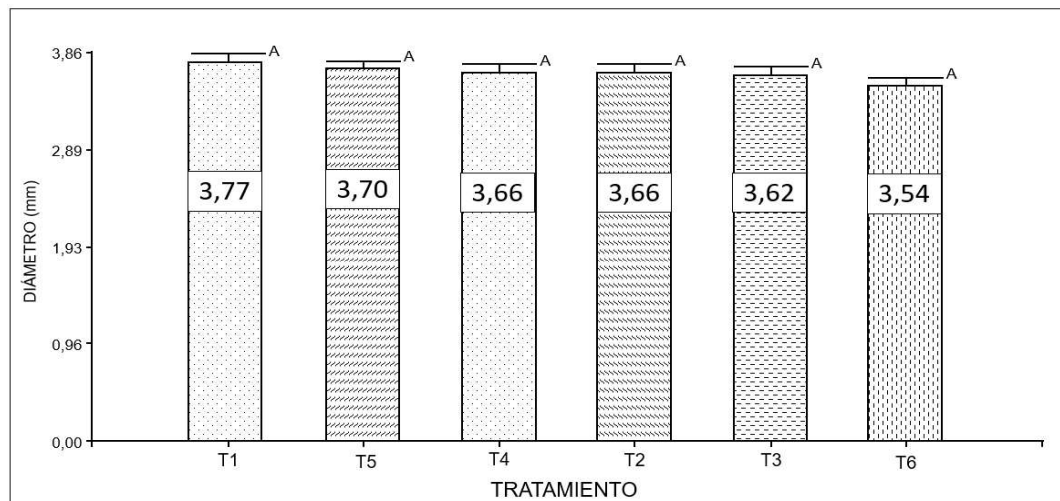
**Ilustración 4-4:** Altura durante la fase de vivero a los 60 días iniciada la siembra

Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

#### 4.2.2. Diámetro de plántula

##### 4.2.2.1. Análisis de varianza

El análisis varianza para el diámetro de tallo de la plántula no presenta diferencia significativa debido a que su  $p$ -valor  $> 0,05$  entre tratamientos. podemos discriminar la mejor media de acuerdo con el grafico (Ilustración 5-4), el tratamiento 6 (A2B3C1D2) presentó el menor diámetro con una media de 3,54 mm mientras el tratamiento 1 (A1B1C1D1) presentó el mayor diámetro con una media de 3,77 mm de éxito.



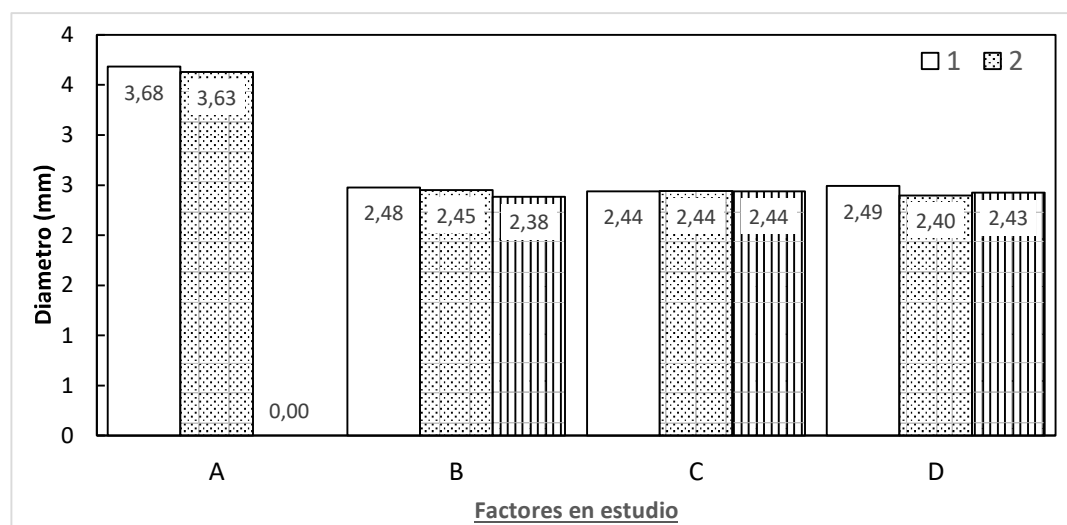
**Ilustración 5-4:** Diámetro de tallo en plántulas, los tratamientos no presentan diferencia significativa ( $p$ -valor  $> 0,05$ ), las letras iguales no presentan diferencia.

Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

El tratamiento 1 (semilla con vaina (A1), sustrato de tierra (100%) (B1), sin desinfección (C1) y sombra al 30% (D1)) presenta el mayor promedio en diámetro para la variable respuesta “Diámetro” con el 3,77 mm en 60 días. Este diámetro es mayor a los valores reportados por Nuñez (2018, p. 11) para *Cedrelinga cateniformis* con un diámetro máximo de 1,4 mm en 120 días.

#### 4.2.2.2. Análisis regular Taguchi

En el análisis del diseño Taguchi se obtuvo una combinación (A1B1C1D1) que coincide con el tratamiento 1 que recomienda emplear semilla con vaina (A1), sustrato de tierra (100%) (B1), sin desinfección (C1) y sombra al 30% (D1) (Ilustración 6-4.), con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 3,77mm de diámetros de tallo.



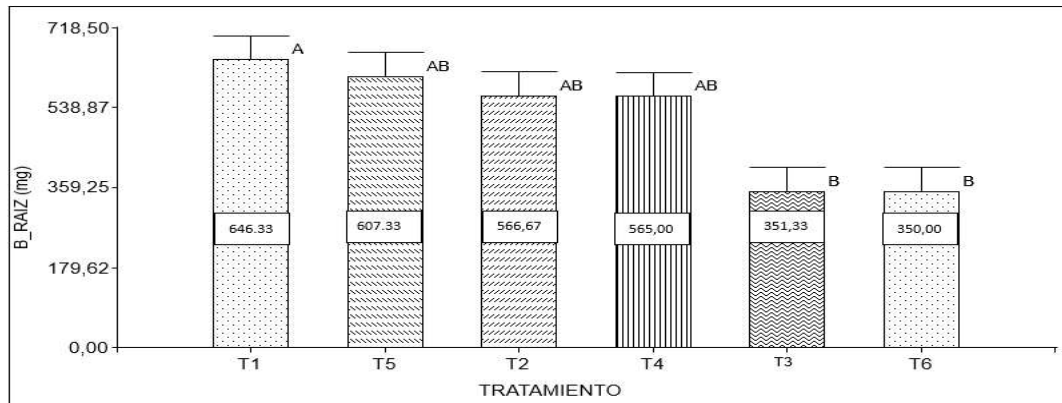
**Ilustración 6-4:** Representación gráfica de los efectos parciales de factores y niveles en diámetro de tallo

Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

#### 4.2.3. Biomasa de la raíz

##### 4.2.3.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza para la biomasa de raíz durante los dos meses si presentó diferencias significativas  $p$ -valor  $< 0,001$  entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 18,39. A través de la comparación de medias de Tukey al 5% para la biomasa de raíz (Ilustración 7-4), el tratamiento 6 (A2B3C1D2) presentó el menor peso de biomasa de raíz con una media de 350,00 mg mientras el tratamiento 1 (A1B1C1D1) presentó el mayor peso con una media de 646,33 mg de éxito.



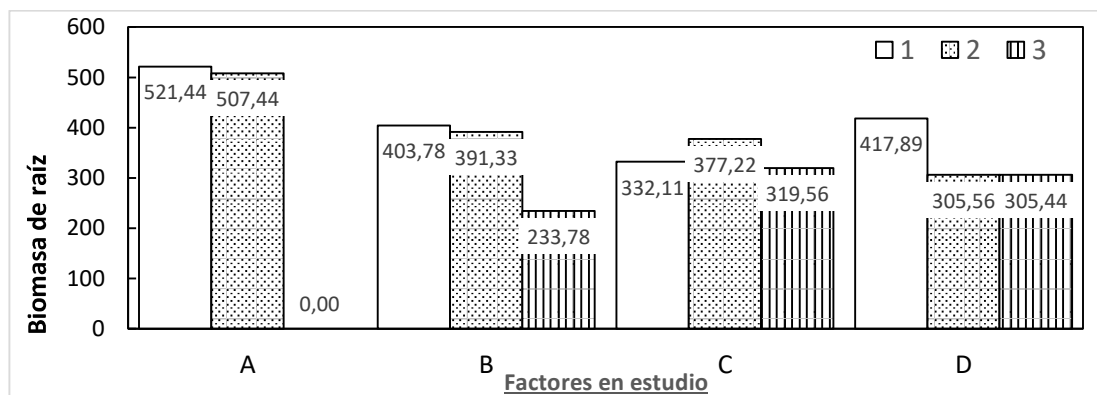
**Ilustración 7-4:** Biomasa de raíz de durante la fase de vivero a los 60 días iniciada la siembra.

Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

El tratamiento 1 (semilla con vaina (A1), sustrato de tierra (100%) (B1), sin desinfección (C1) y sombra al 30% (D1) es el mejor tratamiento para la variable respuesta “Biomasa de raíz” con el 646.33mg en 60 días. Este valor es superior a los reportados por Rojas (2015, p. 97) para *Cedrelinga cateniformis* con un peso máximo de 510 mg en 120 días.

#### 4.2.3.2. Análisis regular Taguchi

El análisis de taguchi se obtuvo una nueva combinación (A2B2C3D3) que recomienda emplear para la Biomasa de la raíz de chuncho usando la (semilla sin vaina (A2), sustrato de Tierra (80%) + Arena de rio (20%) (B2), con desinfección orgánica (C3) y sombra al 70% (D3)) se puede tener un rendimiento potencial de 804,00 mg de Biomasa de raíz de chuncho. de iniciada la siembra presenta diferencia significativa p-valor < 0,001 (tabla 14-4) entre la interacción de los tratamientos. Aunque no hubo efectos ni en la interacción ni en los factores se puede observar que la especie de chuncho presenta mayor en biomasa de raíz.



**Ilustración 8-4:** Biomasa de raíz de la planta durante la fase de vivero a los 60 días iniciada la siembra.

Elaborado por: Durán, Abel, 2022.

## CONCLUSIONES

Evaluar el porcentaje de germinación de las semillas de chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) en los diferentes tratamientos aplicado en La Joya de los Sachas

Se concluyó que para la variable respuesta “germinación” es necesario realizar estudios utilizando otros sustratos debido a que el único nivel que no coinciden entre el tratamiento con mayor éxito 76,67% (A2B1C2D3) y la predicción de taguchi 80,56% (A2B3C2D3). Es necesario para posteriores estudios con el método Taguchi tener en cuenta los tratamientos con mayor éxito para poder optimizar recursos y obtener mayores ganancias en germinación.

Estudiar el crecimiento vegetativo de *Cedrelinga cateniformis*, en los diferentes tratamientos aplicados en La Joya de los Sachas

Los resultados de análisis de varianza, discriminación de medias y el análisis taguchi coinciden en que el mejor tratamiento es el T3 (A2B3C3D3) (semilla sin vaina (A2), sustrato tierra (80%) + cascarilla de arroz (20%) (B3), desinfección orgánica (C3) y sombra 70% (D3)) para la variable respuesta “altura” que presenta un promedio de 134,00 mm, que es una altura superior a otros estudios.

De la misma manera para la variable respuesta “diámetro” coincide las respuestas del análisis de varianza y Taguchi para el mejor tratamiento. En este caso fue el tratamiento 1 (A1B1C1D1) (semilla con vaina (A1), sustrato de tierra (100%) (B1), sin desinfección (C1) y sombra al 30%(D1)) presenta diámetro promedio de 3,77 mm que dobla el diámetro reportados por Nuñez (2018, p. 11) a los 120 días.

El mejor tratamiento de acuerdo al análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% fue el tratamiento 1 (A1B1C1D1), (semilla con vaina (A1), sustrato de tierra (100%) (B1), sin desinfección (C1) y sombra al 30%(D1)) que presento el mayor peso con una media de 646.33 mg de biomasa, esto coincide con el tratamiento recomendado en diámetro, al ser dos variables que muestran el vigor del crecimiento se puede concluir que dicha combinación de niveles en los factores podría ayudar a un mejor desarrollo radicular y del tallo.

## **RECOMENDACIONES**

En posteriores ensayos utilizar los tratamientos recomendados por el método taguchi para obtener mejores rendimientos utilizando los niveles con mejores resultados en este ensayo e incorporando nuevos niveles para optimizar el proceso y obtener mayores ganancias en las variables de respuesta.

Realizar investigaciones que experimenten con los efectos de otros sustratos menos utilizados y de bajo costo, con el objetivo de dinamizar la economía de los viveros.

Se recomienda no realizar pruebas con semillas escarificadas porque son delicadas a la hora de tratarlas y tienden a ser susceptibles.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACEVEDO, P.; et al.** “Caracterización de fertilizantes orgánicos y estiércoles para uso como componentes de sustrato”. *Acta Agronómica* [en línea], 2020, (México) 69(3), pp. 234-240. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 0120-2812. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-28122020000300234](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122020000300234).

**AGUDELO, G.; et al.** “Desempeño fisiológico de nueve genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo la sombra de tres especies forestales en Santander, Colombia”. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* [en línea], 2018, (Colombia) 12(1), pp. 223-232. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 2011-2173. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-21732018000100223](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732018000100223).

**ARAMBARRI, A.** *Diásporas y semillas* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2018, pp. 5-7. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68659/Di%C3%A1sporas\\_y\\_semillas\\_-\\_Reporte\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68659/Di%C3%A1sporas_y_semillas_-_Reporte_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**BISWAS, P.; et al.** *Scope and Progress of Rice Research Harnessing Cold Tolerance* [en línea] Gazipur-Bangladesh: Elsevier Inc., 2019, pp. 226-227. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128143322000113>.

**CHAMBA, E.** Efecto de cuatro niveles de sombra en el desarrollo vegetativo del cafeto (*Coffea arabica* L.) en sistemas agroforestales de la Hacienda Cristal del cantón Loja (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Escuela de Ingeniería Ambiental. Loja-Ecuador. 2018, p. 18. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21121/1/Estefania%20Gabriela%20Chamba%20Qui%C3%B1onez.pdf>.

**CHÁVEZ, K.; et al.** Producción y Comercialización de Plantas con Macetas Autorregantes en Lima metropolitana (Trabajo de suficiencia profesional) (Administración) [en línea]. Universidad Marcelino Champagnat, Facultad de Administración y Contabilidad. Lima-Perú. 2018, p. 12 [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://190.8.140.59/bitstream/handle/UMCH/497/120.%20Trabajo%20de%20suficiencia%20%28Ch%C3%A1vez%20Mor%C3%A1n%2c%20Espinoza%20Pinto%20y%20Ruis%20Huidobro%20Sarmiento%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

**CLEMENTE, K.** Uso de sustratos a base de fibra de coco y estiércol Caprino para la germinación de semillas en la comuna Prosperidad provincia de Santa Elena (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agropecuaria. La libertad -Ecuador. 2021, p. 8. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6314/1/UPSE-TIA-2021-0050.pdf>.

**CRESPO, E.; et al.** “Hongos entomopatógenos: de la agricultura a la conservación del patrimonio histórico”. Revista PH 94 [en línea], 2018, (España) 26(94). pp. 352-367. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 1136-1867. Disponible en: [https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/40891/ARTREV%206508265\\_Crespo\\_HongosEntomopatogenos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/40891/ARTREV%206508265_Crespo_HongosEntomopatogenos.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**CRUZ, W.; et al.** “Estructura y diversidad genética de poblaciones naturales de *Cedrelinga Cateniformis* “tornillo” en la región oriental del Perú”. Scientia Agropecuaria [en línea], 2020, (Perú) 11(4), pp. 521-528. [Consulta: 24 abril 2022]. ISSN: 2077-9917. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n4/2077-9917-agro-11-04-521.pdf>.

**CUBAS, M.** Influencia del tamaño y contenido de humedad de los residuos de la madera *Cedrelinga Catenaeformis* (Ducke) Ducke (tornillo); en el rendimiento del proceso gasogénico y poder calorífico del gasógeno-Ucayali 2015 (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional de Urucayí, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Pucallpa-Perú. 2018, p. 72. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4106/000003742T\\_AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4106/000003742T_AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**DE LA CRUZ, Á.; et al.** “Sistema de monitoreo de variables ambientales para el correcto crecimiento de plantas en maceta usando principios del Internet de las Cosas”. Revista Europea de Investigación en Arquitectura [en línea], 2018, (México) 4(1), pp. 25-30. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 2448-6817. Disponible en: <http://200.79.179.163/reia/descargables/ediciones/2018/25-30.pdf>.

**DE LA CRUZ, J.** Propuesta de establecimiento de viveros forestales, para mitigar el cambio climático en el municipio de Caquiaviri (Trabajo dirigido) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica. La Paz-Bolivia. 2019, pp. 20-34. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en:



<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23804/TD-2747.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**DIONICIO, R.** Caracterización de variables dasométricas y estimación de biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis* (ducke) dücke, en el bosque reservado UNAS–Tingo María, Huánuco (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal. Tingo María-Perú. 2019, p. 12. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1612/RHDM\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1612/RHDM_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**EL UNIVERSO.** *Ecuador registra una de las tasas de deforestación más altas de Latinoamérica* [en línea]. Quito-Ecuador: El Universo, 2011. [Consulta: 13 julio 2022]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/2011/10/01/1/1430/ecuador-registra-tasas-deforestacion-mas-altas-latinoamerica.html>.

**ESPINOSA, R.; & LÓPEZ, A.** *Arboles nativos importantes para la conservación de la biodiversidad: Propagación y uso en paisajes cafeteros*. Bogotá-Colombia: FNC-Cenicafé, 2019. ISBN 9588490375, pp. 1-42.

**FAJINMI, O.; et al.** *Role of fire and fire cues in seed germination, seedling vigor, and establishment of species from fire-prone vegetation and its potential in African underutilized leafy vegetables and edible weeds: a review* [en línea]. KwaZulu-Natal-South Africa: Academic Press, 2021, p. 1. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012823048000022>.

**FAO.** *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020, p. 4. [Consulta: 13 julio 2022]. ISBN: 978-92-5-132580-3. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca8753es/ca8753es.pdf>.

**FLORES, J.** Determinación de los rangos de conductividad eléctrica, para el diagnóstico del porcentaje de germinación en maíz y fréjol (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]0 Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencia Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica. Quito-Ecuador. 2018, p. 7. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15119/1/T-UCE-0004-A76-2018.pdf>.

**GRATZFELD, J.** *De la idea a la realización. Manual de la BGCI en planificación, desarrollo y manejo de jardines botánicos* [en línea]. Richmond-Reino Unido: Botanic Gardens Conservation International, 2019, pp. 91-93. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISBN: 978-1-905164-71-4. Disponible en: [https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2019/05/BGCI-Botanic-Garden-Manual\\_ES.pdf](https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2019/05/BGCI-Botanic-Garden-Manual_ES.pdf).

**GUTIÉRREZ, E.** *Caracterización de germoplasma de *Hedeoma multiflora* Bent. de la zona serrana de Córdoba y San Luis. Estudios preliminares* [en línea]. Mendoza-Argentina: Universidad Nacional de Cuyo, 2018, p. 2. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: [http://tesisfcp.bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/12985/emiliano-gutierrez-unsl.pdf](http://tesisfcp.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/12985/emiliano-gutierrez-unsl.pdf).

**HERNÁNDEZ, J.** *Conceptos para el establecimiento, operación de viveros y propagación de material vegetal* [en línea]. Palmira-Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje, 2019, pp. 19-20. [Consulta: 16 junio 2022]. ISBN: 9789581504831. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5556/concepto\\_establecimientos\\_operacion\\_viveros\\_final.pdf;jsessionid=5BEF1A6EBED525A029B235E4DC0EE471?sequence=6](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5556/concepto_establecimientos_operacion_viveros_final.pdf;jsessionid=5BEF1A6EBED525A029B235E4DC0EE471?sequence=6).

**HERRERA, W.; et al.** “Germinación del achapo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke-Leguminosaceae) sometida a diferentes tratamientos en la amazonia colombiana”. *Ingenierías & Amazonía* [en línea], 2010, (Colombia) 3(2), pp. 113-118. [Consulta: 10 agosto 2022]. ISSN: 1692-7389. Disponible en: <https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Facultades/Facultad%20de%20Ingenieria/Publicaciones/Revista%20ingenieria%20y%20amazonia/2010/Volumen%203%20No.%202/113-118.pdf>.

**HUARANGA, M.** *Activación de los procesos de edafización a través de la implantación de especies pioneras en los depósitos diluviofluviales de la quebrada de Santa Cruz-parque nacional Huascarán (Tesis) (Ingeniería)* [en línea]. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, Facultad de Ciencias del Ambiente, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Huaraz-Perú. 2019, p. 19. [Consulta: 13 julio 2022]. Disponible en: [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3625/T033\\_45671082\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3625/T033_45671082_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**HUENTU, M.; et al.** *El vivero forestal de la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche* [en línea]. San Carlos de Bariloche-Argentina: Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche, 2021, pp. 15-16. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11047/INTA\\_CRPatagoniaNorte\\_](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11047/INTA_CRPatagoniaNorte_)

EEABariloche\_Huentu\_MR\_El\_Vivero\_Forestal\_De\_La\_Estacion\_Experimental\_Agropecuari  
a\_Bariloche.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

**JARAMILLO, J.** Determinación del factor de forma en *Cedrelinga cateniformis* D. Duke (Chuncho), y *Ceiba Pentandra* (L.) Gaerth (Ceibo), para el aprovechamiento forestal sustentable en la provincia de Sucumbíos (Trabajo de investigación) (Maestría) [en línea]. Universidad Técnica del Norte, Instituto de Postgrado. Ibarra-Ecuador. 2021. p. 16. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11490/2/PG%20872%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.

**JUMBO, K.; et al.** Propuesta de implementación de sistemas silvopastoril con (chuncho) en la hacienda Peña en el cantón Pastaza provincia de Pastaza (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Estatal Amazónica, Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (SNNA). Pastaza-Ecuador. 2018, pp. 10-13. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en:  
<https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2019/03/p1.pdf>.

**KILLMANN, W.** *Desafíos del desarrollo del sector Forestal en América Latina y el Caribe* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2006, p. 6. [Consulta: 13 julio 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a0470s/a0470s00.pdf>.

**LAMICHHANE, J.; et al.** *Research and innovation priorities as defined by the Ecophyto plan to address current crop protection transformation challenges in France* [en línea] Castanet-Tolosan-Francia: Elsevier Inc., 2019, p. 108. [Consulta: 30 mayo 2022] Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211318300956>.

**LÓPEZ, B.; et al.** “Sustratos orgánicos en la germinación y crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw en vivero”. Revista mexicana de ciencias forestales [en línea], 2018, (México) 9(49), pp. 110-124. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 2007-1132. Disponible en:  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v9n49/2007-1132-remcf-9-49-110.pdf>.

**MAKHAYE, G.; et al.** *Influence of plant biostimulant application on seed germination* [En línea]. KwaZulu-Natal-South Africa: Elsevier Inc, 2021, p. 111. [Consulta: 30 mayo 2022]. 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128230480000149>.

**MANGADZE, T.; et al.** “Biological monitoring in southern Africa: A review of the current status, challenges and future prospects”. Science of the Total Environment [en línea], 2019,

(South Africa) 648(1), pp. 1492-1499. [Consulta: 08 abril 2022]. ISSN: 0048-9697. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718332169>.

**MASCOT, E.** Semillas de cactáceas: factores internos y externos que influyen en su germinación (Tesis) (Doctorado) [en línea]. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Postgrado en Ciencias Ambientales. San Luis Potosí-México. 2020, p. 32. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/bitstream/handle/11627/5431/TES-DCAMascotGomezSemillasCactaceas.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.

**MEENA, A.; et al.** *Investigation of wear characteristics of dental composites filled with nanohydroxyapatite and mineral trioxide aggregate* [en línea]. Jaipur-India: Elsevier Ltd., 2018, p. 288. [Consulta: 07 julio 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008102194100013X>.

**MONTEVERDE, E.** “Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú”. *Revista Xilema* [en línea], 2021, (Perú) 31(1), pp. 75-83. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 1997-6496. Disponible en: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/1777/2287>.

**MORALES, J.** Germinación y sobrevivencia de las especies forestales *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (caoba de montaña) y *Triplaris cumingiana* Fisch. & CA Mey (Fernan Sánchez) con tres sustratos, a nivel de vivero en el cantón Buena Fe, provincia de los Ríos (Proyecto de investigación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Forestal. Quevedo-Ecuador. 2021, p. 14. [Consulta: 23 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6318/1/T-UTEQ-164.pdf>.

**MORALES, W.** Caracterización de variables dasométricas, fenotípicas foliares de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho), en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2018, pp. 1-17. [Consulta: 24 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10359/1/33T0194.pdf>.

**MORENO, N.; et al.** “Germinación de semillas de anón (*Annona squamosa* L.) sometidas a estratificación”. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* [en línea], 2013, (Colombia) 7(1),

pp. 20-30. [Consulta: 23 mayo 2022]. ISSN: 2422-3719. Disponible en: [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias\\_horticolas/article/view/2032/2027](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_horticolas/article/view/2032/2027).

**MUNICIPALIDAD DE FRANCISCO DE ORELLANA.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GADMFO 2014-2019* [en línea]. Francisco de Orellana-Ecuador: Municipalidad de Francisco de Orellana, 2018, pp. 14-28. [Consulta: 15 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.orellana.gob.ec/docs/PDyOT%20GADMFO%202014-2019.pdf>.

**NACIONES UNIDAS.** Bosques, desertificación y diversidad biológica. Desarrollo Sostenible [en línea]. Nueva York-Estados Unidos: Naciones Unidas, 2020. [Consulta: 13 julio 2022]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>.

**NÚÑEZ, A.** Estimación de biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis* Ducke en el Alto Mayo, San Martín (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencias Forestales. Lima-Perú. 2018, p. 3. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3753/nu%c3%bl ez-silvestre-angel-daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**NUÑEZ, H.** Crecimiento de plántulas de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo”, en vivero Puerto Almendras - Loreto, Perú (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales. Iquitos-Perú. 2018, pp. 2-37. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6924/Hyrum\\_Tesis\\_Titulo\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6924/Hyrum_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**OCAÑA, K.** Determinación de propiedades físicas, químicas y mecánicas de las especies *Cedrelinga cateniformis* (Chuncho), *Minquartia guianensis* (Guayacán pechiche), en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2018, pp. 6-7. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10364/1/33T0199.pdf>.

**OLGUÍN, F.; et al.** *Evaluación de la competencia en rodales mixtos de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze y especies forestales nativas del Bosque Atlántico con diferentes requerimientos lumínicos.* La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, ISBN: 2683-7110, p. 172.

**ORDÓÑEZ, G.; et al.** “Distribución potencial de especies forestales nativas en el cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador”. *Bosques Latitud Cero* [en línea], 2020, (Ecuador) 10(2), pp. 1-12. [Consulta: 24 abril 2022]. ISSN: 2528-7818. Disponible en: [https://drive.google.com/file/d/182ag-0mY4uiFfOhMEqiCHivBtaDQKV22/view?usp=sharing&usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/182ag-0mY4uiFfOhMEqiCHivBtaDQKV22/view?usp=sharing&usp=embed_facebook).

**PICO, J.; et al.** *Manejo integrado de los principales problemas fitosanitarios en el cultivo de café (Coffea canephora Pierre ex A. Froehner) bajo diferentes niveles de sombra* [en línea]. Orellana-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2018, p. 5. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISBN: 987-9942-35-604-8. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5402/1/manejo%20integrado%20fitosanitario%20cafe.pdf>.

**QUIROGA, R.** *Contexto regional: situación y medición de los bosques en ALC* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017, p. 10. [Consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: [https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/2017-12-1.1\\_contexto-regiona-situacion-bosques.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/2017-12-1.1_contexto-regiona-situacion-bosques.pdf).

**RIAZ, M.; et al.** *A Comprehensive Review on Rice Responses and Tolerance to Salt Stress* [en línea]. Faisalabad-Pakistán: Elsevier Inc., 2019, p. 139. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128143322000071>.

**RODRÍGUEZ, E.** Factores que influyen en la viabilidad, germinación y establecimiento de *Carpinus caroliniana* Walt. (Tesis) (Maestría) [en línea]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Michoacán-México. 2019, p. 10. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/1805/FB-M-2019-0416.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1805/FB-M-2019-0416.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**ROJAS, N.** Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), en Tingo María (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional Agraria de La Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables. Tingo María-Perú. 2015, pp. 16-105. [Consulta: 15 junio 2022]. Disponible en: [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1050/TS\\_PRN\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1050/TS_PRN_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**RUEDA, A.; et al.** “Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco”. Revista Mexicana de Ciencias Forestales [en línea], 2012, (México) 3(14), pp. 69-82. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 2007-1132. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&as\\_ylo=2018&q=CALIDAD+DE+PLANTA+PRODUCIDA+EN+LOS+VIVEROS+FORESTALES+DE+JALISCO+QUALITY+OF+PLANTS+PRODUCED+IN+FOREST+NURSERIES+IN+JALISCO&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2018&q=CALIDAD+DE+PLANTA+PRODUCIDA+EN+LOS+VIVEROS+FORESTALES+DE+JALISCO+QUALITY+OF+PLANTS+PRODUCED+IN+FOREST+NURSERIES+IN+JALISCO&btnG=).

**SÁNCHEZ, S.** Sustratos, tamaño de recipiente y ambiente de cultivo en el crecimiento inicial de *Cariniana pyriformis* Miers (Trabajo de grado) (Ingeniería) [en línea]. Universidad distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa de Ingeniería Forestal. Bogotá-Colombia. 2019, p. 1. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13082/S%c3%a1nchezQuinteroShallonNatalia2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**SANDOVAL, L.** Efectos del régimen luz y la vegetación competitiva en el establecimiento y crecimiento de seis especies con diferentes rangos de tolerancia a la sombra y diseños de plantación pura y en mezcla, en el secado costero de la Región del Biobío, Chile (Tesis) (Maestría) [en línea]. Universidad de Concepción, Dirección de Postgrado, Facultad de Ciencias Forestales- Programa de Magister en Ciencias Forestales. Concepción-Chile. 2018, p. 2. [Consulta: 15 junio 2022]. Disponible en: [http://repositorio.udec.cl/xmlui/bitstream/handle/11594/2875/Tesis\\_Efectos\\_del\\_regimen\\_luz\\_y\\_la\\_vegetacion\\_competitiva.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.udec.cl/xmlui/bitstream/handle/11594/2875/Tesis_Efectos_del_regimen_luz_y_la_vegetacion_competitiva.pdf?sequence=4&isAllowed=y).

**SEJZER, R.** *El Método Taguchi, la Ingeniería Robusta y el Diseño de Experimentos* [en línea]. Calidad Total, 2016. [Consulta: 04 julio 2022]. Disponible en: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/08/el-metodo-taguchi-la-ingenieria-robusta.html>.

**SIERRA, J.; et al.** “Especies pioneras, persistentes y ensayos de germinación en bosques montanos de la cordillera central, Colombia”. Ciencia en Desarrollo [en línea], 2020, (Colombia) 11(2), pp. 7-24. [Consulta: 23 julio 2022]. ISSN: 0121-7488. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v11n2/0121-7488-cide-11-02-7.pdf>.

**TÉLLEZ, V.; et al.** “Lodos residuales de nejayote como sustratos para la germinación de semillas de maíz azul criollo”. Revista internacional de contaminación ambiental [en línea], 2018, (México) 34 (3), pp. 395-404. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN: 0188-4999. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v34n3/0188-4999-rica-34-03-395.pdf>.

**TUAN, P.; et al.** *Molecular mechanisms of seed germination* [en línea]. Manitoba-Canadá: AACC International Press, 2019, p. 16. [Consulta: 30 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128115251000014>.

**VEGA, C.** Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación en plantas de *Cedrelinga cateniformis* Duke (chuncho), en condiciones de vivero en Santa Cecilia, Lago Agrio, provincia de Sucumbíos (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2017, pp. 1-2. [Consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/8180/1/33T0175.pdf>.



## ANEXOS

### ANEXO A: RECOLECCIÓN DE SEMILLAS



### ANEXO B: RECOLECCIÓN DE SUSTRATO



**ANEXO C: LLENADO DE SUSTRATO Y UBICACIÓN DE GAVETAS**



**ANEXO D: ACONDICIONAMIENTO DE SOMBRA CON MALLA SARÁN**



**ANEXO E: PREPARACIÓN DE SEMILLAS**



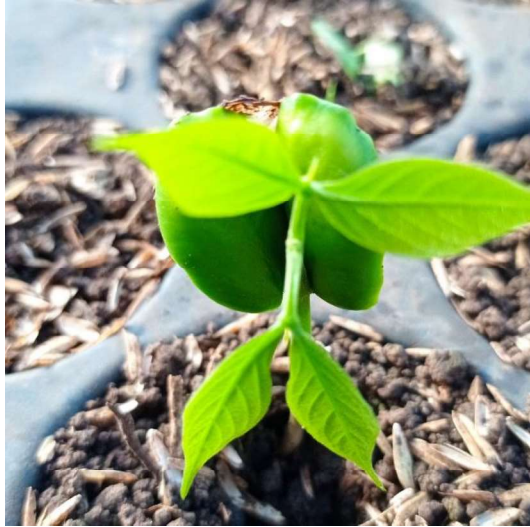
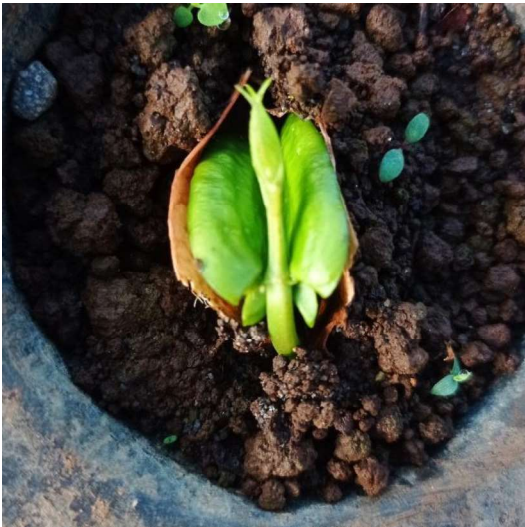
**ANEXO F: TRATAMIENTOS DE SEMILLAS**



**ANEXO G: UBICACIÓN DE SEMILLAS A LAS GAVETAS**



**ANEXO H: GERMINACIÓN DE CHUNCHO**



**ANEXO I: RECOLECCIÓN DE DATOS**



## ANEXO J: MUESTRA DE BIOMASA DE RAÍZ DE CHUNCHO



## ANEXO K: PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

### B\_ GERMINACIÓN

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	254859,78	5	50971,96	5,7	0,0064
<b>CODIGO</b>	254859,78	5	50971,96	5,7	0,0064
<b>Error</b>	107390,67	12	8949,22		
<b>Total</b>	362250,44	17			

### RABS GERMINACIÓN

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	316,05	5	63,21	1,87	0,1735
<b>CODIGO</b>	316,05	5	63,21	1,87	0,1735
<b>Error</b>	405,56	12	33,8		
<b>Total</b>	721,6	17			

**ANEXO L: ALTURA DE PLÁNTULA****B\_ALTURA**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	2445,38	5	489,08	1,46	0,272
<b>CODIGO</b>	2445,38	5	489,08	1,46	0,272
<b>Error</b>	4009,7	12	334,14		
<b>Total</b>	6455,08	17			

**RABS ALTURA**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	211,97	5	42,39	0,68	0,6444
<b>CODIGO</b>	211,97	5	42,39	0,68	0,6444
<b>Error</b>	743,58	12	61,97		
<b>Total</b>	955,55	17			

**ANEXO M: DIÁMETRO DE LA PLÁNTULA****B\_DIAM****Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	0,09	5	0,02	1,01	0,455
<b>CODIGO</b>	0,09	5	0,02	1,01	0,455
<b>Error</b>	0,21	12	0,02		
<b>Total</b>	0,3	17			

**RABS\_DIAM**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	0,02	5	4,10E-03	0,99	0,4642
<b>CODIGO</b>	0,02	5	4,10E-03	0,99	0,4642
<b>Error</b>	0,05	12	4,20E-03		
<b>Total</b>	0,07	17			

## ANEXO N: BIOMASA DE LA RAÍZ

<b>CODIGO</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
<b>A1B1C1D1</b>	646,33	3	54,62	A	
<b>A2B2C3D1</b>	607,33	3	54,62	A	B
<b>A1B2C2D2</b>	566,67	3	54,62	A	B
<b>A2B1C2D3</b>	565	3	54,62	A	B
<b>A1B3C3D3</b>	351,33	3	54,62		B
<b>A2B3C1D2</b>	350	3	54,62		B

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 07 / 02 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Jonathan Abel Durán Pino
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Leonardo Medina Nuste MSc.

Leonardo Medina

07-02-2023.



2363-DBRA-UTP-2022