



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROPAGACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (Molina) kuntze MEDIANTE CUATRO TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: DENISSE KARINA GONZÁLEZ LASCANO

DIRECTOR: Ing. MIGUEL ÁNGEL GUALLPA CALVA M.Sc.

Riobamba - Ecuador
2020-2021

©2021, Denisse Karina González Lascano

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

Yo, DENISSE KARINA GONZÁLEZ LASCANO 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 2 de septiembre de 2021



Denisse Karina González Lascano

C.I. 220025755-4

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

El Tribunal del trabajo de integración curricular certifica que: El trabajo de integración curricular:
Tipo: Proyecto de Investigación, **PROPAGACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (Molina) kuntze**
MEDIANTE CUATRO TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS EN TRES TIPOS DE
SUSTRATOS, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, realizado por la señorita:
DENISSE KARINA GONZÁLEZ LASCANO, ha sido minuciosamente revisado por los
Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, El mismo que cumple con los requisitos
científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		02-09-2021 _____
Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		02-09-2021 _____
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MIEMBRO DE TRIBUNAL		02-09-2021 _____

DEDICATORIA

A Dios por haberme regalado la vida, por cuidar de mí en cada momento y ser mi guía en el camino del bien. A mis queridos padres Neicer González y Narcisa Lascano, por todo su amor, paciencia, sacrificio, comprensión, por enseñarme principios y valores para formarme como una persona de bien y sobre todo por caminar junto a mí durante toda mi vida universitaria. Todo esto se los debo a ustedes, gracias por ser un ejemplo. A mi hermano Alexander que siempre ha sido en mi vida como un faro de luz, un ejemplo a seguir. A mi compañero de vida Eduardo, quien ha sido mi apoyo incondicional y mi motor para alcanzar esta meta.

Denisse

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mis padres por hacer por estar en mis alegrías y tristezas, por haberme dado la mejor herencia: El estudio

A mis amigos y familiares: Karla, Mireya, Franklin, Michael, Renato, Javier, Matilde, Mariana, Bethzabe, Edith por brindarme su apoyo incondicional, por todos los maravillosos momentos compartidos llenos de locuras, alegrías y tristezas.

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, a la Escuela de Ingeniería Forestal por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil para la sociedad.

A todos los ingenieros quienes me transmitieron sus conocimientos y contribuyeron con mi formación académica. Especialmente al Ing. Miguel Guallpa e Ing. Vilma Noboa por su apoyo, tiempo brindado y sobre todo paciencia en el desarrollo y culminación del presente trabajo de titulación.

A todos quienes a lo largo de estos años colaboraron con su granito de arena para cumplir este sueño tan anhelado.

Dénisse

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Generalidades.....	5
1.1.1. <i>Origen</i>	5
1.1.2. <i>Caesalpinia spinosa Kuntze</i>	5
1.1.3. <i>Descripción botánica</i>	6
1.1.4. <i>Distribución geográfica</i>	6
1.1.5. <i>Silvicultura</i>	7
1.2. Tratamientos pregerminativos.....	8
1.2.1. <i>Tratamientos físicos</i>	8
1.2.2. <i>Remojo en agua</i>	8
1.2.3. <i>Tratamientos químicos</i>	9
1.3. Sustratos.....	9
1.3.1. <i>Propiedades Físicas</i>	9
1.3.1.1. <i>Porosidad</i>	9
1.3.2. <i>Propiedades Químicas</i>	10
1.3.3. <i>Tipos de sustrato</i>	11
1.5. Latencia.....	12

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. Caracterización del lugar.....	14
2.1.1. <i>Localización</i>	14
2.1.2. <i>Ubicación geográfica</i>	14

2.1.3.	<i>Límites</i>	14
2.1.4.	<i>Características climáticas</i>	14
2.2.	Materiales y equipos	15
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	15
2.2.2.	<i>Materiales de laboratorio</i>	15
2.2.3.	<i>Materiales y equipos de oficina e informáticos</i>	15
2.1.3.	<i>Material experimental</i>	15
2.3.	Metodología	15
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	15
2.3.2.	<i>Diseño experimental bifactorial</i>	16
2.3.3.	<i>Factores en estudio</i>	16
2.3.4.	<i>Distribución de tratamientos por bloque en fase de vivero</i>	18
2.3.5.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	18
2.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	18
2.3.7.	<i>Variables a evaluar</i>	18
2.3.8.	<i>Manejo de las unidades experimentales</i>	18
2.3.8.1.	<i>Adquisición de semillas</i>	18
2.3.8.2.	<i>Extracción y lavado de semillas</i>	18
2.3.8.3.	<i>Aplicación de los tratamientos pregerminativos</i>	19
2.3.8.4.	<i>Preparación de sustratos y llenado de envases</i>	19
2.3.8.4.	<i>Sirmbra</i>	19
2.3.8.6.	<i>Riego</i>	20
2.3.8.7.	<i>Control de malezas</i>	20
2.3.8.8.	<i>Control fitosanitario</i>	20
2.3.9.	Variables evaluadas	20
2.3.9.1.	<i>Porcentaje de emergencia</i>	20
2.3.9.2.	<i>Diámetro basal</i>	20
2.3.9.3.	<i>Altura de la planta</i>	20
2.3.9.4.	<i>Numero de hojas</i>	20
2.3.9.5.	<i>Longitud de raíz</i>	20
2.3.10.	<i>Análisis económico</i>	21

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	22
3.1.	Tratamiento pregerminativo y sustrato óptimo	22
3.1.1.	<i>Porcentaje de emergencia a los 30 días</i>	22

3.1.2.	<i>Porcentaje de emergencia a los 60 días</i>	22
3.1.3.	<i>Porcentaje de emergencia a los 90 días</i>	24
3.1.4.	<i>Porcentaje de emergencia a los 120 días</i>	26
3.1.5.	<i>Supervivencia</i>	29
3.1.6.	<i>Diámetro basal en cm a los 30 días</i>	30
3.1.7.	<i>Diámetro basal en cm a los 60 días</i>	30
3.1.8.	<i>Diámetro basal en cm a los 90 días</i>	31
3.1.9.	<i>Diámetro basal en cm a los 120 días</i>	32
3.1.10.	<i>Altura en centímetros a los 30 días</i>	33
3.1.11.	<i>Altura en centímetros a los 60 días</i>	33
3.1.12.	<i>Altura en centímetros a los 90 días</i>	34
3.1.13.	<i>Altura en centímetros a los 120 días</i>	35
3.1.14.	<i>Números de hojas a los 60 días</i>	35
3.1.15.	<i>Números de hojas a los 90 días</i>	37
3.1.16.	<i>Números de hojas a los 120 días</i>	38
3.1.17.	<i>Número de raíces a los 120 días</i>	40
3.2.	Presupuesto parcial	40
3.2.1.	<i>Costos variables del ensayo por Tratamiento</i>	41
3.2.2.	<i>Beneficio neto del ensayo por tratamiento</i>	41
3.2.3.	<i>Análisis de dominancia</i>	42
3.2.4.	<i>Análisis marginal de tratamientos no dominados</i>	43
3.3.	Discusión	43
	CONCLUSIONES	46
	RECOMENDACIONES	47
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Taxonomía de Guarango	5
Tabla 1-2:	Características climáticas	14
Tabla 2-2:	Diseño básico.....	16
Tabla 3-2:	Esquema de Análisis de Varianza	17
Tabla 4-2:	Esquema de tratamientos por bloque.....	17
Tabla 5-2:	VARIABLES A EVALUAR	18
Tabla 1-3:	Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 30 días. ..	22
Tabla 2-3:	Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 60 días. ..	23
Tabla 3-3:	Prueba de Tukey al 5% tratamientos pregerminativos a los 60 días	23
Tabla 4-3:	Prueba de Tukey al 5% en sustratos a los 60 días	23
Tabla 5-3:	Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 60 días.....	24
Tabla 6-3:	Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 90 días. ..	25
Tabla 7-3:	Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos a los 90 días.....	25
Tabla 8-3:	Prueba de Tukey al 5% de sustratos a los 90 días	25
Tabla 9-3:	Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 90 días.....	26
Tabla 10-3:	Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 120 días. 27	
Tabla 11-3:	Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos a los 120 días.....	27
Tabla 12-3:	Prueba de Tukey al 5% de sustratos a los 120 días	27
Tabla 13-3:	Prueba de Tukey al 5% de la interacción tratamientos.....	28
Tabla 14-3:	Prueba de Tukey al 5% de los contrastes	28
Tabla 15-3:	Esquema de análisis de la varianza del diámetro basal en cm a los 30 días.	30
Tabla 16-3:	Esquema de análisis varianza del diámetro basal en centímetros a los 60 días.....	30
Tabla 17-3:	Esquema de análisis de la varianza del diámetro en centímetros a los 90 días.	31
Tabla 18-3:	Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos a los 90 días.....	31
Tabla 19-3:	Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 90 días.....	31
Tabla 20-3:	Esquema de análisis de la varianza del diámetro en centímetros a los 120 días. ..	32
Tabla 21-3:	Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 30 días.....	33
Tabla 22-3:	Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 60 días.....	33
Tabla 23-3:	Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 90 días.....	34
Tabla 24-3:	Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 90 días.....	34
Tabla 25-3:	Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 120 días.....	35
Tabla 26-3:	Esquema de análisis de la varianza del número de hojas a los 60 días.	35
Tabla 27-3:	Prueba de Tukey al 5% de sustratos	36
Tabla 28-3:	Prueba de Tukey al 5% de los contrastes	36

Tabla 29-3: Esquema de análisis de la varianza del número de hojas a los 90 días.	37
Tabla 30-3: Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos	37
Tabla 31-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes	38
Tabla 32-3: Esquema de análisis de la varianza del número de hojas a los 120 días.	38
Tabla 33-3: Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos	39
Tabla 34-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes	39
Tabla 35-3: Esquema de análisis de la varianza del número de raíces a los 120 días.....	40
Tabla 36-3: Costos variables del ensayo por tratamientos	41
Tabla 37-3: Rendimiento de cada tratamiento	41
Tabla 38-3: Beneficio neto del ensayo por tratamiento	42
Tabla 39-3: Análisis de dominancia de tratamientos	42
Tabla 40-3: Tasa de retorno marginal por tratamientos	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Mapa de distribución.....	7
--	---

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Porcentaje de emergencia a los 60 días.....	24
Gráfico 2-3:	Porcentaje de emergencia a los 90 días.....	26
Gráfico 3-3:	Porcentaje de emergencia a los 120 días.....	28
Gráfico 4-3:	Porcentaje de supervivencia de las plantas.....	29
Gráfico 5-3:	Diámetro a los 90 días.....	32
Gráfico 6-3:	Altura en centímetros a los 90 días.....	34
Gráfico 7-3:	Número de hojas a los 60 días.....	36
Gráfico 8-3:	Número de hojas a los 90 días.....	38
Gráfico 9-3:	Número de hojas a los 120 días.....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE GERMINACIÓN A LOS 30 DÍAS.
- ANEXO B:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS
- ANEXO C:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE GERMINACIÓN A LOS 90 DÍAS.
- ANEXO D:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 30 DÍAS.
- ANEXO E:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO F:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 90 DÍAS.
- ANEXO G:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 120 DÍAS.
- ANEXO H:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS.
- ANEXO I:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO J:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 90 DÍAS.
- ANEXO K:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS.
- ANEXO L:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO M:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 90 DÍAS.
- ANEXO N:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS.
- ANEXO O:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LONGITUD DE RAÍZ A LOS 120 DÍAS.
- ANEXO P:** LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE SEMILLAS
- ANEXO Q:** PREPARACIÓN DE SUSTRATOS
- ANEXO R:** SUSTRATOS
- ANEXO S:** LLENADO DE BANDEJAS
- ANEXO T:** GERMINACIÓN DE PLANTAS DE *CAESALPINEA SPINOSA* A LOS 30 DÍAS
- ANEXO U:** GERMINACIÓN DE PLANTAS DE *CAESALPINEA SPINOSA* A LOS 90 DÍAS
- ANEXO V:** DISTRIBUCIÓN DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR
- ANEXO W:** GERMINACIÓN DE PLANTAS A LOS 120 DÍAS
- ANEXO X:** TOMA DE DATOS
- ANEXO Y:** MEDICIÓN DE RAÍZ

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue propagar *Caesalpineia spinosa* (Molina) Kuntze mediante cuatro tratamientos pre germinativos en tres tipos de sustratos bajo condiciones de invernadero, en el cantón Ambato. Que nos permitió mejorar la reproducción de esta especie forestal que posee gran importancia social y económica. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 repeticiones y 25 semillas por unidad experimental. Los factores evaluados fueron: tratamientos pre germinativos y sustratos, donde se combinó los sustratos : B1: arena de río 50% + humus 50%, B2: Turba Comercial, B3: Tierra 30% + Arena 40% + humus 30%, con los tratamientos: A1: Escarificación mecánica con lija: raspado de semillas y remojo por 24 horas, A2: Inmersión en agua a punto de ebullición: se sumergió las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y remojo por 24 horas, A3: Inmersión en agua a punto de ebullición: se sumergió las semillas durante 3 minutos en agua a 92°C y remojo durante 24 horas. En los resultados de este estudio se determinó que el tratamiento más eficaz fue A2B2 con 58% de germinación a los 120 días. El tratamiento A2B1 permitió un 44% de germinación siendo el segundo con mejores resultados. Mientras que A1B1 con un 4% es el tratamiento con peores resultados, incluso por debajo de 8% de germinación del testigo. Desde el punto de vista económico, el tratamiento A2B2 estableció una tasa de retorno marginal de 813,33%, siendo muy aceptable para la propagación de Guarango. Por lo cual se recomienda usar turba comercial como sustrato para futuros trabajos de propagación.

Palabras claves: < TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS>, <SUSTRATOS>, <ESCARIFICACIÓN>, <GERMINACIÓN>, <GUARANGO (*Caesalpineia spinosa*)>.

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2021.11.19
17:28:40 -05'00'



2129-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The aim of this research was to propagate *Caesalpinea spinosa* (Molina) Kuntze by means of four pre-germinative treatments in three types of substrates under greenhouse conditions, in the canton of Ambato. This allowed us to improve the reproduction of this forest species of great social and economic importance. A completely randomized block design (DBCA) was applied, with 4 replications and 25 seeds per experimental unit. The factors evaluated were: pre-germinative treatments and substrates, where the substrates were combined: B1: river sand 50% + humus 50%, B2: Commercial Peat, B3: Soil 30% + Sand 40% + humus 30%, with the treatments: A1: Mechanical scarification with sandpaper: scraping of seeds and soaking for 24 hours, A2: Immersion in boiling water: seeds were immersed for 30 seconds in water at 92°C and soaking for 24 hours, A3: Immersion in boiling water: seeds were immersed for 3 minutes in water at 92°C and soaking for 24 hours. The results of this study showed that the most effective treatment was A2B2 with 58% germination at 120 days. The A2B1 treatment allowed 44% germination and was the second best performer. While A1B1 with 4% was the treatment with the worst results, even below the 8% germination of the control. From the economic point of view, treatment A2B2 established a marginal rate of return of 813.33%, being very acceptable for the propagation of Guarango. Therefore, it is recommended to use commercial peat as substrate for future propagation studies.

Key words: <PRE-GERMINATIVE TREATMENTS>, <SUSTRATUM>, <SCARIFICATION>, <GERMINATION>, <GUARANGO (*Caesalpinea spinosa*)>.



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

INTRODUCCIÓN

Una de las especies que se utiliza en el país y se ha considerado importante por varios factores es el Guarango o Tara, ya que es un árbol nativo de la región Sierra del Ecuador y Sudamérica, que posee diversos usos en la industria de la curtiembre, medicina, alimenticia, del papel, minera y textil. Por su alto valor económico, su versatilidad y por ser una planta con poca exigencia de suelo y con larga durabilidad se convierte en una especie de gran potencial de producción (Cabello, 2010, p. 48).

Esta planta nativa ofrece múltiples ventajas económicas y ecológicas, como: la reforestación de muchas zonas áridas, ya que se adapta fácilmente a diversos tipos de suelos. Además la semilla de Tara no contiene toxinas ni alcaloides, asimismo constituiría una fuente de divisas para el país, por su alta demanda en el mercado internacional (Chávez y Mendo, 2007, pp. 2-6).

La tara se considera el producto más rentable en la exportación de productos agrícolas peruanos, debido a su buena aceptación y sus derivados tienen altos precios en el mercado internacional. Recientemente se está abriendo paso en el mercado internacional donde es conocida por sus aplicaciones industriales (Mendoza, 2016, pp. 2-16)..

La aplicación industrial más significativa de las vainas de tara es la extracción de taninos para la industria de curtiembre del cuero y en la producción de ácido gálico, el cual a su vez es la materia prima utilizada en la elaboración de una gama de otros productos químicos para la industria farmacéutica y alimentaria. Por otro lado, la goma que contienen las semillas, tiene gran aplicación en la industria cosmética y alimentaria (Cabello, 2010, p. 48).

El ácido tánico se extrae de las vainas de frijol, que es una sustancia astringente que se utiliza en el bronceado. La piel y sus semillas se utilizan para obtener varios tonos de colorantes y membranas de las que se obtiene el caucho. El precio varía según el producto obtenido. El peso de la tara del polvo está entre 1,2 y 1,5 dólares el kilogramo, y el peso de la tara del caucho es de entre 5 y 7 dólares. El precio más alto de este último se debe a su escasez. Debido a que hay una tonelada de vainas peladas, el 60% se puede convertir en polvo y el 40% se puede extraer de la goma de mascar. Del mismo modo, la Tara en polvo es el subproducto de mayor exportación, representando el 39,65% del total. Seguido de la goma de tara (17,11%) y el curtiente (4,74%); aunque las exportaciones se concentran en estos tres subproductos, se pueden utilizar al menos doce (Mendoza, 2016, pp. 2-16).

La harina o polvo de tara, que se obtiene de procesar y moler de sus vainas previamente secas, puede tener hasta un 60% de taninos. Es un producto usado para sustituir los metales pesados y tóxicos que se usan en la curtiembre tradicional, y cuyos residuos son fuentes de contaminación hacia las cuencas hídricas. Los taninos obtenidos del Guarango son buscados por la firmeza y resistencia a la luz al sol que aporta a los cueros, que los hacen ideales para la tapicería de muebles y autos. Se utiliza también en la elaboración de helados, yogurt, preparados de frutas,

condimentos, salsas, postres y productos a base de carne. Se emplea también como espesante, y ayuda incluso mantener la humedad de los quesos frescos. Además, se la utiliza en la industria farmacéutica, cosmética, papelera y textil (De La Torre, 2018, p. 52).

La cubierta de las semillas también puede ser aprovechada para preparar balanceados para ganado vacuno y cuyes, mientras que el germen se usa como alimento humano y de ganado vacuno ya que contiene aceite y es rico en proteínas (De La Torre, 2018, p. 52).

En nuestro país en la propagación sexual de *Caesalpinia spinosa*, presenta un bajo porcentaje de germinación en vivero, dado que las semillas de esta especie tienen una fuerte latencia y por lo general tienen semillas con cubiertas más gruesas, duras e impermeables, por lo que deben degradarse parcial o totalmente para germinar, dificultando su utilización en proyectos de forestales y en el establecimiento de plantaciones.

Siendo el Guarango una planta con valor ecológico, productivo y comercial, que se presenta como una alternativa para la industria en nuestro país y el mundo, al ser una planta muy versátil de la cual podemos obtener diversos productos forestales no maderables que puede llegar a convertirse en una opción importante de sostenibilidad en los pueblos de la Región Sierra, la escasa información disponible sobre la regeneración natural y el bajo porcentaje de germinación que presenta, crea la necesidad de investigar tratamientos pregerminativos y sustratos que permitan mejorar la propagación sexual de la especie en estudio. Aportando información necesaria con el fin de elevar la productividad, para futuros trabajos de propagación y establecimiento de plantaciones.

OBJETIVOS

GENERAL

Propagar *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze mediante cuatro tratamientos pre germinativos en tres tipos de sustratos, bajo condiciones de invernadero.

ESPECÍFICOS

- Evaluar el tratamiento pre germinativo más eficiente para la propagación *Caesalpinia spinosa* Kuntze
- Determinar el sustrato óptimo para la propagación sexual de *Caesalpinia spinosa* Kuntze
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio aplicando la metodología del presupuesto parcial.

HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

Los tratamientos pre germinativos y los sustratos a utilizar no influyen en la emergencia, crecimiento y desarrollo de *Caesalpinia spinosa*

Hipótesis Alternante

Al menos uno de los tratamientos pre germinativos y sustratos a utilizar influyen en la emergencia, crecimiento y desarrollo de *Caesalpinia spinosa*

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades

La Tara, es una planta originaria del Perú, también conocida como “Taya o Guarango” usada desde la época prehispánica en la medicina popular y recientemente, como materia prima en el mercado latinoamericano y mundial. Su nombre científico es (*Caesalpinia spinosa*), y se distribuye entre los 4° y 32°C, abarcando diversas zonas áridas, en Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia, Venezuela hasta el norte de Chile. En forma natural encuentra en lugares semiáridas con un promedio de 230 a 500mm de lluvia anual. También se observa en cercas vivas, como árboles de sombra para los animales dentro de cultivos de secano y como arboles ornamentales (Alanuca, 2017, p.101).

El Guarango es una planta de leguminosa, que puede fijar nitrógeno el aire, por lo que puede restaurar el suelo erosionado. Es una planta que posee diversos usos y aplicaciones. Sin embargo, su principal característica comercial y agroindustrial es el contenido de taninos en su fruto maduro (vaina). Los taninos son sustancias orgánicas utilizadas en diferentes industrias, principalmente para el curtido de cueros. Otro subproducto de Tara es la goma de mascar o hidrocoloide, que se extrae de las semillas y se usa como espesante en varios alimentos (Alanuca, 2017, p.101).

1.1.1. Origen

El Guarango es nativo de de Sudamerica (Perú, Colombia, Ecuador, Argentina, Chile y Venezuela) (Navas, 2011, p. 140)

1.1.2. *Caesalpinia spinosa* Kuntze

Tabla 1-1: Taxonomía de Guarango

Nombre Científico:	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Caesalpinia
Nombre científico:	<i>Caesalpinia spinosa</i> Kuntze

Nombre común:	Guarango, Tara, Taya, Divi divi de tierra fría, Cuica, Serrano, Campeche, Vinillo, Vainillo, Acacia amarilla.
----------------------	---

Realizado por: (García, 2018, p. 34-76)

1.1.3. Descripción botánica

Es un arbusto de 2-3 metros de altura su fuste es pequeño, cilíndrico, a veces tortuoso, glabro áspero provisto de aguijones, posee coloración gris, triangulares aplanados, sus ramas son delgadas, sus hojas inician casi desde la base, que da la impresión de poseer varios tallos, presenta un apical irregular, con sección circular, con ramitas terminales, de 4-6 cm de diámetro, aparasolada poco densas, glabras (Cabello, 2010, p. 48).

Hojas: sus hojas son, alternas, compuestas bipinnadas, dispuestas en espiral, peciolo hasta de 2-3 cm, raquis de 3-5-7 cm de longitud, 2-3 pares de pinnas opuestas, foliolos 7-8 pares opuestos oblongos, el ápice diminutamente mucronado y marginado, su base es asimétrica, presenta de 7-8 pares nervaduras secundarias. Sus inflorescencias tienen forma de racimos, su tamaño es 8-12 cm de longitud. Flores: hermafroditas, CA tubular, púber con segmentos obtusos, de 3 mm, el superior con fibras pectinadas; corola con cinco pétalos, amarillos, libres, orbiculares, en forma de espátula, posee 10 estambres, filamentos glandulares, blancos, anteras rojizas, con dehiscencia longitudinal y su pistilo es curvado verdoso (Cabello, 2010, p. 48).

Frutos: son vainas de color rojas-marrones de 6-11 cm de longitud, en forma oblonga, ligeramente comprimidas, indehiscentes, con el mesocarpio de consistencia arenosa y esponjosa, posee de 9-12 semillas de unos 1 x 0,5 x 0,3 cm de tamaño cada una, reniformes, de color marrón pardo, la superficie es lustrosa dura, y presenta uno de los dos lados más grande (Cabello, 2010, p. 48).

1.1.4. Distribución geográfica

Perú es el país con mayor superficie boscosa de Guarango, con el 80% de la producción mundial, seguido de Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Venezuela. Actualmente se cultiva en Estados Unidos, Brasil, Argentina y África (Cabello, 2010, p. 48).

En el Ecuador existen registros de su existencia en todas las provincias de la Sierra, en los Valles Interandinos y dentro de las formaciones boscosas de tipo xerofítico (Ramírez, 2018, p. 30-50).

Se ubica en los valles interandinos secos en áreas que corresponden al ecosistema Matorral Seco Montano (Narváez, y otros, 2009) , entre 800 y 3000 msnm, y en ciertos casos desde los 500 metros (Cabello, 2010, p. 48) .

Temperatura: necesita un promedio de 12 - 18°C, para que el árbol se desarrolle correctamente.

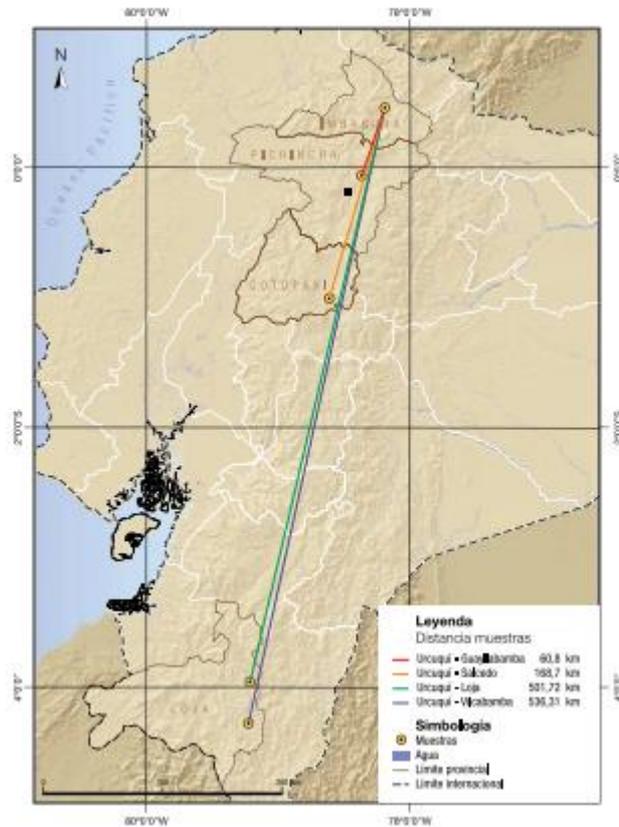


Figura 1-1: Mapa de distribución
Realizado por: Narvaez y Calvo, 2010, p. 21

1.1.5. Silvicultura

Es una especie poco exigente en nutrientes, acepta suelos pedregosos, de baja calidad e incluso suelos franco rojizo, aunque su rendimiento es bajo en estas condiciones. Se desarrolla bien en suelos ricos en materia orgánica, sobre todo si tiene disponibilidad de humedad, y tiene un hábito arbóreo constante. Es decir, franco ligeramente ácido y moderadamente alcalino y franco arenoso, puede soportar sombras por la mañana (MAE, 2012, p. 162-187).

La semilla requiere de tratamientos pre germinativo para mejorar su germinación, estos pueden ser: escarificación mecánica y luego en agua fría por 12 horas; o escarificación en agua hirviendo, también se puede sumergir en agua fría por 2 o 3 días contiguos, con cambios diarios de agua. La semilla se coloca en las camas de germinación a una profundidad de 2 a 3 cm, se repica cuando ya alcanzan los 4 cm, cuando brotan los primeros folíolos, debajo del par de hojas primarias. Efectuar un repique cuando las plantas están más grandes tiene poco éxito debido a que el crecimiento de la raíz es bastante rápido (MAE, 2012, p. 162-187).

Para la preparación del terreno habitualmente se utilizan suelos secos que tienen poca vegetación, por lo que la preparación del terreno radica en el señalamiento y apertura de hoyos. Por el volumen

de copa que despliega, se recomiendan espaciamientos de 5 x 5 m o 4 x 4 m. si el objetivo es la protección del suelo, se utilizan espaciamientos menores (Alanuca, 2017, p. 101).

Su crecimiento es regularmente lento, sin embargo, esto no afecta la producción, los que inician aproximadamente a partir del cuarto año. Para su manejo se realizan limpiezas de corona de 1-2 veces/año, realizar podas de formación al igual que se hace con los frutales y eliminar las plantas parasitas (MAE, 2012, p. 162-187).

1.2. Tratamientos pregerminativos

Son los tratamientos que rompen el letargo físico de la cubierta de la semilla y tienen como finalidad ablandar, perforar, rasgar o abrir el revestimiento, para hacerla penetrable sin perjudicar el embrión o el endospermo en su interior. Incluyen métodos físicos y biológicos, calor seco e inmersión en agua o soluciones químicas. Cualquier tratamiento que dañe o reduzca la impermeabilidad de la testa se suele denominar escarificación. Por lo general, es suficiente destruir la impermeabilidad de un solo punto de la testa para que pueda tener lugar la absorción y el intercambio de gases (FAO y DANIDA, 1991, pp. 420-500).

1.2.1. Tratamientos físicos

Una de las técnicas más fáciles de realizar consiste en abrir un pequeño orificio ya sea cortando o raspando la cubierta en antes de sembrarla (FAO y DANIDA, 1991: pp 420-500), podemos ayudarnos de lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas.

Cuando hay que tratar grandes cantidades de semilla, la escarificación mecánica es la más indicada (FAO y DANIDA, 1991: pp 420-500). Cuando tenemos grandes cantidades de semillas se utiliza equipos adecuados para la escarificación como: tambores giratorios, estos están recubiertos en su interior con papel lija, o contienen arena gruesa o grava para ayudar en el proceso, también se puede utilizar una hormigonera con algún material abrasivo en su interior (ejm. lija, cemento) (Varela y Arana, 2010, p. 6).

1.2.2. Remojo en agua

Varios métodos de tratamiento incluyen remojar semillas en agua u otros líquidos. Estos medos a veces combinan dos efectos, a saber, ablandamiento de la cáscara dura y lixiviación de inhibidores químicos (FAO y DANIDA, 1991, pp. 420-500).

En algunas semillas dependiendo la resistencia a la germinación puede el remojo puede ser durante 24, 48 o 72 horas en agua a temperatura ambiente, pero en otras especies está

recomendado aplicar este tratamiento después de la escarificación. según la especie, acelera la germinación (FAO y DANIDA, 1991, pp 420-500).

1.2.3. Tratamientos químicos

La escarificación química, consiste en utilizar compuestos químicos para permitir la permeabilidad de la semilla, la cual se sumerge en estas soluciones por períodos breves (15 minutos a 2 horas. Las semillas limpias y seleccionadas previamente, se colocan en recipientes no metálicos y resistentes, se vierte el ácido sulfúrico o la sustancia, hasta cubrir totalmente las semillas. Durante todo el proceso las semillas se deben remover regularmente con el fin de obtener resultados semejantes, el tiempo de procedimiento varía según la especie. Al final del proceso se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para retirar cualquier residuo (Varela y Arana, 2010, p. 6).

1.3. Sustratos

Es todo material solido distinto al suelo, ya sea natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico; que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta. Desempeñando un papel de soporte para la planta (Silvestre, 2019, p. 13).

1.3.1. Propiedades Físicas

1.3.1.1 Porosidad

La porosidad es el importe de espacio que existe en los poros del suelo y que se subdivide en macro y micro poros. El porcentaje de porosidad varía según la textura del suelo, siendo alto en suelos de textura fina en relación a un suelo arenoso. Estos presentan mayor proporción de micro poros, lo cual ayuda a mejorar la retención de humedad. Esto influye directamente en la aireación del suelo, ya que a medida que aumenta la densidad aparente, la porosidad disminuye, en casos extremos perjudica seriamente el desarrollo de las raíces. Los poros de diámetros de 0.2 a 0.3mm afectan seriamente el desarrollo de raíces (Intagri, 2017, p. 5).

1.3.1.2. Densidad

Es el espacio poroso o porosidad total es la porción no sólida del volumen del sustrato. Constituye el volumen de aire del material, este se mide con el suelo seco en estufa, y está expresado como un porcentaje del volumen total. La distribución del tamaño de las partículas es dependiente de la cantidad de agua retenida por un medio particular y la altura del recipiente. El volumen del medio

ocupado por el aire a este nivel de humedad es la denominada porosidad de aireación o espacio drenable (Pire y Pereira, 2003, pp 55-63).

El peso seco del sustrato con relación al volumen total representa la densidad aparente, mientras que la densidad de partículas está figurada por el mismo peso (Pire y Pereira, 2003, pp 55-63)

1.3.2. Propiedades Químicas

Las propiedades químicas son aquellas que a partir de cambios químicos ocurridos en el suelo, pueden medirse y/o observarse. Estas propiedades simbolizan el proceder de los elementos, componentes y sustancias que integran el recurso suelo, entre ellas podemos enumerar: materia orgánica, fertilidad, nitrógeno, fósforo, potasio y pH (Cabascango y Parra, 2019, pp 12-16).

1.3.2.1. Materia orgánica

La Materia Orgánica (MO) se constituye como un componente esencial del suelo, dado que mejora las propiedades del mismo y ayuda al establecimiento y mantenimiento de la estructura del suelo (Mataix, 1999). La descomposición de la MO es un proceso clave en el ciclo de los nutrientes y está influenciada por el clima, topografía, la vegetación y el tiempo. A pesar de ser la cantidad menor de la composición del suelo, la MO es el componente principal que determina la calidad y productividad de éste (Cabascango y Parra, 2019, pp 12-16).

1.3.2.2. Fertilidad (Nitrógeno, Fósforo, Potasio)

Ibáñez (2008) hace referencia a la fertilidad, cuando un suelo tiene la capacidad de desplazar nutrientes esenciales (N, P, K) hacia los cultivos. La fertilidad es el resultado de la interacción entre las características físicas y químicas del mismo, que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Cabascango y Parra, 2019, pp 12-16).

1.3.2.3. Nitrógeno (N)

Acevedo, Sánchez, Hernández y Améndola (2011: p 21) mencionan que este elemento ayuda a promover el desarrollo de la vegetación, también forma parte de la estructura de aminoácidos y proteínas que constituye entre el 40 a 50% de la MO de las plantas. Dentro de la naturaleza existe una relación inversa entre la cantidad y la disponibilidad para las plantas de las distintas formas del nitrógeno. Sin embargo, la baja disponibilidad del N del suelo asegura la existencia de una fuente de reserva de ese nutriente para la planta (Cabascango y Parra, 2019, pp 12-16).

1.3.2.4. Fósforo (P)

El fósforo es esencial para el crecimiento de las plantas ya que es un macro-elemento. Éste participa en los procesos metabólicos, tales como: la transferencia de energía, la fotosíntesis, y degradación de los carbohidratos. El fósforo lo podemos encontrar en el suelo en forma de compuestos orgánicos y en minerales. Sin embargo, en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo la cantidad del fósforo disponible en el suelo es muy baja. Por lo tanto, en muchos casos, los fertilizantes de fósforo deben ser aplicados para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo (Smart, 2020, p. 2).

1.3.2.5. PH

El pH en los suelos es una de las variables más importantes, pues interviene directamente a la absorción de los nutrientes por las plantas, así como en la reacción de los procesos químicos que se producen en el suelo. Los suelos ácidos presentan problemas de detención de macroelementos como el C, Mg y P, pero si se absorben correctamente los micronutrientes. Esta última particularidad puede ser la causa de deficiencia de elementos necesarios o de toxicidad por su excesiva absorción (generalmente los metales). Es necesario que el balance de pH sea correcto en el suelo, para que tanto los macro y micro nutrientes sean absorbidos correctamente (Catalán, 2016, p. 3).

1.3.3. Tipos de sustrato

1.3.3.1. Turba

La turba es un sustrato de origen natural, este nombre se aplica al resultado de la descomposición de los vegetales, dependiendo de las condiciones climáticas predominantes durante su formación. Es importante la protección y conservación de los ecosistemas conocidos como turberas para poder seguir las preservando, ya que poseen importancia ecológica, flora y fauna específica que los coloniza y habita, y por su papel en la regulación de los sistemas hidrológicos de las áreas en las que se ubican, (Delgado et al., 2016, p. 455-462).

1.3.3.2. Turba negra

La turba negra presenta como principal característica un color oscuro, esto se debe a que está muy descompuesta y procede de las capas profundas del suelo. Estas turbas poseen un alto contenido de materia orgánica y se encuentran más descompuestas que otros sustratos convencionales. Dada su mineralización estas presentan bajas concentraciones de materia orgánica, además presentan

buena capacidad de retención de agua y la buena inercia térmica, por esto fueron los primeros sustratos que comenzaron a utilizarse para cultivo, especialmente en vivero. Como aspectos negativos cabe citar el que no es un producto standard, la inestabilidad de su estructura y su alta C.I.C que dificulta enormemente la nutrición (Delgado et al., 2016, p. 455-462).

1.3.3.3. Turba rubia

La turba de la especie *Sphagnum* sp. (Turba denominada genéricamente rubia) ha sido, durante muchos años, el componente más importante y ampliamente utilizado en los medios de cultivo de las plantas ornamentales en contenedor. La idoneidad de la turba rubia es consecuencia de sus características intrínsecas, destacando sus excelentes propiedades físicas (densidad aparente, porosidad y capacidad de retención de agua) (Delgado et al., 2016, p. 455-462).

1.3.3.4. Fibra de coco

Se ha dado un excelente uso al residuo de fibra de coco, al transformarla en sustrato para los cultivos. Su utilización en todos los países es muy reciente, sin embargo, está dando excelentes resultados, como en el caso del cultivo de rosa en Colombia, y en Costa Rica las orquídeas. Se lo utiliza sobre todo por sus extraordinarias propiedades físicas, su carácter ecológico y su facilidad de manejo. Ésta turba pertenece a la familia de las fibras duras como el henequén, que posee baja conductividad, resistencia a las bacterias, al agua y al impacto al tratarse de una fibra compuesta por celulosa y leño, (Alvarez y Rico, 2018, P. 40).

1.3.3.5. Tierra negra

Es la tierra procedente de suelos de los páramos en el Ecuador, denominados normalmente suelos negro andinos, y se encuentran entre los 3000 a 4000 m.s.n.m., son suelos francos con 100 % de retención de agua, se localizan en vertientes de las cordilleras con pendientes de suaves a fuertes (Moreta, 2014: p 16).

1.5. Latencia

Se define el letargo como embriones sensibles al frío y profundo, aunque reconocen que esta somnolencia es heterogénea y varía mucho incluso dentro de un mismo lote. Sin embargo, otros autores sostienen que la somnolencia que presenta la haya es fisiológica e intermedia. Señalaron que aparece en semillas que son permeables, pero los procesos fisiológicos no permiten que aparezcan radículas. El uso de una capa fría puede superar esta somnolencia. Estos autores confirmaron que el pre tratamiento a temperaturas cálidas puede superar la somnolencia

morfológica causada por un desarrollo embrionario insuficiente (Bilbao, 2010:). Existen diferentes tipos de latencia, e incluso una misma semilla puede poseer más de un tipo. La clasificación más sencilla es: ; latencia endógena o del embrión, latencia exógena o cubierta seminal, y latencia combinada, en la que la latencia afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión (FAO y DANIDA, 1991: p.420-500).

Para optimar el intercambio de oxígeno y agua entre el embrión y el medio ambiente, es necesario disminuir la capa de recubrimiento de la parte exterior se puede procesar mecánicamente, por ejemplo: el corte de la cubierta de la semilla, Utilice papel de lija o arena.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

El área de estudio se encuentra ubicado en la parroquia Huachi Grande del Cantón Ambato, a un kilómetro del paso lateral.

2.1.2. Ubicación geográfica

La ciudad de Ambato se encuentra ubicada al centro de la Región Interandina del Ecuador, en las coordenadas: 78°37' 11''; de longitud y a 1° 13' 28'' de latitud. Posee una altitud de 2596 msnm

2.1.3. Límites

Norte: Provincia de Cotopaxi.

Sur: Provincia de Chimborazo y los cantones Tisaleo y Cevallos.

Este: Cantón Pelileo y Cantón Píllaro.

Oeste: Provincia de Bolívar

2.1.4. Características climáticas

Tabla 1-2: Características climáticas

Temperatura °C	12-27
Precipitación anual mm	504
Rango altitudinal m.s.n.m	2567

Realizado por: (Weather Spark, 2020, p. 1-3)

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de campo

Semillas, turba comercial, tierra negra, arena, humus, bandejas de germinación, etiquetas, plástico negro, paja, malla sarán, regadera, microorganismos.

2.2.2. Materiales de laboratorio

Guantes, mascarilla, mandil, cofia, cribas, recipiente, termómetro de cocina.

2.2.3. Materiales y equipos de oficina e informáticos

Libreta de campo, calibrador, lápiz, cámara fotográfica, calculadora y computadora.

2.2.4. Material experimental

Para este estudio, se utilizó semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*), que se adquirieron en la provincia de Chimborazo, en el cantón Guano.

2.3. Metodología

2.3.1. Diseño experimental

Para este ensayo se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo bifactorial combinando; cuatro tratamientos pre germinativos y tres tipos de sustratos con cuatro repeticiones por tratamiento.

2.3.2. Diseño experimental bifactorial

Tabla 1-2: Diseño básico

Tratamientos	Códigos	Descripción
T1	A1B1	Escarificación mecánica con lija + arena de río 50% + humus 50%
T2	A1B2	Escarificación mecánica con lija + Turba Comercial
T3	A1B3	Escarificación mecánica con lija + Tierra 30% + Arena 40% + humus 30%
T4	A2B1	inmersión en agua a punto de ebullición 30 s+ arena de río 50% + humus 50%
T5	A2B2	inmersión en agua a punto de ebullición 30 s + Turba Comercial
T6	A2B3	inmersión en agua a punto de ebullición 30 s + Tierra 30% + Arena 40% + humus 30%
T7	A3B1	inmersión en agua a punto de ebullición 3 min + arena de río 50% + humus 50%
T8	A3B2	inmersión en agua a punto de ebullición 3 min + Turba Comercial
T9	A3B3	inmersión en agua a punto de ebullición 3 min + Tierra 30% + Arena 40% + humus 30%
Testigo	Testigo	Testigo sin ningún tratamiento

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

2.3.3. Factores en estudio y esquema de análisis de varianza

FACTOR A

A1: Escarificación mecánica con lija: raspado de semillas con una lija N 50 hasta que la presenten un aspecto poroso y remojar por 24 horas

A2: Inmersión en agua a punto de ebullición: sumergir las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas

A3: Inmersión en agua a punto de ebullición: sumergir las semillas durante 3 minutos en agua a 92°C y posteriormente en agua fría durante 24 horas

FACTOR B

B1: Arena de río 50% + humus 50%

B2: Turba Comercial

B3: Tierra 30% + Arena 40% + humus 30%

Tabla 2-2: Esquema de Análisis de Varianza

Fuente de variación (F.V)	Formula	Grados de libertad (G.L)
Total	n-1	39
Repeticiones	r-1	3
Factor tratamientos pregerminativos	a-1	2
Factor sustratos	b-1	2
Tratamientos pregerminativos por sustratos	(a-1)(b-1)	4
Testigo vs. Alternativos	2-1	1
Error	(t-1)(r-1)	27
C.V		

Elaborado por: González Lascano Denisse, 2021

2.3.4. Distribución de tratamientos por bloque en fase de vivero

Por las características del diseño bifactorial establecido para esta investigación se definió el esquema que se muestra en la Tabla 4-2

Tabla 3-2: Esquema de tratamientos por bloque

R1	R2	R3	R4
T5=A2B2	T5=A2B2	T9=A3B3	T3=A1B3
T6=A2B3	T4=A2B1	T5=A2B2	T5=A2B2
T1=A1B1	T9=A3B3	T6=A2B3	T9=A3B3
T2=A1B2	T7=A3B1	T4=A2B1	T8=A3B2
T3=A1B3	T2=A1B2	T8=A3B2	T4=A2B1
T9=A3B3	T1=A1B1	T1=A1B1	Testigo
T8=A3B2	T3=A1B3	T3=A1B3	T1=A1B1
T7=A3B1	T6=A2B3	T2=A1B2	T6=A2B3
Testigo	T8=A3B2	T7=A3B1	T7=A3B1
T4=A2B1	Testigo	Testigo	T2=A1B2

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

2.3.5. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos = 9+1

Número de repeticiones = 4

Número de unidades experimentales = 40

Número de plantas por tratamiento = 25

Número total de plantas = 1000

Número de plantas a evaluar = 25/ tratamiento

Número total de plantas evaluadas = 1000

Área total de la investigación= 6x4 = 24 m²

2.3.6. Análisis funcional

Para la interpretación de datos en el análisis de varianza se utilizó el programa SPSS, el cual se basa en el análisis de las varianzas de los grupos de datos presentados y se utiliza generalmente para demostrar que el promedio de un grupo de datos difiere de los demás (Gonzalez, 2009).

También se realizó la separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%, en la que se probó la hipótesis alternativa de que “al menos un tratamiento es diferente de otros tratamientos”.

2.3.7. Variables a evaluar

Las variables consideradas para la evaluación dentro de esta investigación se indican en la Tabla (5-2)

Tabla 4-2: Variables a evaluar

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍNDICE
Variables Dependientes			
Características morfológicas	Planta	Altura	mm
		Diámetro Basal	cm
		Longitud de raíz	cm
		Número de Hojas	Número
Calidad de la Planta	Planta	Cantidad de plantas por m ²	Número
Variable Independiente			
Tratamiento pregerminativos Sustratos	semillas	Emergencia	Días
		Germinación	%

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

2.3.8. Manejo de las unidades experimentales

2.2.8.1. Adquisición de semillas

Las semillas se adquirieron de una plantación de Guarango en la Provincia de Chimborazo, en el cantón Guano

2.2.8.2. Extracción y lavado de semillas

Una vez que las muestras llegaron al vivero, se seleccionaron las vainas con madurez óptima y se extrajo las semillas. Posteriormente se procedió retirar todas las impurezas mediante la forma artesanal de aplicar aire para que las basuras más livianas vuelen.

2.2.8.3. Aplicación de los tratamientos pregerminativos

Las semillas se sometieron a tres tratamientos, que fueron:

A1: Escarificación mecánica con lija: se raspó todas las semillas con una lija N 50 hasta que la presentaron un aspecto poroso y se dejó remojar en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

A2: Inmersión en agua a punto de ebullición: se colocó un recipiente resistente al calor a la estufa, hasta que hierva, se tomó la temperatura con un termómetro de cocina, donde se registró 92°C y se sumergieron las semillas durante 30 segundos, se dejó remojar en agua a temperatura ambiente por 24 horas

A3: Inmersión en agua a punto de ebullición: se realizó el mismo proceso que el tratamiento A2 y se sumergió las semillas durante 3 minutos en agua a 92°C y posteriormente se dejó reposar en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

Cumplido el tiempo de remojo, se retiraron las semillas para luego sembrarlas.

2.2.8.3. Preparación de sustratos y llenado de envases

El sustrato de turba comercial viene en bolsas inocuas y empacadas a presión, por lo que antes de utilizarlos se disgregó y humedeció.

Al sustrato compuesto por tierra 30% + arena 40% + humus 30%, y el sustrato humus 50% + arena 50%, se tamizó para evitar cualquier tipo de impureza ajena a la composición y posteriormente se incorporó todo hasta conseguir una mezcla homogénea.

A los tres sustratos se lo sometió a inoculación de microorganismos benéficos tales como: Esporas de *Bacillus* spp, Conidios de *Trichoderma* spp, Conidios de *Beauveria* spp para evitar cualquier ataque de plagas y enfermedades.

Posteriormente se procedió a llenar las bandejas de germinación estériles con el sustrato previamente preparado.

2.2.8.4. Siembra

Previo a la siembra se humedeció el sustrato a capacidad de campo y se sembró 25 semillas por bandeja, una semilla por cavidad a una profundidad de 1cm. Las bandejas se cubrieron con plástico negro por 15 días para incentivar la germinación. Se procedió a destapar as bandejas cuando se observó plántulas emergiendo

2.2.8.5. Riego

La frecuencia de riego fue una vez al día durante 5 minutos. Utilizando 9 litros de agua, los cuales fueron administrados mediante nebulización manteniendo el sustrato a capacidad de campo.

2.2.8.6. Control de malezas

Se realizó el control vez por mes.

2.2.8.7. Control fitosanitario

No hubo necesidad de realizar controles fitosanitarios.

2.3.9. Variables evaluadas

2.3.9.1. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia se determinó a los 30, 60,90 y 120 días:

2.3.9.2. Diámetro basal

Se midió el diámetro de la planta con un calibrador a la altura de 1 cm por encima de la base, a los 30, 60, 90 y 120 días.

2.3.9.3. Altura de la planta

Se midió la altura de las plantas desde la base hasta el ápice de la misma con la ayuda de un calibrador a los 30, 60, 90 y 120 días.

2.3.9.4. Numero de hojas

El número de hojas se contó manualmente cuando las plántulas ya tengan sus hojas verdaderas, a partir de los 60, 90 y 120 días.

2.3.9.5 Longitud de la raíz

La longitud de la raíz se midió con un calibrador al inicio y al final de ensayo, es decir a los 30 y 120 días

2.3.10. Análisis económico

Para realizar el análisis económico se utilizó el método de presupuestos parciales ya que nos ayudará a la planificación y toma de decisiones, concentrándose en los cambios de los ingresos y gastos que se provendrían de la ejecución de una alternativa específica. Brindando a decidir entre una práctica de deshierbe manual y la alternativa de aplicar un herbicida, o entre un sustrato u otro.

Este es un método que se usa para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988, p. 15-33), precediendo de la siguiente manera:

- Ordenar los tratamientos de la investigación.
- Identificación de los rubros de costos: fuentes de costos que varían, costos de producción de los sustratos.
- Rendimiento económico de los tratamientos.
- Análisis de dominancia; para lo cual se ordena los tratamientos de menor a mayor, según el costo de variación y se determina los Nominados y No Dominados en base al Beneficio Neto.
- Análisis de la tasa marginal de retorno de los tratamientos No Dominados

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Tratamiento pregerminativo y sustrato óptimo

3.1.1. Porcentaje de emergencia a los 30 días

Según el análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia a los 30 días, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos, ni en la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 1-3).

Tabla 1-3: Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 30 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	17	1480,00			
Trat. Totales	9	774,67	86,07	0,98	0,52 ns
Trat. Bloq.	8	736,55	92,07	1,04	0,48 ns
T. Pregerminativo	2	20,17	10,08	0,11	0,89 ns
Sustratos	2	518,33	259,16	2,94	0,11 ns
Int. Preg x Sust.	4	198,05	49,51	0,56	0,70 ns
Control Vs Altern.	1	54,44	54,44	0,62	0,45 ns
Error	8	705,33	88,17		
CV %			93,90		

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

3.1.2. Porcentaje de emergencia a los 60 días

De acuerdo al análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia a los 60 días, existen diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, y para la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos. No se evidencia diferencias en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos (Tabla 2-3)

Tabla 2-3: Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 60 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	27	3828,00				
Trat. Totales	9	2284,00	253,78	2,96	0,02	*
Trat. Bloq.	8	2158,52	269,81	3,15	0,02	*
T. Pregerminativo	2	739,86	369,93	4,31	0,03	*
Sustratos	2	949,79	474,90	5,54	0,01	*
Int. Preg x Sust.	4	468,86	117,22	1,37	0,28	Ns
Control Vs Altern.	1	401,11	401,11	4,68	0,04	*
Error	18	1544,00	85,78			
CV %			61,74			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Mediante el test de Tukey al 5% de significancia para tratamientos pregerminativos presenta tres rangos de significancia (a-b-ab), el tratamiento A2: Inmersión en agua a punto de ebullición de las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas alcanzó el rango “a” mientras que el tratamiento A3: Inmersión en agua a punto de ebullición de se ubicó en el rango “ab” (Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Prueba de Tukey al 5% tratamientos pregerminativos a los 60 días

T. Pregerminativo	Media (cm)	Grupo
A1	14,86	ab
A2	21,09	a
A3	8,89	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para sustratos, presenta dos rangos (a y b), el sustrato B2: Turba Comercial alcanzó en rango “a” (Tabla 3-3).

Tabla 4-3: Prueba de Tukey al 5% en sustratos a los 60 días

Sustratos	Media	Grupo
B1	10,00	b
B2	22,55	a
B3	11,00	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En la prueba de Tukey al 5% al analizar la interacción del testigo vs los tratamientos alternativos en la variable porcentaje de emergencia a los 60 días, presentan dos rangos (Tabla 5-3). Encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a”.

Tabla 5-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 60 días

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	4,00	b
Altern.	15,41	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

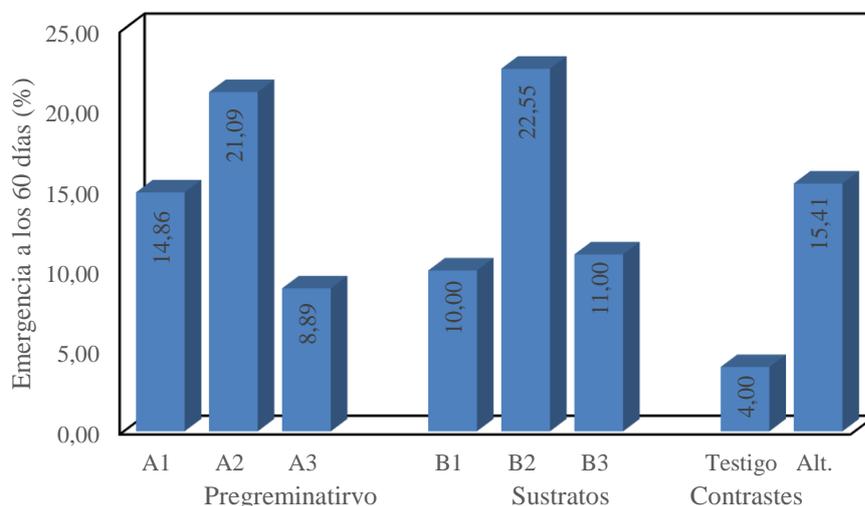


Gráfico 1-3: Porcentaje de emergencia a los 60 días.

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En el (Gráfico 1-3) se evidencia una diferencia en el porcentaje de germinación en función del tratamiento pregerminativo aplicado, en este sentido, se destaca A2: Inmersión en agua a punto de ebullición durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas, como el más eficaz, con 21,09 %. En el mismo gráfico observamos que los resultados presentados en sustratos, indica que, B2: Turba Comercial con 21,55 %, presentó alto porcentaje de germinación.

Adicionalmente se aprecia que en la interacción testigo vs tratamientos alternativos, los alternativos son superiores con una media de 15,41%.

3.1.3. Porcentaje de emergencia a los 90 días

Con respecto al análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia a los 90 días, existen diferencias altamente significativas en tratamientos pregerminativos, y para la interacción testigo vs tratamientos alternativos; además presentó diferencias significativas en el factor sustratos. Aunque no se evidenciaron diferencias en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos (Tabla 6-3).

Tabla 6-3: Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 90 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	33	7799,06				
Trat. Totales	9	5341,73	593,53	5,80	0,00	**
Trat. Bloq.	8	4503,53	562,94	5,50	0,00	**
T. Pregerminativo	2	2618,37	1309,19	12,79	0,00	**
Sustratos	2	986,90	493,45	4,82	0,02	*
Int. Preg x Sust.	4	898,25	224,56	2,19	0,10	ns
Control Vs Altern.	1	883,60	883,60	8,63	0,01	**
Error	24	2457,33	102,39			
CV %			47,52			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Como se puede observar en el test de Tukey al 5% de significancia para tratamientos pregerminativos presenta dos rangos de significancia (a-b), el tratamiento A2: Inmersión en agua a punto de ebullición de las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas, alcanzó en rango “a” (Tabla 7-3).

Tabla 7-3: Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos a los 90 días

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	14,22	b
A2	34,33	a
A3	16,80	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para sustratos presenta dos rangos (a-b -ab), el sustrato B2: Turba Comercial, en rango “a” (Tabla 8-3).

Tabla 8-3: Prueba de Tukey al 5% de sustratos a los 90 días

Sustratos	Media	Grupo
B1	20,40	ab
B2	29,67	a
B3	16,44	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En la prueba de Tukey al 5% al analizar la interacción del testigo vs los tratamientos alternativos en la variable porcentaje de emergencia a los 90 días, presentan dos rangos (Tabla 9-3). Encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a”.

Tabla 9-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 90 días

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	5,33	b
Altern	22,84	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

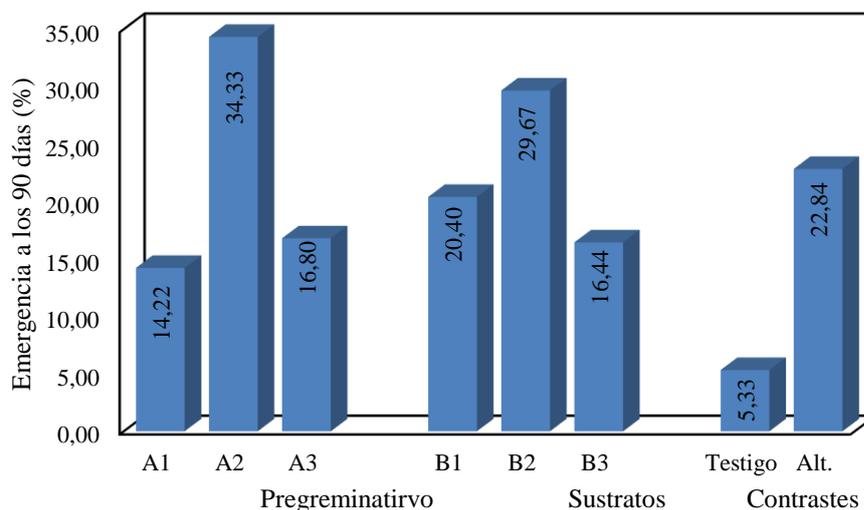


Gráfico 2-3: Porcentaje de emergencia a los 90 días.

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

El (Gráfico2-3) se visualiza las medias de germinación a los 90 días, bajo los tres tratamientos pregerminativos, donde A2: Inmersión en agua a punto de ebullición: sumergir las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas, con 34,33 % muestra los resultados más altos. El sustrato B2: Turba Comercial con 29,66 %, hasta el momento muestra los mejores resultados.

Adicionalmente se aprecia que en la interacción testigo vs tratamientos alternativos, los alternativos son superiores con una media de 22,84%.

3.1.4. Porcentaje de emergencia a los 120 días

De acuerdo al análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia de las semillas de *C. spinosa* a los 120 días, existen diferencias altamente significativas en tratamientos pregerminativos y para la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos; además presentó diferencias significativas en el factor sustratos y para la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos (Tabla 10-3).

Tabla 10-3: Esquema de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia a los 120 días.

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	34	11466,97				
Trat. Totales	9	8833,64	981,52	9,32	0,00	**
Trat. Bloq.	8	7398,15	924,77	8,78	0,00	**
T. Pregerminativo	2	4902,33	2451,16	23,27	0,00	**
Sustratos	2	1071,66	535,83	5,09	0,01	*
Int. Preg x Sust.	4	1424,16	356,04	3,38	0,02	*
Control Vs Altern.	1	947,38	947,38	8,99	0,01	**
Error	25	2633,33	105,33			
CV %			39,74			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para de significancia para tratamientos pregerminativos presenta dos rangos de significancia (a-b), el tratamiento A2 alcanzó en rango “a” (Tabla 11-3).

Tabla 11-3: Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos a los 120 días

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	15,11	b
A2	43,67	a
A3	21,20	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

El test de Tukey al 5% de significancia para sustratos muestra dos rangos (a-b), el sustrato B2 alcanzó en rango “a” (Tabla 12-3).

Tabla 12-3: Prueba de Tukey al 5% de sustratos a los 120 días

Sustratos	Media	Grupo
B1	25,20	b
B2	35,33	a
B3	21,78	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia al analizar la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos en la variable porcentaje de emergencia a los 120 días, presentan cuatro rangos de significancia (a-ab-bc-c), la interacción A2B2 alcanzó en rango “a” mientras que la interacción A1B1 se ubicó en el rango “c” (Tabla 13-3).

Tabla 13-3: Prueba de Tukey al 5% de la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	4,00	c
A1B2	25,00	bc
A1B3	12,00	c
A2B1	44,00	ab
A2B2	58,00	a
A2B3	29,00	bc
A3B1	21,33	bc
A3B2	23,00	bc
A3B3	18,67	bc

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Según el test de Tukey al 5% al analizar la interacción del testigo vs los tratamientos alternativos en la variable porcentaje de emergencia a los 120 días, presentan dos rangos (Tabla 14-3). Encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a”.

Tabla 14-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	8,00	b
Altern	28,13	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

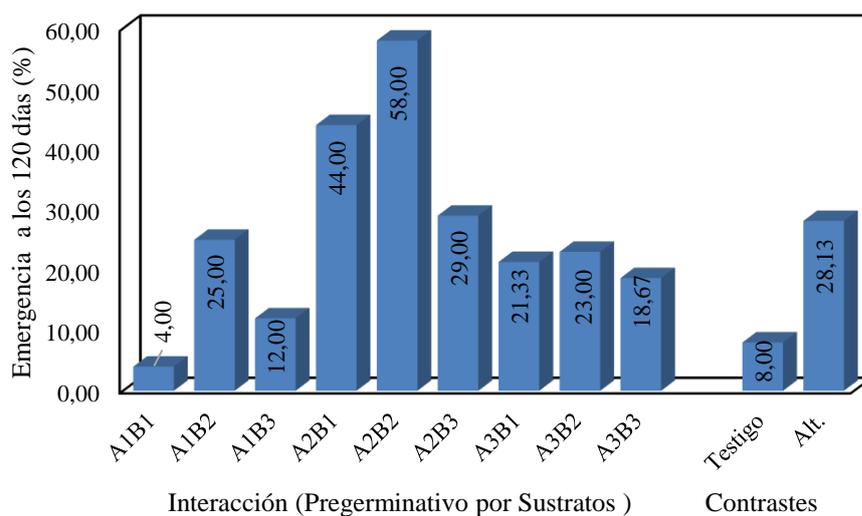


Gráfico 3-3: Porcentaje de emergencia a los 120 días.

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En el (Gráfico 3-3) se evidencia que el porcentaje de emergencia se incrementó considerablemente en la mayoría de tratamientos. Donde se aprecia que en la interacción

tratamientos pregerminativos por sustratos, A2B2: (Inmersión en agua a punto de ebullición de las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas + Turba Comercial) con 58% y A2B1(Inmersión en agua a punto de ebullición de las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas + arena de rio 50% + humus 50%) con 44%, se destacan como los tratamientos alternativos más eficaces. Mientras que A1B1 (Escarificación mecánica con lija de las semillas con una lija N 50 hasta que la presenten un aspecto poroso y remojar por 24 horas + arena de rio 50% + humus 50%) es el que menores resultados presenta.

Adicionalmente se aprecia que en la interacción testigo vs tratamientos alternativos, los alternativos son superiores con una media de 28,13%.

3.1.5. Supervivencia

En el siguiente gráfico se puede observar el porcentaje de semillas que vivieron en comparación con las semillas emergidas.

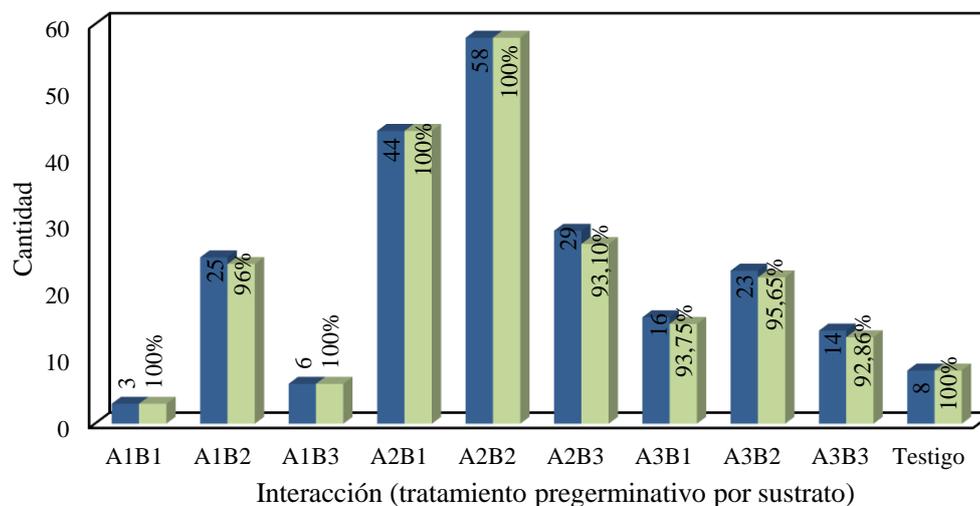


Gráfico 4-3: Porcentaje de supervivencia de las plantas

Realizado por: González Lasacano Denisse, 2021

De acuerdo al Gráfico 4-3 la interacción A1B1, A1B2, A2B1, A2B2 y Testigo obtuvieron el mejor porcentaje de supervivencia con el 100%, mientras que la interacción A3B3 muestra el porcentaje de supervivencia más bajo con un 92,65%. Esto representa que *C. spinosa* tuvo una supervivencia muy alta de forma general.

3.1.6. Diámetro basal en cm a los 30 días.

Para la variable diámetro basal a los 30 días, con respecto al análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, tampoco en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos; pero si se encontraron diferencias significativas para la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 15-3).

Tabla 15-3: Esquema de análisis de la varianza del diámetro basal en cm a los 30 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	15	0,02				
Trat. Totales	9	0,01	0,00	0,84	0,61	ns
Trat. Parc.	8	0,01	0,00	0,94	0,54	ns
T. Pregerminativo	2	0,00	0,00	0,84	0,48	ns
Sustratos	2	0,00	0,00	1,94	0,22	ns
Int. Preg x Sust.	4	0,00	0,00	0,49	0,74	ns
Control Vs Altern.	1	0,01	0,01	11,37	0,02	*
Error	6	0,01	0,00			
CV %			25,01			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

3.1.7. Diámetro basal en cm a los 60 días

Como se puede apreciar en el análisis de varianza para la variable diámetro basal a los 60 días, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, ni en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos; pero si se encontraron diferencias significativas para la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 16-3).

Tabla 16-3: Esquema de análisis de la varianza del diámetro basal en centímetros a los 60 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	27	0,06				
Trat. Totales	8	0,04	0,00	3,52	0,01	*
Trat. Parc.	8	0,04	0,00	3,52	0,01	*
T. Pregerminativo	2	0,03	0,02	11,57	0,00	**
Sustratos	2	0,00	0,00	1,39	0,27	ns
Int. Preg x Sust.	4	0,00	0,00	0,55	0,70	ns
Control Vs Altern.	1	0,09	0,09	63,55	0,00	**
Error	18	0,03	0,00			
CV %			18,51			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

3.1.8. Diámetro basal en cm a los 90 días

En la Tabla 17-3 para la variable diámetro basal a los 90 días, con respecto al análisis de varianza, existen diferencias altamente significativas en tratamientos pregerminativos y para la interacción del testigo vs tratamientos alternativos. Aunque no se encontraron diferencias significativas en sustratos y para la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos.

Tabla 17-3: Esquema de análisis de la varianza del diámetro en centímetros a los 90 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	30	0,27				
Trat. Totales	9	0,07	0,01	0,80	0,62	ns
Trat. Parc.	8	0,06	0,01	0,78	0,62	ns
T. Pregerminativo	2	0,03	0,01	1,47	0,25	ns
Sustratos	2	0,01	0,00	0,37	0,70	ns
Int. Preg x Sust.	4	0,02	0,01	0,64	0,64	ns
Control Vs Altern.	1	0,05	0,05	5,23	0,03	*
Error	21	0,20	0,01			
CV %			36,82			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Mediante el test de Tukey al 5% de significancia para diámetro basal a los 90 días, en el factor tratamientos pregerminativos presenta tres grupos de significancia (a-b-c), el tratamiento A1 alcanzó en rango “a” mientras que el tratamiento A3 se ubicó en el rango “c” (Tabla 18-3).

Tabla 18-3: Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos a los 90 días.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	0,32	a
A2	0,25	b
A3	0,25	c

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En la prueba de Tukey al 5% al analizar la interacción del testigo vs los tratamientos alternativos en la variable diámetro basal a los 90 días, presentan dos rangos (Tabla 19-3). Encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a”.

Tabla 19-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 90 días

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	0,20	b
Alt.	0,27	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

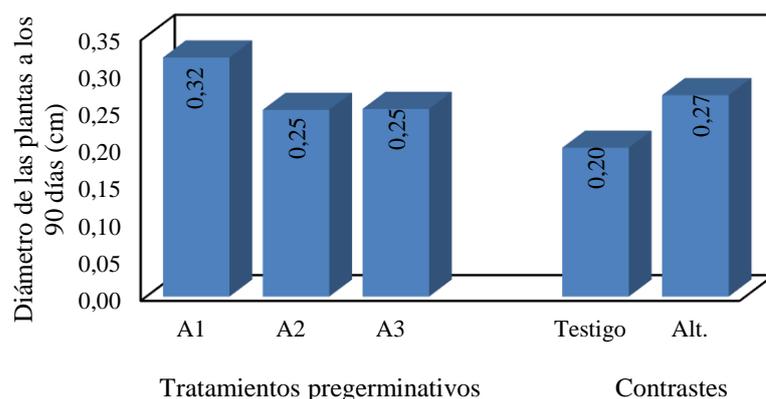


Gráfico 5-3: Diámetro a los 90 días.

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

De acuerdo al Gráfico 4-3, a la variable diámetro a los 60 días, el tratamiento pregerminativo que mayor diámetro presenta es A1: Escarificación mecánica con lija de las semillas con una lija N 50 y remojo por 24 horas, con un 0,32 %. Además, en la interacción del testigo vs tratamientos alternativos, el que mayor diámetro presenta son los tratamientos alternativos con un 0,27 %.

3.1.9. Diámetro basal en cm a los 120 días

De acuerdo al análisis de varianza para la variable diámetro basal a los 120 días no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos, ni en la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 20-3).

Tabla 20-3: Esquema de análisis de la varianza del diámetro en centímetros a los 120 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	34	0,39				
Trat. Totales	9	0,03	0,00	0,22	0,99	ns
Trat. Parc.	8	0,03	0,00	0,25	0,98	ns
T. Pregerminativo	2	0,01	0,01	0,43	0,65	ns
Sustratos	2	0,00	0,00	0,06	0,94	ns
Int. Preg x Sust.	4	0,01	0,00	0,26	0,90	ns
Control Vs Altern.	1	0,00	0,00	0,04	0,85	ns
Error	25	0,36	0,01			
CV %			132,29			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Es decir, los sustratos y tratamientos pregerminativos no influyeron significativamente en los resultados, en la variable diámetro a los 120 días

3.1.10. Altura en centímetros a los 30 días.

Según el análisis de varianza para la variable altura a los 30 días, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos, ni en la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 21-3).

Tabla 21-3: Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 30 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	15	5,26				
Trat. Totales	8	2,71	0,34	0,80	0,63	ns
Trat. Parc.	8	2,71	0,34	0,80	0,63	ns
T. Pregerminativo	2	0,55	0,28	0,65	0,56	ns
Sustratos	2	0,82	0,41	0,96	0,43	ns
Int. Preg x Sust.	4	1,34	0,33	0,79	0,57	ns
Control Vs Altern.	1	1,90	1,90	4,46	0,08	ns
Error	6	2,55	0,43			
CV %			39,93			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

El tratamiento pregerminativo que mayor altura alcanzo fue A1: Escarificación mecánica con lija: raspado de las semillas con una lija N 50 y remojo por 24 horas, con una media de 1,90 cm.

3.1.11. Altura en centímetros a los 60 días.

Como se puede apreciar en el análisis de varianza para la variable altura a los 60 días, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, ni en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos; pero si se encontraron diferencias significativas para la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 22-3).

Tabla 22-3: Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 60 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	27	32,14				
Trat. Totales	9	4,76	0,53	0,35	0,95	ns
Trat. Parc.	8	4,76	0,60	0,39	0,91	ns
T. Pregerminativo	2	3,31	1,66	1,09	0,36	ns
Sustratos	2	0,66	0,33	0,22	0,81	ns
Int. Preg x Sust.	4	0,79	0,20	0,13	0,97	ns
Control Vs Altern.	1	10,29	10,29	6,77	0,02	*
Error	18	27,38	1,52			
CV %			56,72			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

3.1.12. Altura en centímetros a los 90 días.

Con respecto al análisis de varianza para la variable altura a los 90 días, existen diferencias entre el testigo vs tratamientos alternativos. No presenta diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos y para la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos (Tabla 23-3).

Tabla 23-3: Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 90 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	30	71,50				
Trat. Totales	9	18,05	2,01	0,79	0,63	ns
Trat. Parc.	8	10,31	1,29	0,51	0,84	ns
T. Pregerminativo	2	3,85	1,93	0,76	0,48	ns
Sustratos	2	3,13	1,57	0,62	0,55	ns
Int. Preg x Sust.	4	3,33	0,83	0,33	0,86	ns
Control Vs Altern.	1	14,19	14,19	5,58	0,03	*
Error	21	53,45	2,55			
CV %			52,49			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la interacción entre el testigo y los tratamientos alternativos existen dos grupos de significancia (a-b), encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a”.

Tabla 24-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes a los 90 días

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	1,14	b
Alt.	3,17	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

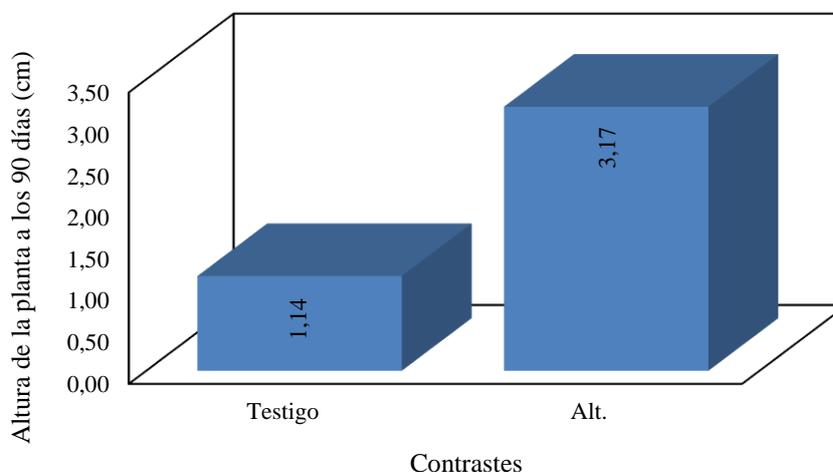


Gráfico 6-3: Altura en centímetros a los 90 días.

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En el (Gráfico 6-3) muestra que, en la interacción del testigo vs tratamientos alternativos, estos presentan un incremento de altura de 3,17%, en comparación con el testigo.

3.1.13. Altura en centímetros a los 120 días.

De acuerdo al análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia de las semillas de *C. spinosa* a los 120 días, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos, ni en la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 25-3).

Aunque no se presentaron diferencias estadísticas, se observaron diferencias numéricas, destacando así el tratamiento A1B2 con una altura de 5,84 cm (ANEXO 11).

Tabla 25-3: Esquema de análisis de la varianza de la altura en centímetros a los 120 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	34	158,94				
Trat. Totales	9	29,27	3,25	0,63	0,76	ns
Trat. Parc.	8	19,32	2,41	0,47	0,87	ns
T. Pregerminativo	2	11,23	5,62	1,08	0,35	ns
Sustratos	2	2,26	1,13	0,22	0,81	ns
Int. Preg x Sust.	4	5,83	1,46	0,28	0,89	ns
Control Vs Altern.	1	4,09	4,09	0,79	0,38	ns
Error	25	129,68	5,19			
CV %			54,21			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

3.1.14. Números de hojas a los 60 días.

Para la variable número de hojas a los 60 días, con respecto al análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, ni en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos; pero si se encontraron diferencias significativas en sustratos y para la interacción testigo vs tratamientos alternativos (Tabla 26-3).

Tabla 26-3: Esquema de análisis de la varianza del número de hojas a los 60 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	20	1,74				
Trat. Totales	8	1,29	0,16	3,89	0,02	*
Trat. Bloq.	8	1,29	0,16	3,89	0,02	*
T. Pregerminativo	2	0,24	0,12	2,86	0,10	ns
Sustratos	2	0,51	0,25	6,14	0,02	*
Int. Preg x Sust.	4	0,54	0,14	3,27	0,05	ns

Control Vs Altern.	1	1,72	1,72	41,69	0,00	**
Error	11	0,45	0,04			
CV %			17,14			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Mediante el test de Tukey al 5% de significancia para el factor sustratos presenta tres rangos de significancia (a-b-ab), el sustrato B2 alcanzó en rango “a” mientras que el sustrato B3 se ubicó en el rango “ab” (Tabla 27-3).

Tabla 27-3: Prueba de Tukey al 5% de sustratos

Sustratos	Media	Grupo
B1	1,13	ab
B2	1,35	a
B3	0,99	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En la prueba de Tukey al 5% al analizar la comparación del testigo vs los tratamientos alternativos en la variable número de hojas a los 60 días, presentan dos rangos (a-b). Encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a” (Tabla 28-3).

Tabla 28-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	0,00	b
Altern.	1,19	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

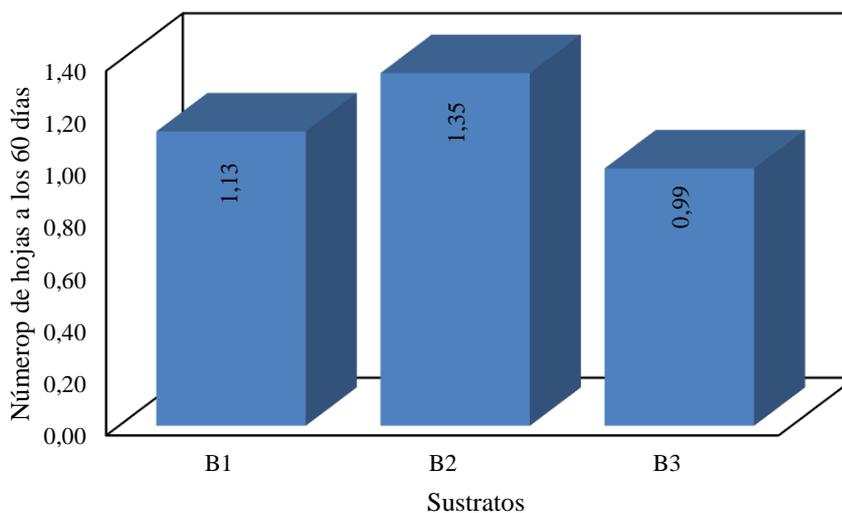


Gráfico 7-3: Número de hojas a los 60 días.

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

El (Gráfico 7-3) para número de hojas a los 60 días, muestra a B2: Turba Comercial como el mejor sustrato con 1,35 % en comparación con los demás sustratos.

3.1.15. *Números de hojas a los 90 días.*

Con respecto al análisis de varianza para la variable número de hojas a los 90 días, existen diferencias altamente significativas en tratamientos pregerminativos, y para la interacción testigo vs tratamientos alternativos. Aunque no se evidenciaron diferencias para el factor sustratos y en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos (Tabla 29-3).

Tabla 29-3: Esquema de análisis de la varianza del número de hojas a los 90 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	21	6,93				
Trat. Totales	9	5,82	0,65	7,02	0,00	**
Trat.Bloq.	8	4,60	0,58	6,24	0,00	**
T. Pregerminativo	2	4,35	2,18	23,62	0,00	**
Sustratos	2	0,31	0,16	1,69	0,23	ns
Int. Preg x Sust.	4	0,44	0,11	1,19	0,36	ns
Control Vs Altern.	1	3,55	3,55	38,52	0,00	**
Error	12	1,11	0,09			
CV %			14,60			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de significancia para tratamientos pregerminativos presenta dos grupos de significancia (a-b), donde el tratamiento A1 alcanzó en rango “a” (Tabla 30-3).

Tabla 30-3: Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	2,91	a
A2	2,02	b
A3	1,72	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Mediante la prueba de Tukey al 5% al analizar la interacción del testigo vs los tratamientos alternativos, presentan dos rangos (a-b), encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a” (Tabla 31-3).

Tabla 31-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	1,00	b
Altern.	2,13	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

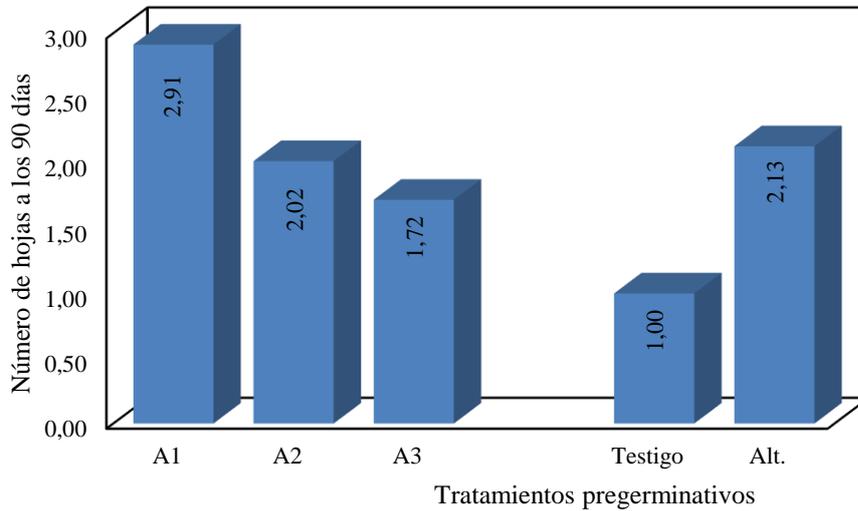


Gráfico 8-3: Número de hojas a los 90 días

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En el (gráfico 8-3) se evidencia que A1 (Escarificación mecánica con lija: raspado de las semillas con una lija N 50 y remojo por 24 horas) con 2,91%, presenta mayores resultados para la variable número de hojas a los 120 días.

Además muestra que en la interacción del testigo vs tratamientos alternativos, estos presentan un incremento de altura de 2,13%, en comparación con el testigo.

3.1.16. Números de hojas a los 120 días

De acuerdo al análisis de varianza para la variable número de hojas a los 120 días, existen diferencias altamente significativas en tratamientos pregerminativos; además presenta significancia en la interacción testigo vs tratamientos alternativos. Aunque no se evidenciaron diferencias para el factor sustratos y en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos (Tabla 32-3).

Tabla 32-3: Esquema de análisis de la varianza del número de hojas a los 120 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	25	13,21				
Trat. Totales	9	9,93	1,10	5,38	0,00	**
Trat. Bloq.	8	5,41	0,68	3,30	0,02	*

T. Pregerminativo	2	3,72	1,86	9,07	0,00	**
Sustratos	2	0,98	0,49	2,38	0,12	ns
Int. Preg x Sust.	4	0,72	0,18	0,88	0,50	ns
Control Vs Altern.	1	1,35	1,35	6,57	0,02	*
Error	16	3,28	0,20			
CV %			14,35			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Mediante el test de Tukey al 5% de significancia para tratamientos pregerminativos presenta dos rangos de significancia (a-b), el tratamiento A1 alcanzó en rango “a” (Tabla 33-3).

Tabla 33-3: Prueba de Tukey al 5% de tratamientos pregerminativos

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	3,98	a
A2	3,12	b
A3	3,01	b

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En la prueba de Tukey al 5% al analizar la interacción del testigo vs los tratamientos alternativos en la variable número de hojas a los 120 días, presentan dos rangos (a-b), encontrando a los tratamientos alternativos en el rango “a” (Tabla 34-3).

Tabla 34-3: Prueba de Tukey al 5% de los contrastes

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	2,00	b
Altern.	3,30	a

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

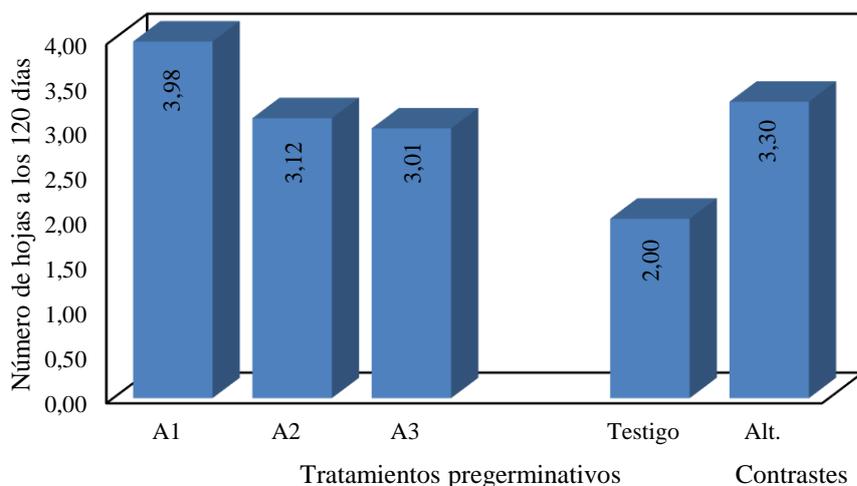


Gráfico 9-3: Número de hojas a los 120 días

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

En el (gráfico 9-3) se aprecia que A1 (Escarificación mecánica con lija: raspado de las semillas con una lija N 50 y remojo por 24 horas) con 3,98%, presenta mayores resultados para la variable número de hojas a los 120 días.

Muestra que, en la interacción del testigo vs tratamientos alternativos, estos presentan un incremento de altura de 3,30%, en comparación con el testigo.

3.1.17. Análisis estadístico del número de raíces a los 120 días.

En el análisis de varianza (Tabla 35-3) para la variable número de raíces a los 120 días, no se encontraron diferencias significativas en tratamientos pregerminativos, sustratos, en la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos, ni en la interacción testigo vs tratamientos alternativos. A2B2 (ANEXO 15) presentó el mayor número de raíces con un promedio de 102,83 cm

Tabla 35-3: Número de raíces a los 120 días.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	
Total	34	19313,75				
Trat. Totales	9	4872,49	541,39	0,94	0,51	ns
Trat. bLOQ.	8	3850,74	481,34	0,83	0,58	ns
T. Pregerminativo	2	160,65	80,32	0,14	0,87	ns
Sustratos	2	3164,57	1582,28	2,74	0,08	ns
Int. Preg x Sust.	4	525,53	131,38	0,23	0,92	ns
Control Vs Altern.	1	85,26	85,26	0,15	0,70	ns
Error	25	14441,25	577,65			
CV %			28,18			

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

A pesar de que no hay resultado en el factor sustrato, se observó que B2: Turba Comercial, es el que presenta mayor cantidad de raíces.

3.2. Presupuesto parcial

Para el análisis económico de los tratamientos, en la propagación de *Caesalpinia spinosa* mediante cuatro tratamientos pregerminativos en tres tipos de sustratos, bajo condiciones de invernadero, se siguió la metodología propuesta por (Perrin et al 1988), para lo cual se determinaron los costos variables por tratamiento (Tabla 36-3). Estos costos están dados por los diferentes sustratos utilizados y los costos de producción.

3.2.1. Costos variables del ensayo por Tratamiento

Los montos utilizados son: sustrato, mano de obra, costo de semillas, microorganismo y materiales para los tratamientos. Estos costos varían de acuerdo a porcentaje utilizado en cada tratamiento y están calculados en relación a un metro cuadrado.

Tabla 36-3: Costos variables del ensayo por tratamientos

Código	Tratamientos pregerminativos	Sustrato (\$/m2)	Costos que varían (\$/m2)
A1B1	0,5	11,41	11,91
A1B2	0,45	6,30	6,75
A1B3	0,45	15,83	16,28
A2B1	0,3	11,41	11,71
A2B2	0,3	6,30	6,60
A2B3	0,3	15,83	16,13
A3B1	0,6	11,41	12,01
A3B2	0,6	6,30	6,90
A3B3	0,6	15,83	16,43
Testigo	0,1	3,50	3,60

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

3.2.2. Beneficio neto del ensayo por tratamiento

Para poder determinar el beneficio neto obtenido de la propagación de Guarango, es imperativo conocer el rendimiento de cada tratamiento. Para ello debemos tomar en cuenta el área utilizada y cantidad plántulas vivas en etapa de crecimiento.

Tabla 37-3: Rendimiento de cada tratamiento

Tratamiento	Plantas vivas en etapa de crecimiento	Superficie de tratamiento (m2)	Rendimiento (und/m2)
A1B1	3	1,62	1,85
A1B2	25	1,62	15,43
A1B3	6	1,62	3,70
A2B1	44	1,62	27,16
A2B2	58	1,62	35,80
A2B3	29	1,62	17,90
A3B1	16	1,62	9,88
A3B2	23	1,62	14,20
A3B3	14	1,62	8,64
Testigo	8	1,62	4,94

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Tabla 38-3: Beneficio neto del ensayo por tratamiento

Tratamiento	Cód	Rendimiento (und/superficie tratamiento)	Rendimiento ajustado al 10% (und/1,62 m2)	Precio de la planta (\$/und)	Ingreso Bruto (\$/1,62 m2)	Costo que varían (\$/1,62 m2)	Beneficio Neto (\$/1,62 m2)
T1	A1B1	3,00	2,70	0,55	1,65	11,91	-10,26
T2	A1B2	25,00	22,50	0,55	13,75	6,75	7,00
T3	A1B3	6,00	5,40	0,55	3,30	16,28	-12,98
T4	A2B1	44,00	39,60	0,55	24,20	11,71	12,49
T5	A2B2	58,00	52,20	0,55	31,90	6,60	25,30
T6	A2B3	29,00	26,10	0,55	15,95	16,13	-0,18
T7	A3B1	16,00	14,40	0,55	8,80	12,01	-3,21
T8	A3B2	23,00	20,70	0,55	12,65	6,90	5,75
T9	A3B3	14,00	12,60	0,55	7,70	16,43	-8,73
Testigo	Testigo	8,00	7,20	0,55	4,40	3,60	0,80

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Según los costos de variables y los ingresos por tratamiento, se calculó los beneficios netos (Tabla 38-3) obteniendo los mejores resultados el tratamiento A2B2 (Inmersión en agua a punto de ebullición 30 s + Turba Comercial) con el mayor beneficio neto de USD 25.30.

3.2.3. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia se realizó, ordenando los tratamientos de menores a mayores según los totales de costos que varían. Este análisis recomendar un tratamiento en base a los beneficios (tabla 39-3).

Tabla 39-3: Análisis de dominancia de tratamientos

Tratamientos	Beneficio Neto (\$)	Costos que varían (\$)	Criterio
Testigo	0,8	3,60	ND
A2B2	25,3	6,60	ND
A1B2	7	6,75	D
A3B2	5,75	6,90	D
A2B1	12,49	11,71	D
A1B1	-10,26	11,91	D
A3B1	-3,21	12,01	D
A2B3	-0,18	16,13	D
A1B3	-12,98	16,28	D
A3B3	-8,73	16,43	D

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

3.2.4. Análisis marginal de tratamientos no dominados

Para calcular la tasa de retorno marginal (Tabla 46-3), los tratamientos no dominados fueron sometidos al cálculo del beneficio marginal y costo marginal.

Tabla 40-3: Tasa de retorno marginal por tratamientos

Tratamiento	Beneficio Neto (\$)	Costos Variable (\$)	Beneficio Marginal (\$)	Costo marginal (\$)	Tasa de Retorno Marginal	Tasa de Retorno Marginal (%)
Testigo	0,9	3,60				
A2B2	25,3	6,60	24,40	3,00	8,13	813,33

Realizado por: González Lascano Denisse, 2021

Podemos observar que el tratamiento A2B2 (Inmersión en agua a punto de ebullición 30 s + Turba Comercial) obtuvo la mayor tasa de retorno marginal de 813,33%, por lo que nos indica que utilizar este tratamiento es el más rentable al producir plántulas de *C. spinosa*.

3.3. Discusión

El tratamiento A2B2 en la variable porcentaje de emergencia presentó el mejor resultado con un 58%, el segundo corresponde a A2B1 con un valor de 44%, mientras que A1B1, es el tratamiento con menor porcentaje de germinación con una media de 4%. De acuerdo a lo expuesto, A2B2 supera en un 15,93% en referencia al valor máximo de 42,07% obtenido con el método físico (cautín) al evaluar los métodos de producción de plántulas de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en el vivero experimental CEASA (Lara, 2019, p. 45)

Es importante indicar que en el resto de variables a los 120 días no se evidenciaron diferencias significativas entre las interacciones. En la investigación realizada por García (2018, p. 34-76), concuerda con el resultado que no obtuvo diferencias estadísticas entre sus resultados de las variables altura, número de hojas. Esta homogeneidad encontrada en la altura de las plantas de los tratamientos en cuestión puede deberse al vigor de la semilla (González et al., 2008, pp 421-430) (García et al., 2016, p. 136).

Varias de las semillas que conocemos tienen una cubierta protectora, ésta se puede encontrar en su interior, en su exterior o en ambas; su germinación se inicia cuando el agua penetra esa cubierta Wightman, Cornelius y Ugarte (2006, p. 4), ya que la germinación inicia cuando hay disponibilidad de agua, y cuando se absorbe libera una secuencia de cambios metabólicos que incluyen respiración, síntesis proteica y movilización de reservas (Maldonado, Pujado y Squeo, 2002, p. 651-660) (Valverde, Morales y García, 2019, p. 120-132).

La finalidad de remojar las semillas en agua caliente es transformar las cubiertas duras, remover los inhibidores, suavizar las semillas y disminuir el tiempo de germinación. Este tratamiento a temperaturas y tiempos de inmersión diferentes, es altamente efectivo para romper la latencia en varias especies (Atencio et al., 2003, p. 1-3) (Veracruzana et al., 2018, p. 6-8). Para algunas especies, el choque térmico al sumergir las semillas en agua caliente puede ser más efectivo que el escarificado mecánico, pero la temperatura óptima y el tiempo de remojo dependen en gran medida de la especie y, si no está claro, puede producir resultados desfavorables (Veracruzana et al., 2018, p. 6-8).

En esta investigación el tratamiento pregerminativo más efectivo fue A2: inmersión en agua a punto de ebullición: sumergir las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C, después dejar enfriar y reposar por 24 horas, se obtuvo un porcentaje de emergencia a los 120 días de 43,67%. Esto que se corrobora con lo mencionado por Sánchez (2002, p. 2-3), quien indica que, el periodo de germinación mejora cuando las semillas son inhibidas y tratadas con agua caliente, mostrando ser una relación indirectamente proporcional, es decir al utilizar temperaturas más altas (80 – 100 °C,) y duración de remojo prolongada, los días de germinación se reduce de manera importante, donde los resultados obtenidos en dicha investigación refleja que el mejor tratamiento fue el someter a las semillas a 80°C por 24 horas.

El sustrato que presentó mayor efectividad fue B2: Turba Comercial, al obtener un porcentaje de emergencia de 35,33 %. Esto puede deberse a que la turba comercial presenta características como: capacidad de intercambio catiónico, la alta capacidad de retención de agua, el gran espacio poroso total, pueden lograr que la circulación de aire se eficaz y facilitar la extracción de agua de las raíces de las plantas (Ecolombriz, 2010, p. 2-6). La turba es un sustrato que se produce por la descomposición de residuos vegetales y que actualmente se está tapizando mucho. Su composición es variable, con el carbono como componente principal, con oxígeno, hidrógeno y nitrógeno en menor medida. Entre las características químicas de los sustratos debe considerarse contenido de nutrimentos, capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, CE, relación C/N y contenido de elementos fitotóxicos (Ansorena, 1994, p. 26)(Puerta et al., 2012, pp 298-306)(Gayosso et al., 2016, p. 7-9). Para alcanzar mejores resultados en el desarrollo de la planta en vivero su valor óptimo dependerá de la frecuencia de la fertirrigación.

En cuanto al análisis económico indica que el tratamiento A2B2 (Inmersión en agua a punto de ebullición 30 s + Turba Comercial) obtuvo el 813,3% de Retorno Marginal, lo que representa el mayor rubro del ensayo. Se utilizó la regla empírica de que indica que la Tasa de Retorno Marginal es aceptable cuando está entre el 50 -100%, seleccionando para este caso el 100%. De acuerdo con lo manifestado, A2B2 con un 813,3% supera al 3,73% de Retorno Marginal obtenido por el tratamiento A1B1 (Rotura total del endocarpio + Turba Comercial) al evaluar los tratamientos

pregerminativos y tipos de sustratos para la propagación sexual de olivo (*Olea europea*) (Moreta, 2020, p. 49). Cabe recalcar que el trabajo en comparación tiene un tratamiento pregerminativo diferente, pero utiliza el mismo sustrato, siendo este el rubro más alto.

CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis alternante; donde al menos uno de los tratamientos pre germinativos y sustratos a utilizar influyen en la emergencia, crecimiento y desarrollo de *Caesalpinia spinosa*, ya que si existen diferencias significativas.

El tratamiento pregerminativo el más efectivo en esta investigación fue A2: (Inmersión en agua a punto de ebullición: sumergir las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C, después dejar enfriar y reposar por 24 horas), con un porcentaje de emergencia de 43,67 % a los 120 días.

El sustrato con mayor efectividad fue B2: Turba Comercial donde se pudo identificar un porcentaje de emergencia de 35,33 %.

En la interacción de factores (tratamiento pregerminativo * sustrato) A2B2 (inmersión en agua a punto de ebullición: sumergir las semillas durante 30 segundos en agua a 92°C y después dejar enfriar y reposar por 24 horas + Turba Comercial) fue el mejor en cuanto a porcentaje de emergencia con un 58 %. Los tratamientos menos eficaces en porcentaje de emergencia son: A1 B1 (Escarificación mecánica con lija + arena de río 50% + humus 50%), y A1B3 (Escarificación mecánica con lija + Tierra 30% + Arena 40% + humus 30%) con un 4% y 12% respectivamente.

El crecimiento de las variables diámetro, altura y longitud de raíz no mostraron diferencias significativas para tratamientos pregerminativos, sustratos y la interacción tratamientos pregerminativos por sustratos, según las evaluaciones realizadas en los periodos de evaluación contemplados en esta investigación.

Al utilizar A2B2 (inmersión en agua a punto de ebullición 30 s + Turba Comercial) para propagar *Caesalpinia spinosa* se pudo observar que si es rentable ya que se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal de 813,33%.

RECOMENDACIONES

Realizar la propagación de plantas de *Caesalpinea spinosa* utilizando turba comercial como sustrato, ya que presenta elevada capacidad de intercambio catiónico, espacio poroso elevado, gran capacidad de retención de humedad, presentan mayor aireación lo que ayuda a las raíces a tomar más oxígeno para incrementar las tasas de crecimiento. Además, requiere menor tiempo para su preparación, poca utilización de mano de obra en labores culturales y disminuye considerablemente la incidencia de enfermedades.

Realizar una investigación que considere distintos tiempos de remojo de las semillas en los tratamientos pregerminativos, ya que en el presente estudio solo se probó con un tiempo de remojo de 24 horas.

Desarrollar estudios con aplicaciones nutricionales para poder evidenciar diferencias significativas con respecto a las variables diámetro, altura, número de hojas y longitud de raíz, ya que en la presente investigación se encontraron diferencias numéricas mínimas, pero no diferencias estadísticas. Debido a que en varias investigaciones se evidencia que entre los 120 – 150 días las plantas poseen alturas superiores a los 20 cm.

GLOSARIO

Capacidad de intercambio catiónico: La capacidad de intercambio catiónico se refiere a la propiedad que tienen los coloides del suelo para absorber iones, principalmente cationes Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+) (Figura15), que desde el punto de vista edafológico cumplen funciones nutritivas para las plantas. La fracción del suelo que posee esta propiedad, son las arcillas coloidales y en mayor proporción los coloides orgánicos o humos. Esta propiedad (CICT) es una expresión del número de sitios de absorción de cationes por unidad de peso del suelo y en general se define como la suma total de cationes (Cabre ra et al., 2019, pp 49-62).

Escarificación: Se trata de abrasar la cubierta de la semilla (tegumento) para permitir que la humedad y el aire entre en contacto con el embrión y active el proceso de germinación. La escarificación puede ser física-mecánica: por ejemplo, lijando la superficie, haciendo pequeños cortes o fracturando la cubierta, teniendo cuidado de no dañar el interior de la semilla; o mediante productos químicos como ácidos o inmersión en agua (Entre semillas, 2016, p. 2).

Latencia: La latencia o dormancia de las semillas es un mecanismo de sobrevivencia de las especies, controlado genéticamente e influenciado por condiciones desfavorables de humedad, temperatura y luz.(Aristizábal, 2019, p. 1)

Ph: La propiedad química del suelo por excelencia para valorar la acidez es el pH (potencial de iones de Hidrógeno o hidrogeniones). El valor de pH expresa la concentración de iones libres de hidrógeno (H^+) en la solución del suelo. Entre más alta sea la concentración de H^+ menos será el pH y mayor la acidez. El rango de pH va de 0-14. En los suelos agrícolas sus valores normalmente varían entre 4 y 10 (Fondo Nacional del Café, 2016, p. 1-12).

Propagación: La propagación de plantas consiste en realizar su multiplicación a través de métodos sexuales o asexuales. El método sexual es uno de los métodos que más se utiliza en la reproducción y es el más eficiente en la propagación de plantas cultivadas. Sin embargo, muchas plantas tienen la capacidad de reproducirse asexualmente, ya sea por regeneración de órganos vegetativos como raíces y tallos o por semillas apomícticas. Aunque la propagación asexual continúa, puede provocar la desaparición de genotipos, muchas plantas que reproducen asexualmente, de manera intermitentemente también utilizan la reproducción sexual para producir nuevos genotipos en los que ocurre la selección natural (Torres, 2017, pp 1-4)

BIBLIOGRAFÍA

ALANUCA Wilma. Diagnóstico del potencial agroindustrial de la tara (*Caesalpinia spinosa*) EN Cotopaxi [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería), Universidad Técnica De Cotopaxi, Latacunga. 2017, pp. 101. Disponible en:
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>.

SÁNCHEZ, A. "Efecto del tratamiento con agua caliente e imbibición sobre la germinación de semillas de *L. Leucocephala*". Revista Científica [en línea], (Venezuela) 2002. vol. 12, pp. 2-3.

ALVAREZ, Jorge, & RICO, Heri. Respuesta de la albahaca (*Ocimum basilicum* L) variedad genovesa a la propagación con cuatro sustratos en una casa malla en la granja de la Universidad de los Llanos, sede Barcelo [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de los Llanos, Villavicencio, España. 2018. pp. 1-4. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en:
[https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1366/3/Respuesta de la Albahaca....pdf](https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1366/3/Respuesta%20de%20la%20Albahaca....pdf).

ANSORENA, J. *Sustratos : propiedades y caracterización*. Madrid: Mundi-Prensa, 1994. ISBN 84-7114-481-6, p. 26.

ARISTIZÁBAL, D. "Semillas latentes o germinación diferida". AGRONEGOCIOS [en línea], 2019. pp. 1. [Consulta: 4 marzo 2021]. Disponible en:
<https://www.agronegocios.co/analisis/diego-aristizabal-quintero-2769266/semillas-latentes-o-germinacion-diferida-2890890>.

ATENCIO, L; et al. "Tratamientos pregerminativos en acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae". SciELO [en línea], 2003. vol. 20 (1), pp. 1-3. [Consulta: 4 marzo 2021]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000100007.

BILBAO, E. Estudio de tratamientos pregerminativos en semilla de *Fagus sylvatica* L. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad pública de Navarra. 2010. S.l.: s.n. [Consulta: 17 enero 2021]. Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/2269/577286.pdf?sequence=1&iAllowed=y>.

BOSQUES MEDITERRÁNEOS. "Procesos de escarificación, estratificación y conservación de semillas". PortalFrutícola [en línea], 2017. pp. 2-4. [Consulta: 3 marzo 2021]. Disponible en:
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/11/08/procesos-de-escarificacion-estratificacion-y-conservacion-de-semillas/>.

CABASCANGO CUASCOTA, Alex Dario, & PARRA MADERA, Stalin Javier. Evaluación De Las Propiedades Físicas Y Químicas Del Suelo En Áreas Con Cultivos Transitorios De La

Parroquia Pimampiro, Provincia Imbabura [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2019, pp. 12-16. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en: [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9823/2/03 RNR 340 TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9823/2/03_RNR_340_TRABAJO_GRADO.pdf).

CABELLO, I. Tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. *Monografía* [en línea], 2010. pp. 48. Disponible en: http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1373/Monografia_tara_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1.

CABRERA, A; et al. *Manual para el curso de edafología laboratorio y campo*. Perfil de suelo 3 Manual de campo y laboratorio de edafología. . S.l, 2019. pp. 49-62.

CATALÁN, G. "El pH del suelo en la agricultura". Agropal S.L [en línea], 2016. pp. 3. [Consulta: 14 marzo 2021]. Disponible en: <http://www.agropal.com/es/el-ph-del-suelo/>.

CHÁVEZ GUZMÁN, Cecilia Verónica. & MENDO CHÁVEZ, Nelson Demetrio. Plan de negocios para la empresa San Pedro dedicada a la producción y comercialización de tara o taya en vaina en la provincia de San Marcos Cajamarca-2006. [Linea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. 2007. pp. 2-6.

CIMMYT. "La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos". Un manual metodológico de evaluación económica [en línea], 1988. pp. 15-33. [Consulta: 8 febrero 2021]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>.

DE LA TORRE, L. La Tara beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales. *Monografía* [en línea], 2018. pp. 52. Disponible en: <https://condesan.org/recursos/la-tara-beneficios-ambientales-recomendaciones-manejo-sostenible-relictos-bosque-sistemas-agroforestales/>.

DELGADO, M; et al. Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 2016. vol. 32, no. 4, pp. 455-462. DOI 10.20937/RICA.2016.32.04.09.

ECOLOMBRIZ. "La turba: el abono perfecto para las plantas". PortalFruticola [en línea], 2010. pp. 2-6. [Consulta: 28 enero 2021]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/10/la-turba-el-abono-perfecto-para-las-plantas-usos-en-la-agricultura/>.

ENTRE SEMILLAS. Escarificación y estratificación de semillas. Entre semillas [en línea], 2016. pp. 2- undefined. [Consulta: 4 marzo 2021]. Disponible en:

<https://entresemillas.com/blog/escarificacion-y-estratificacion-de-semillas/>.

FAO & DANIDA. *Guía para la manipulación de semillas forestales*. En: R.L.WILLAM (ed.), 1, 1991. pp. 420-500.

FONDO NACIONAL DEL CAFÉ. La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café. [en línea], 2016. no. Tabla 1, pp. 1-12. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0466.pdf>.

GARCÍA, J; et al. *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas*. S.l, 2016.

GARCÍA, P. Evaluación agronómica de plántulas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) propagadas por semillas , con tres tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamientos pregerminativos en Laguacoto I. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Estatal de Bolívar, 2018. pp. 34-76.

GAYOSSO, S; et al. SUSTRATOS PARA PRODUCCIÓN DE FLORES SUBSTRATES FOR GROWING FLOWERS. *Agrociencia*, 2016. pp. 7-9.

GONZÁLEZ, G; et al. "Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajío". *Agricultura Técnica en México* [en línea], 2008. pp. 421-430. S.l.: [Consulta: 28 enero 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n4/v34n4a5.pdf>.

GONZALEZ, J. Manual Basico SPSS. [en línea], 2009. pp. 35-40. S.l.: [Consulta: 3 marzo 2021]. Disponible en: https://www.fibao.es/media/uploads/manual_basico_spss_universidad_de_talca.pdf.

INTAGRI. "Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas". ¿Cómo afectan las propiedades físicas el desarrollo de los cultivos? [en línea], 2017. pp. 5. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>.

LARA, R. Evaluación de métodos de producción de plántulas de guarango (*Caesalpinia spinosa*), en el vivero experimental ceasa de la Universidad Técnica de Cotopaxi [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ctopaxi, Latacunga, 2019. s.n, s.n, p.45

MAE. *Especies Forestales Bosques Secos Ecuador. Bosques Secos en Ecuador y su diversidad* [en línea], 2012. pp. 162-187. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>.

MALDONADO, C; et al. "El efecto de la disponibilidad de agua durante el crecimiento de

Lycopersicon chilense sobre la capacidad de sus semillas para germinar a distintas temperaturas y concentraciones de manitol y NaCl". Revista Chilena de Historia Natural, 2002. vol. 75 (4), pp. 651-660.

MENDOZA, Y. *La cadena de valor en la producción de tara de la región Tacna para su vinculación con el comercio internacional en los años 2014 y 2015*. S.l.: Univesidad privada de Tacna, 2016. pp. 2-16.

MORETA, Diana. Evaluación de cuatro tratamientos pregerminativos con tres tipos de sustratos para la propagación sexual de olivo (*Olea europea*), en el vivero forestal, sector Catiglata, cantón Ambato (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Recursos Naturales. Riobamba. 2020. s.n, p.49

MORETA, R. Evaluación de tres sustratos y cuatro dosis de humus para la producción de primula (*Primula acaulis*), bajo invernadero (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador. Quito. 2014. p 15.

NARVAEZ, A. & CALVO, A. "Las poblaciones naturales de la tara (*Caesalpinia spinosa*) en el Ecuador : una aproximación al conocimiento de la diversidad genética y el contenido de taninos por medio de estudios". Serie investigación y Las poblaciones naturales de la tara (Caesal. , no. January, 2010. pp. 21.

NAVAS, A. Inventariación y evaluación de árboles de guarango (*Caesalpinia spinosa*) y determinación de áreas potenciales para su cultivo en cuatro comunidades del Canton Guano. [en línea], (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Recursos Naturales. Riobamba. 2011. pp. 140. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/777/1/33T0082.pdf>.

PIRE, R. & PEREIRA, A. "Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. propuesta metodológica". Bioagro. S.l, 2003. pp. 45-63.

PUERTA, C.E; et al. "Seedling production of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) in organic substrates based in coconut fiber mixtures". Revista Científica UDO Agrícola, 2012. S.l, pp. 298- 306.

RAMIREZ, E. *Evaluación de dos lixiviados y cuatro sustratos en la producción de Gmelina arbórea (melina) en el vivero municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas*, 2018. pp. 30-50.

SILVESTRE, B. Evaluación del efecto de cinco sustratos en el desarrollo de plantas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) en vivero, en la comuna entre ríos, Provincia de Santa Elena [en línea] (Trabajo de titulación), 2019. p. 13. S.l.: s.n. [Consulta: 13 marzo 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4980/1/UPSE-TIA-2019-0017.pdf>.

SMART. "El fósforo en suelo y agua". Smart Fertilizer [en línea], 2020. pp. 2. [Consulta: 14 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/phosphorus/>.

TORRES, H. *Manual de Prácticas de la Unidad de Aprendizaje* [en línea], 2017. S.l.: s.n, pp.1-4 [Consulta: 4 marzo 2021]. ISBN 9786078534203. Disponible en: www.ecorfan.org.

VALVERDE, K; et al. Germinación de semillas de *Crescentia alata* (Bignoniaceae) en distintas condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento. *Revista de Biología Tropical*, , 2019. vol. 67, no. 2SUPL, pp. 120-132. ISSN 0034-7744. DOI 10.15517/rbt.v67i2supl.37211.

VARELA, S. & ARANA, V. *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. , 2010. pp. 6.

VERACRUZANA, F; et al. "Promoción de la emergencia de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong". Recursos Genéticos Forestales. 2018. vol. 20, no. 1, pp. 6-8. ISSN 1405-7247.

WEATHER SPARK. "Clima promedio en Ambato, Ecuador, durante todo el año". Weather Spark. [en línea], 2020. [Consulta: 9 julio 2021]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/20027/Clima-promedio-en-Ambato-Ecuador-durante-todo-el-año>.

WIGHTMAN, K; et al. "Plantemos Madera! Manual Sobre el Establecimiento, Manejo, Aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonia peruana | Kevyn Elizabeth Wightman". Academia.edu [en línea], 2006. Lima: s.n. [Consulta: 4 marzo 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/1977169/Plantemos_Madera_Manual_Sobre_el_Establecimiento_Manejo_Aprovechamiento_de_plantaciones_maderables_para_productores_de_la_Amazonia_peruana.

ANEXOS

ANEXO A: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 30 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	11,43	a
A2	10,00	a
A3	8,00	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	4,00	a
B2	15,56	a
B3	4,67	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	4,00	a
A1B2	21,33	a
A1B3	4,00	a
A2B1	4,00	a
A2B2	15,00	a
A2B3	5,33	a
A3B1		
A3B2	8,00	a
A3B3		

ANEXO B: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	4,00	a
A1B2	26,67	a
A1B3	8,00	a
A2B1	17,33	a
A2B2	31,00	a
A2B3	14,00	a
A3B1	6,67	a
A3B2	11,00	a
A3B3	8,00	a

ANEXO C: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 90 DÍAS.

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	4,00	a
A1B2	24,00	a
A1B3	10,00	a
A2B1	36,00	a
A2B2	45,00	a
A2B3	22,00	a
A3B1	16,00	a
A3B2	20,00	a
A3B3	13,33	a

ANEXO D: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 30 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	0,14	a
A2	0,15	a
A3	0,11	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	0,10	a
B2	0,15	a
B3	0,14	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	0,10	a
A1B2	0,16	a
A1B3	0,14	a
A2B1	0,10	a
A2B2	0,17	a
A2B3	0,14	a
A3B1	0,00	a
A3B2	0,11	a
A3B3	0,00	a

ANEXO E: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	0,26	a
A2	0,19	a
A3	0,17	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	0,19	a
B2	0,22	a
B3	0,19	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	0,30	a
A1B2	0,26	a
A1B3	0,24	a
A2B1	0,19	a
A2B2	0,21	a
A2B3	0,17	a
A3B1	0,16	a
A3B2	0,18	a
A3B3	0,18	a

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	0,00	a
Alt.	0,20	a

ANEXO F: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 90 DÍAS.

Sustratos	Media	Grupo
B1	0,26	a
B2	0,29	a
B3	0,26	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	0,35	a
A1B2	0,35	a
A1B3	0,25	a
A2B1	0,25	a
A2B2	0,28	a
A2B3	0,23	a
A3B1	0,22	a
A3B2	0,24	a
A3B3	0,32	a

ANEXO G: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE DIÁMETRO A LOS 120 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	0,07	a
A2	0,11	a
A3	0,09	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	0,10	a
B2	0,10	a
B3	0,08	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	0,07	a
A1B2	0,05	a
A1B3	0,09	a
A2B1	0,10	a
A2B2	0,15	a
A2B3	0,10	a
A3B1	0,12	a
A3B2	0,09	a
A3B3	0,05	a

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	0,09	a
Alt.	0,09	a

ANEXO H: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	1,77	a
A2	1,46	a
A3	1,94	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	1,04	a
B2	1,71	a
B3	1,74	a

ANEXO I: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	2,73	a
A2	2,12	a
A3	1,82	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	2,26	a
B2	2,28	a
B3	1,93	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	3,00	a
A1B2	2,72	a
A1B3	2,60	a
A2B1	2,15	a
A2B2	2,23	a
A2B3	1,97	a
A3B1	2,17	a
A3B2	1,88	a
A3B3	1,18	a

ANEXO J: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 90 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	3,74	a
A2	3,06	a
A3	2,81	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	3,38	a
B2	3,37	a
B3	2,64	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	3,85	a
A1B2	4,02	a
A1B3	3,06	a
A2B1	2,94	a
A2B2	3,33	a
A2B3	2,92	a
A3B1	3,65	a

A3B2	2,77	a
A3B3	1,65	a

ANEXO K: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE ALTURA DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	5,27	a
A2	4,27	a
A3	3,75	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	4,57	a
B2	4,57	a
B3	3,97	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	4,78	a
A1B2	5,84	a
A1B3	4,86	a
A2B1	4,22	a
A2B2	4,26	a
A2B3	4,34	a
A3B1	4,81	a
A3B2	3,60	a
A3B3	2,89	a

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	2,72	a
Alt.	4,39	a

ANEXO L: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	1,32	a
A2	1,22	a
A3	1,05	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	1,00	a
A1B2	1,54	a
A1B3	1,00	a
A2B1	1,26	a
A2B2	1,53	a
A2B3	0,87	a
A3B1	1,00	a

A3B2	1,00	a
A3B3	1,17	a

ANEXO M: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 90 DÍAS.

Sustratos	Media	Grupo
B1	1,98	a
B2	2,27	a
B3	2,08	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	3,00	a
A1B2	2,85	a
A1B3	3,00	a
A2B1	1,92	a
A2B2	2,20	a
A2B3	1,93	a
A3B1	1,58	a
A3B2	1,74	a
A3B3	1,83	a

ANEXO N: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS.

Sustratos	Media	Grupo
B1	3,48	a
B2	3,41	a
B3	3,00	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	4,50	a
A1B2	3,95	a
A1B3	3,00	a
A2B1	3,03	a
A2B2	3,30	a
A2B3	3,03	a
A3B1	3,13	a
A3B2	2,97	a
A3B3	2,96	a

ANEXO O: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LONGITUD DE RAÍZ A LOS 120 DÍAS.

T. Pregerminativo	Media	Grupo
A1	90,11	a
A2	87,50	a
A3	84,32	a

Sustratos	Media	Grupo
B1	88,90	a
B2	97,00	a
B3	72,36	a

Int. Preg x Sust.	Media	Grupo
A1B1	98,00	a
A1B2	94,50	a
A1B3	69,52	a
A2B1	88,00	a
A2B2	102,83	a
A2B3	71,67	a
A3B1	81,00	a
A3B2	93,67	a
A3B3	75,17	a

Control Vs Altern.	Media	Grupo
Testigo	70,25	a
Alt.	87,23	a

ANEXO P: LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE SEMILLAS



ANEXO Q: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS



ANEXO R: SUSTRATOS



ANEXO S: LLENADO DE BANDEJAS



ANEXO T: GERMINACIÓN DE PLANTAS DE *CAESALPINEA SPINOSA* A LOS 30 DÍAS



ANEXO U: GERMINACIÓN DE PLANTAS DE *CAESALPINEA SPINOSA* A LOS 90 DÍAS



ANEXO V: DISTRIBUCIÓN DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR



ANEXO W: GERMINACIÓN DE PLANTAS A LOS 120 DÍAS



ANEXO X: TOMA DE DATOS



ANEXO Y: MEDICIÓN DE RAÍZ

