



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

**“EVALUACIÓN DE CINCO MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN Y  
DOS SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE  
NOGAL (*Juglans neotropica*), EN EL VIVERO GUASLÁN, CANTÓN  
RIOBAMBA.”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentada para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:** GUANOLEMA TUQUINGA MAURO PATRICIO

**DIRECTORA:** ING. VILMA FERNANDA NOBOA SILVA MSC

Riobamba - Ecuador

2022

**©2022, Guanolema Tuquinga Mauro Patricio**

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, Mauro Patricio Guanolema Tuquinga declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de marzo del 2022.

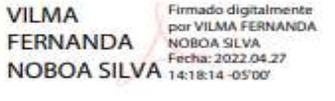


**Mauro Patricio Guanolema Tuquinga**

**0603965211**

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN DE CINCO MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN Y DOS SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE NOGAL (*Juglans neotropica*), EN EL VIVERO GUASLÁN, CANTÓN RIOBAMBA.**” realizado por el señor **MAURO PATRICIO GUANOLEMA TUQUINGA** 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO	24 – marzo - 2022
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva Msc. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 VILMA FERNANDA NOBOA SILVA	24 – marzo - 2022
Ing. Daniel Arturo Román Robalino Msc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 DANIEL ARTURO ROMAN ROBALINO	24 – marzo – 2022

## **DEDICATORIA**

A mis padres César y Mercedes por su sacrificio y su infinito amor que me han brindado durante toda mi vida, por sus consejos, por inculcarme las cosas de Dios desde pequeño, por su confianza puesta en mí para cumplir esta meta. A mis hermanos Raúl y Augusto que siempre han estado ahí conmigo apoyándome, dándome ánimos para poder culminar mi carrera. A mis abuelitos Cecilio y Nicolasa también a mi abuelita María y a mi abuelito desde el cielo Pachito que me supieron brindar su apoyo en todo lo que necesitaba. A mi esposa Verónica por su apoyo incondicional, por darme ánimos para poder culminar mi carrera por su ayuda en mi trabajo de titulación y en el trabajo de campo y siempre estar ahí para sacar nuestra familia adelante. A mi hijo Santiago por ser mi motor de arranque para salir adelante y que algún día se sienta orgulloso de mí como su padre, por hacer de mis días los más felices de mi vida, por darme fuerzas cuando estaba derrotado. A mis tíos, tías, primos y primas por darme palabras de aliento para seguir adelante, en especial a mi Tío Mario por ser como mi segundo padre, que me ayudó en todo lo que necesitaba por brindarme sus consejos y sabiduría, por apoyarme en mis momentos difíciles. A mis amigos en especial al grupo de los MORLACOS que con ellos pasamos diferentes anécdotas, momentos amenos y sanos en nuestra querida y amada ESPOCH.

Mauro

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por su gran amor y misericordia que me ha tenido durante toda mi vida, por ser mi guía y fortaleza en los momentos más difíciles que he atravesado. Por darme unos padres ejemplares, luchadores que han sabido sacar adelante a su familia de cualquier obstáculo que se ha presentado en la vida. A mis padres por haberme dado la vida e inculcar valores desde pequeño, por darme la oportunidad de superarme y ser alguien en la vida. Por siempre velar por mí y hacer hasta lo imposible para que no me llegue a faltar nada durante el periodo de mi carrera y poder alcanzar mi meta. A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal por sus enseñanzas compartidas en cada una de las aulas, por enseñarnos el importante valor que tiene el medio ambiente y sus beneficios a la sociedad, de esta manera convirtiendo buenos profesionales. A mi tribunal conformado por los ingenieros Vilma Noboa (Directora) y Daniel Román (Miembro), por su tiempo, enseñanza y sugerencias para la realización de mi trabajo de titulación. Finalmente quiero agradecer a la gloriosa y respetada ESPOCH.

Mauro

## TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS .....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN .....	14

### CAPÍTULO I

<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>17</b>
1.1	CULTIVO DE NOGAL EN EL ECUADOR .....	17
1.1.1	<i>Origen y distribución.</i> .....	17
1.1.2	<i>Clasificación taxonómica.</i> .....	18
1.1.3	<i>Crecimiento y cultivo.</i> .....	18
1.2	MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN. ....	20
1.2.1	<i>Escarificación Mecánica.</i> .....	21
1.2.2	<i>Escarificación Física.</i> .....	21
1.2.3	<i>Escarificación Química.</i> .....	21
1.3	SUSTRATOS.....	22
1.3.1	<i>Tipos de sustratos.</i> .....	22
1.4	PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS. ....	19
1.4.1	<i>Patrones</i> .....	6
1.4.2	<i>Patrón clonal.</i> .....	19
1.4.3	<i>Patrones Francos.</i> .....	6
1.5	IMPORTANCIA, VALOR NUTRICIONAL Y USOS.....	19

### CAPÍTULO II

<b>2</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>24</b>
2.1	MATERIALES Y MÉTODOS. ....	24
2.1.1	<i>Caracterización del lugar.</i> .....	24
2.1.2	<i>Materiales</i> .....	25
2.2	METODOLOGÍA .....	26
2.2.1	<i>Descripciones del campo experimental.</i> .....	26

2.2.2	<i>Descripción de los métodos de escarificación</i> .....	26
2.2.3	<i>Factores en estudio</i> .....	27
2.3.1	<i>Esquema de análisis de varianza</i> .....	28
2.4	VARIABLES EN ESTUDIO .....	29
2.4.1	<i>Porcentaje de germinación a los 45 días.</i> .....	29
2.4.2	<i>Porcentaje de sobrevivencia.</i> .....	29
2.4.3	<i>Diámetro del tallo.</i> .....	29
2.4.4	<i>Altura del tallo.</i> .....	29
2.4.5	<i>Longitud de la raíz.</i> .....	29
2.4.6	<i>Costo de producción de cada tratamiento.</i> .....	29
2.5	MANEJO DEL ENSAYO.....	30
2.5.1	<i>Recolección de fruta de nogal en el campo.</i> .....	30
2.5.2	<i>Despulpado de la fruta y secado de la semilla.</i> .....	30
2.5.3	<i>Almacenamiento.</i> .....	30
2.5.4	<i>Tratamientos de escarificación de semillas.</i> .....	30
2.5.5	<i>Preparación de sustratos y llenado de las fundas de polietileno.</i> .....	30
2.5.6	<i>Siembra de las semillas.</i> .....	30
2.5.7	<i>Labores Culturales.</i> .....	31

### **CAPÍTULO III**

<b>3</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
3.1	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN. ....	32
3.1.1	<i>Porcentaje de germinación a los 60 días después de la siembra.</i> .....	32
3.2	PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA.....	34
3.2.1	<i>Porcentaje de supervivencia a los 90 días después de la siembra.</i> .....	34
3.3	DIAMETRO DEL TALLO.....	36
3.3.1	<i>Diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra.</i> .....	36
3.3.2	<i>Diámetro del tallo a los 90 días después de la siembra.</i> .....	39
3.4	ALTURA DEL TALLO.....	42
3.4.1	<i>Altura del tallo a los 60 días después de la siembra.</i> .....	43
3.4.2	<i>Altura del tallo a los 90 días después de la siembra.</i> .....	45
3.5	LONGITUD DE LA RAÍZ.....	50
3.5.1	<i>Longitud de la raíz a los 60 días después de la siembra.</i> .....	50
3.5.2	<i>Longitud de la raíz a los 90 días después de la siembra.</i> .....	52
3.6	ANÁLISIS ECONÓMICO EN BASE A LA RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.....	56

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación taxonómica del Nogal ( <i>Junglans neotropica</i> ) .....	18
<b>Tabla 2-2:</b>	Descripciones del campo experimental. ....	26
<b>Tabla 3-2:</b>	Codificaciones de los tratamientos en estudio.....	28
<b>Tabla 4-2:</b>	ADEVA. ....	28
<b>Tabla 5-3:</b>	Análisis de varianza para el porcentaje de supervivencia a los 90 días.....	35
<b>Tabla 6-3:</b>	Porcentaje de supervivencia. ....	35
<b>Tabla 7-3:</b>	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 60 días. ....	36
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días. ....	40
<b>Tabla 9-3:</b>	Análisis de varianza para la altura del tallo a los 60 días. ....	43
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días. ....	46
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 60 días. ....	50
<b>Tabla 12-3:</b>	Análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 90 días. ....	52
<b>Tabla 13-3:</b>	Análisis económico en base a la relación beneficio/costo.....	56

## ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Porcentaje de germinación a los 60 días, para métodos de escarificación. ....	33
<b>Gráfico 2-3:</b>	Porcentaje de germinación a los 60 días, para sustratos.....	34
<b>Gráfico 3-3:</b>	Diámetro del tallo a los 60 días, para métodos de escarificación.....	37
<b>Gráfico 4-3:</b>	Diámetro del tallo a los 60 días para sustratos. ....	38
<b>Gráfico 5-3:</b>	Diámetro del tallo a los 60 días para métodos de escarificación*sustratos--.....	39
<b>Gráfico 6-3:</b>	Diámetro del tallo a los 90 días, para métodos de escarificación.....	40
<b>Gráfico 7-3:</b>	Diámetro del tallo a los 90 días, para sustratos. ....	41
<b>Gráfico 8-3:</b>	Diámetro del tallo a los 90 días para métodos de escarificación*sustratos.....	42
<b>Gráfico 9-3:</b>	Altura del tallo a los 60 días para métodos de escarificación.....	44
<b>Gráfico 10-3:</b>	Altura del tallo a los 60 días para sustratos. ....	44
<b>Gráfico 11-3:</b>	Altura del tallo a los 60 días para métodos de escarificación* sustratos.....	45
<b>Gráfico 12-3:</b>	Altura del tallo a los 90 días para los métodos de escarificación. ....	47
<b>Gráfico 13-3:</b>	Altura del tallo a los 90 días para sustratos. ....	48
<b>Gráfico 14-3:</b>	Altura del tallo a los 90 días para métodos de escarificación*sustratos.....	49
<b>Gráfico 15-3:</b>	Longitud de la raíz a los 60 días para métodos de escarificación.....	51
<b>Gráfico 16-3:</b>	Longitud de la raíz a los 60 días para métodos de escarificación*sustratos.....	52
<b>Gráfico 17-3:</b>	Longitud de la raíz a los 90 días para métodos de escarificación.....	53
<b>Gráfico 18-3:</b>	Longitud de la raíz a los 90 días para sustratos. ....	54
<b>Gráfico 19-3:</b>	Longitud de la raíz a los 90 días para métodos de escarificación*sustratos.....	54

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** DISEÑO EXPERIMENTAL DEL ENSAYO

**ANEXO B:** PRESUPUESTO GENERAL DEL ENSAYO

**ANEXO C:** GASTOS Y EGRESOS

**ANEXO D:** FOTOS

## RESUMEN

La presente investigación se propuso: evaluar cinco métodos de escarificación y dos sustratos para la producción de plantas de nogal (*Juglans neotropica*), en el vivero Guaslán, cantón Riobamba. El estudio tuvo por objeto determinar el método de escarificación y sustrato más eficiente para la propagación sexual y germinación de plantas de Nogal (*Juglans neotropica*) en el cual se utilizó un diseño completo al azar bifactorial (9 tratamientos y 3 repeticiones), el ensayo comenzó con la recolección de la semilla, luego se aplicó los métodos de escarificación: M0: Sin escarificación, M1: escarificación mecánica lijado de la pared externa, M2: agua fría a 4 °C por 5 días, M3: zumo de limón al 100% por 4 días y M4: agua hervida por 5 minutos, así mismo se preparó los sustratos: S1: Arena de Rio (75 %) + Hojarasca (25%) y S2: Tierra Negra de Páramo (75%) + Cascarilla (25%). Los resultados obtenidos fueron los mejores en el método M1 en todos los parámetros analizados: en porcentaje de germinación fue 41,83 %, diámetro del tallo 4,9 mm, altura del tallo 19,32 cm, longitud de raíz 19,83 cm, y en el porcentaje de supervivencia todos los tratamientos resultaron eficientes. En el sustrato S1 se obtuvieron los mejores resultados en todos los parámetros: en porcentaje de germinación fue 32,1 %, diámetro del tallo 4,0 mm, altura del tallo 4,78 cm y longitud de raíz 15,95 cm. Entonces, se determinó que el mejor tratamiento fue el M1S1 ya que el ámbito forestal nos ayudó a tener un menor tiempo de germinación y así se obtuvo plantas para su comercialización y desde el punto de vista económico, el tratamiento M1S1 fue el más rentable, con un margen de rentabilidad del 53,08 %. Para la selección de la fruta se recomendó observar los mejores aspectos fenotípicos del árbol.

**Palabras clave:** <MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN>, <SUSTRATOS ORGÁNICOS>, <NOGAL (*Juglans neotropica*)>, <TRATAMIENTO>, <RENTABILIDAD>



D.B.R.A.I.  
Ing. Cristhian Castillo



## ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate five scarification methods and two substrates for the production of walnut (*Juglans neotropica*) plants at Guaslán nursery in the canton Riobamba. The aim of the study was to determine the most efficient method of scarification and substrate for sexual propagation and germination of walnut (*Juglans neotropica*) plants, using a bifactorial randomized complete design (9 treatments and 3 replications): M0: No scarification, M1: mechanical scarification sanding of the external wall, M2: cold water at 4°C for 5 days, M3: 100% lemon juice for 4 days and M4: boiled water for 5 minutes, likewise the substrates were prepared: S1: River Sand (75%) + Litter (25%) and S2: Black Earth Páramo (75%) + Husk (25%). The obtained results were the best in the M1 method in all the parameters analyzed: germination percentage was 41.83 %, stem diameter 4.9 mm, stem height 19.32 cm, root length 19.83 cm, and in the survival percentage all treatments were efficient. In substrate S1, the best results were gotten in all parameters: germination percentage was 32.1%, stem diameter 4.0 mm, stem height 4.78 cm and root length 15.95 cm. Then, it was determined that the best treatment was M1S1 since the forestry environment helped us to have a shorter germination time and thus plants were obtained for marketing and from an economic point of view, the M1S1 treatment was the most profitable, with a profitability margin of 53.08 %. For fruit selection, it was recommended to observe the best phenotypic aspects of the tree.

**Key words:** <SCARIFICATION METHODS>, <ORGANIC SUBSTRATES>, <NOGAL (*Juglans neotropica*)>, <TREATMENT>, <PROFITABILITY>.



## INTRODUCCIÓN

La pérdida de los diferentes bosques es un gran problema que afecta severamente a nuestro país desde hace casi treinta años. El Ecuador depende de esta clase de riquezas y no solamente está deforestando los bosques, así mismo los está degradando y estos actos tienen graves consecuencias y una de ellas es el colapso de la biodiversidad. La deforestación principalmente es originada por el incremento de la frontera agrícola, ganadera y por la tala excesiva de especies forestales comerciales especialmente en los bosques húmedos, situándole a este sector como la segunda fuente de emisión de gases de efecto invernadero comparándole con los diferentes sectores económicos del Ecuador (Mogrovejo, 2017, pp. 30-32).

La repoblación con ciprés, pino, cedro, y nogal que son plantas productoras de madera de calidad constituye una alternativa económica y ambiental para numerosos terrenos retirados del cultivo agrícola. También puede repoblarse con estas especies los bordes, linderos y márgenes de arroyos y ríos y las zonas menos aptas para la agricultura de numerosas fincas cuyo uso principal sea el agrícola (Goñi, 2003, pp. 10-11).

El nogal con el pasar del tiempo ha presentado varios usos para las zonas ubicadas en la parte andina de América del Sur, en el que crece de manera natural, se aprovecha su madera, de elevados valores en los mercados, como sus frutos y hojas en las industrias textiles, de medicina y alimentos, actualmente esta especie se ve amenazada por diferentes actividades ganaderas y agrícolas que generan amplias zonas deforestadas. En América del Sur se da la mayor afectación en los bosques secos y montanos, donde esta especie tiene su hábitat (Azar, 2009, p. 20-21 ).

## IMPORTANCIA

Tanto como por la obtención de los frutos como por la madera que este produce, es una especie de mucha importancia natural y económica, siendo una de las especies más rentables y apreciadas por las comunidades, desde este punto de vista esta especie tiene un gran beneficio económico, de entre todas las especies que habitan en la sierra del Ecuador, la madera que este produce es de gran calidad y es muy deseada, con ella se elaboran grandes piezas de artesanías y muebles (Azar, 2009, pp. 10-12).

La producción de material vegetal en sitios como viveros forman el medio más adecuado para la producción, propagación y selección de grandes cantidades de especies ventajosas para el ser humano. La propagación de diferentes plantas en estos sitios nos permite controlar y prevenir los

efectos que causan distintos depredadores y algunas enfermedades que pueden afectar a las plántulas en la etapa de mayor sensibilidad como es la germinación, por tanto, al recibir los cuidados adecuados y ser mantenidas en condiciones aptas para así lograr un correcto desarrollo, se producen mayores probabilidades de adaptación y sobrevivencia cuando se les trasplanta a su lugar definitivo (Cardenas, 2007, p. 3).

## PROBLEMA

Por la gran importancia que presenta, este ha generado una alta demanda en los diferentes viveros de la ciudad y no existe un abastecimiento suficiente por la dificultad de reproducción, al ser una especie que necesita un periodo largo para su germinación, siendo necesario buscar el mejor método de propagación y un sustrato adecuado para obtener plantas en condiciones óptimas para su comercialización y poder generar una oferta ante la demanda producida.

## JUSTIFICACIÓN

El Nogal es muy importante y apreciado para nuestra zona y para los agricultores del sector todo esto porque presenta un gran potencial en el área maderable, medicinal, paisajístico y presenta grandes beneficios al agricultor, animales, suelo y al ecosistema que lo rodea (Toro, 2018, p. 4).

El Nogal es una especie que se adapta a la diversas condiciones climáticas y ambientales que presenta nuestra zona. Por esta razón, teniendo un bajo índice de propagación y presentando un escaso porcentaje de germinación, se pretende buscar alternativas para aumentar el porcentaje de germinación con el uso de diferentes métodos de escarificación y el uso de distintos sustratos, todo esto para formar la combinación más óptima que ayude a incrementar el número de plántulas de Nogal que permitan tener un número mayor de árboles en la zona, las cuales puedan ser usadas en distintas formas y puedan ser aprovechadas de la mejor manera (Azogue, 2016, pp. 10-13).

Esta investigación aspira ser una contribución de gran importancia para extender el conocimiento sobre el Nogal y al mismo tiempo, indicar cuáles se consideran como las técnicas más adecuadas de propagación, además, intenta ser un aporte para recuperar sus cultivares, que en la actualidad están en peligro crítico de extinción (Toro, 2018, pp. 8-10).

## OBJETIVOS

### GENERAL

- Evaluar cinco métodos de escarificación y dos sustratos para la producción de plantas de nogal (*Juglans neotropica*), en el vivero Guaslán, cantón Riobamba.

### ESPECÍFICOS

- Determinar el método de escarificación más eficiente para la propagación sexual de Nogal (*Juglans neotropica*).
- Determinar el sustrato más efectivo para la germinación de plantas de Nogal (*Juglans neotropica*).
- Determinar el costo de producción de la planta.

### HIPÓTESIS

#### NULA

Ningún tratamiento permite obtener plántulas de Nogal.

#### ALTERNA

Al menos un tratamiento permite obtener plántulas de Nogal.

## CAPÍTULO I

### 1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1 Cultivo de nogal en el Ecuador

El nogal en la actualidad es una especie escasa, difícil de ser encontrada, también es considerada de un alto nivel económico en algunos sectores del país, de la mayoría de las especies de la región sierra del Ecuador. Posee algunos usos como la generación de productos maderables de muy buena calidad, también produce un fruto muy apreciada en el mercado, las hojas, la corteza y los frutos son ricos en taninos que son aprovechados como tintes en textiles (Aguirre, 2010, pp. 1-2).

En las provincias de Cañar, Imbabura y Azuay son lugares en las que el consumo de tocte es más frecuente, en la ciudad de Ibarra es utilizado mayormente en la fabricación de dulces, como lo es nogada, la melcocha, el alfeñique y el dulce de guayaba. Así como también en la ciudad de Cuenca, la elaboración más común es un postre de tocte que es degustada en las festividades del sector y en una guarnición acompañada de mote. (Aguirre, 2010, pp. 1-2).

En la ciudad de Azogues, el cultivo del nogal es muy normal. En esta zona del Ecuador, el tocte puede producir frutos hasta dos veces anualmente y la producción inicia a partir del mes de agosto (Aguirre, 2010, pp. 1-2).

##### *1.1.1 Origen y distribución.*

El nogal (*Juglans neotropica*) pertenece a la familia *Juglandaceae* esta es una especie fanerógama, se distribuye en los Andes Sudamericanos, principalmente en el país cafetero, Ecuador, Perú y Bolivia. En nuestro país lo encontramos en la región sierra, en los valles y montes de la Cordillera de los Andes (Aguirre, 2010, pp. 1-2).

### 1.1.2 Clasificación taxonómica.

**Tabla 1-1:** Clasificación taxonómica del Nogal (*Juglans neotropica*).

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Fagales
<b>Familia:</b>	Juglandaceae
<b>Género:</b>	<i>Juglans</i>
<b>Especie:</b>	<i>Juglans neotropica</i>

Fuente: (Cardenas, 2007, p. 5)

### 1.1.3 Crecimiento y cultivo.

Es una especie de crecimiento tardado, logrando una altura de 38 m en su máximo desarrollo, la corteza presenta un rojo pardo, y el dosel es de forma oval. Las hojas son compuestas, representativas de todos los miembros de *Juglans*, alcanzando 4 dm de largo, agrupadas y situadas en la terminación de las ramas, y poseen un borde aserrado (Cardenas, 2007, p. 1-5).

El *Juglans neotropica* es un árbol que se adapta bien a las distintas características que presentan los diferentes suelos, aunque esta especie se adapta mejor en los suelos que profundos, bien permeables, que presentan una textura suelta y con una buena cantidad de nutrientes. El drenaje del suelo vendrá definido por subsuelos formados por caliza fisurada, cantos rodados, etc. Para una buena retención de agua se necesita un suelo con una cantidad adecuada en materia orgánica entre el 1,2 y 2 % y un 18 -25 % de arcilla. El árbol de nogal crece mejor en un suelo con pH neutro (6,5 - 7,5) (abcAgro, 2009).

### 1.1.4 Semilla

Las semillas que presenta el árbol de nogal surgen cuando se desintegra el mesocarpio del fruto, quedando la nuez con su cubierta particular, la nuez presenta un aroma suave y agradable. La semilla es de tipo nuez, presenta fisuras profundas, leñosa, oleaginosa y comestible. Teniendo en cuenta el contenido de humedad existente en las semillas puede llegar a presentar de 40 a 50 semillas/kilogramo, con un diámetro de 2 a 5 cm (Cardenas, 2007, pp. 1-5).

## **1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA DE NOGAL.**

### ***1.2.1 Longevidad de las semillas***

Las diferentes características estructurales y fisiológicas de las semillas del nogal determinan en buena parte su longevidad. Poseen otras características como la presencia o ausencia de un periodo de pérdida de humedad antes de la maduración, el estado de madurez del embrión al momento de realizar la cosecha, el contenido de sustancias en la parte interna de la semilla que inhiben la germinación, la resistencia a la pérdida de humedad y la presencia de testas gruesas y duras (Levandro, 2021, pp. 12-15).

### ***1.2.2 Latencia.***

Una de las diferencias más importantes entre las semillas ortodoxas y las recalcitrantes es la presencia o ausencia de periodos de latencia. Se dice que una semilla se encuentra en estado de latencia o letargo cuando, siendo viable, no germina, aun con condiciones adecuadas de agua, oxígeno y temperatura (Levandro, 2021, pp. 12-15).

## **1.3 IMPORTANCIA, VALOR NUTRICIONAL Y USOS.**

En la antigüedad se estudiaban diferentes componentes de los alimentos que servían como ingredientes de gran interés para la salud del ser humano, algunos componentes procedentes de las proteínas, lípidos, oligosacáridos, minerales, vitaminas y antioxidantes, como por ejemplo, podemos mencionar a los péptidos que se hallan sin actividad al interior de las diferentes proteínas, pero estas pueden quedar libres a través de la hidrólisis *in vitro* y puedan presentar varias funciones fisiológicas en el organismo del ser humano (Morejon, 2016, pp. 30-32).

Con la mayoría de sus características botánicas y ecológicas, el nogal es una especie que brinda una gran diversidad de bienes y servicios para el ser humano; este se ha utilizado para la recuperación de suelos degradados por la minería, ganadería y otros tipos de erosión presentes en el suelo, como para el beneficio de los diferentes bosques secundarios (Azar, 2009, pp. 6-27).

Esta especie se ha encontrado como ornamental en varias zonas urbanas, y se le ha considerado por su gran potencial polínifero, es una especie muy utilizada en sistemas agroforestales, en cultivos como café, maíz, en huertas familiares urbanas, linderos, como especie que brinda

sombra en potreros y preservadora de fuentes de agua, hábitat y alimento de la fauna silvestre (Azar, 2009, pp. 6-27).

La fruta de nogal por su excelente aporte en proteínas de 16,7%, en el ensayo realizado al árbol hallaron que varias glutaminas conforman gran parte con el 70,1% a continuación de las globulinas con 17,6% y en menor proporción las albúminas con 6,8% y por último las prolaminas con 5,3% (Morejon, 2016, pp. 30-32).

El poco conocimiento técnico de las plantas de nogal, los altos costos y el precio de las plantas de nogal, el cultivo ha desarrollado que varios de los agricultores no la cultiven. Esto ha provocado que se tomara en cuenta al nogal como una especie tradicionalmente forestal, con densidades de plantación extensas (80-100 árboles/Ha) (Ortega, 2006, pp. 23-24).

Desarrollar un estudio de la rentabilidad de diferentes cultivos es de gran importancia ya que esto establece los diferentes beneficios económicos y financieros como resultado de una buena inversión; ya que es considerada una inversión a largo plazo debido a que a raíz de su cultivo o trasplante va a tardar algunos años para lograr una producción confiable (Ortega, 2006, pp. 23-24).

#### **1.4 MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN**

La mayoría de las semillas de las especies arbóreas no tienen una germinación acelerada luego de la maduración. Cuando ingresan a la etapa de la madurez estas muestran un estado de latencia de un tiempo largo cambiante dependiendo de cada una de las especies, esta latencia permanecer de escasas semanas o meses a varios años. Estas semillas de diferentes especies germinan al mismo nivel de un ambiente seco o en la próxima estación climática. Las semillas de las otras especies germinan con anormalidad en un período de dos a varios años (Varela & Arana, 2015, pp. 3-9).

Cuando se quiere efectuar una propagación de plantas a partir semillas, se recomienda tratar de disminuir el periodo de tiempo de latencia que es causada por dos partes: la primera es impermeabilidad de la capa externa de la semilla y la segunda es la latencia interna del embrión (Varela & Arana, 2015, pp. 3-9).

Los diferentes métodos de escarificación de las semillas son aquellos que se realizan con la finalidad de reducir el tiempo de germinación. Esto nos lleva a la ruptura del tegumento para permitir que el endospermo entre en contacto con el agua y el aire de la parte externa. Se lo realiza por medio de fricción, con la utilización de diferentes productos químicos (ácido) o también de

manera física (cuchillo, aguja, papel de lija, esmeril), siendo muy cuidadosos al momento de realizar estos tratamientos para no afectar la parte interna de la semilla (Hogan, 2008, p. 2).

La escarificación, indistintamente del tipo de semilla con el que se trabaje, funciona apresurando los métodos naturales que en condiciones normales hacen que las capas de las semillas sean permeables al agua y al aire del exterior (Hogan, 2008, p. 2).

#### ***1.4.1 Escarificación Mecánica.***

El principal objetivo al realizar una escarificación mecánica es alterar las cubiertas duras e impermeables de las distintas semillas, sin embargo, es posible que durante la cosecha, extracción y limpieza de las diferentes semillas ocurra algún tipo de escarificación; en algunas semillas que poseen la cubierta dura la germinación se da de excelente forma con un tratamiento artificial agregado. El quitado de la parte que cubre a las semillas nos permite una rápida germinación del embrión (Monotoa, 2012, p. 12).

Con la ayuda de un raspado en la cubierta de las semillas con limas, lijas, abrir o quebrarlas con un martillo. Cuando es al por mayor es preciso utilizar cierto tipo de maquinarias especiales como tambores giratorios que poseen en su interior un papel lija, o también con arena gruesa. De igual forma se considera que la escarificación a mano es la que nos da buenos resultados (Levandro, 2021, pp. 22-25).

#### ***1.4.2 Escarificación Física.***

Con el pasar del tiempo se ido desarrollando varios métodos para poder deshacer la latencia de las diferentes semillas y así poder estimular la germinación como es la escarificación física (utilizando calor seco o húmedo). En esta escarificación, existen algunos tratamientos pre - germinativos mediante el desarrollo de imbibición, que se puede usar con la finalidad de homogenizar la germinación de varias semillas, sobre todo en especies que sus semillas se tardan en germinar (Neri, Silva, Oliva, & Huamán, 2018, pp. 5-10).

#### ***1.4.3 Escarificación Química.***

En este tipo de escarificación se usa productos químicos, además de reducir la capa externa de las semillas, la libra de ciertas plagas o impurezas que podrían perjudicar a la misma. Entre los productos que se usan están el ácido sulfúrico, ácido cítrico y ácido clorhídrico. Hay que ser muy

prudentes al utilizar estos productos puesto que son muy tóxicos por inhalación y muy perjudiciales para la piel. Por todo esto, se debe llevar una ropa adecuada y una protección eficaz para la cara, las manos y todo el cuerpo (Monotoa, 2012, p. 12).

## **1.5 SUSTRATOS.**

Sobre esta superficie se instala el ser humano y el reino vegetal, que está constituido por elementos bióticos y abióticos. Se vende sustrato para maceteros, que es una muestra inorgánica u orgánica o también es una composición de sustancias que son las necesarias para que las plantas se desarrollen en espacios reducidos (Lopez, 2018, p.1).

Se forman con turba, corteza, perlita, coco, humus de lombriz, fertilizantes y ciertos nutrientes, algunos de estos sustratos poseen varias sustancias que no permite que se desarrolle malezas. Algunos son específicamente para cierta variedad de cultivos y los demás son universales para todo tipo de plantas (Lopez, 2018, p. 1).

### ***1.5.1 Tipos de sustratos***

#### ***1.5.1.1 Tierra negra***

La tierra negra es de color negro oscuro y es producto de la descomposición de la materia orgánica, proveniente de los desechos de animales o de hojas, las cuales son asimiladas como alimento por las plantas. Cuando se menciona las diferentes propiedades que tiene la tierra negra, se dice que posee materia orgánica que es resultado de la descomposición de muchas partículas microscópicas, que optimizan su textura brindándole la capacidad de retener agua y que así mismo brinde una buena aireación entre las raíces de la planta, que es la parte fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Wing, 2019, p. 2).

#### ***1.5.1.2 Cascarilla de arroz***

La cascarilla de arroz se considera un producto secundario de las fábricas molineras, que se obtiene de manera abundante en varios sectores arroceros de algunos países y que da buenas propiedades para ser usado como sustrato. También tiene ciertas propiedades físico-químicas que posee un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es ligero, de muy buen drenaje y buena circulación de aire. La cascarilla de arroz tiene una desventaja que es su poca capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogenizado (Calderón, 2010, p. 1).

### ***1.5.1.3 Hojarasca***

Son las hojas que han caído de los árboles en el suelo. Estas hojas desprendidas alimentan el suelo del bosque, ya que originan humus y nutrientes que son absorbidos por ellos mismos. Gracias a ellas se regresan al suelo los bioelementos que son necesarios para mantener su buena y alta productividad. De igual forma, brindan alimento a los organismos que se encuentran allí (Aceñolaza, 2018, p. 2).

### ***1.5.1.4 Arena lavada de río***

Es una arena que se obtiene a partir de un proceso de extracción y cernido de material de ríos. Es sometida a un proceso de lavado para la separación o eliminación de limos y arcillas. Se lo usa como sustrato gracias a que brinda una buena permeabilidad y tienen una gran porosidad (Yopal, 2017 p. 2).

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

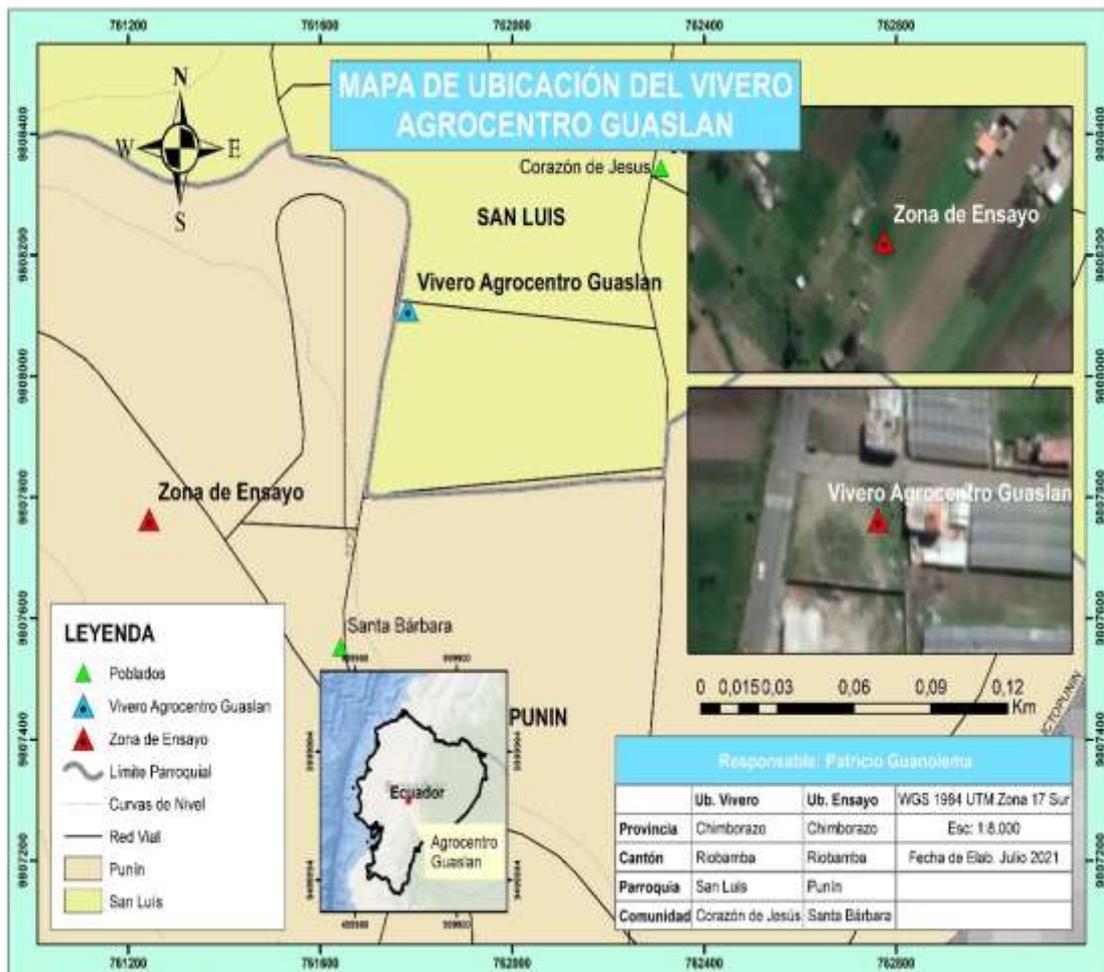
#### 2.1 Materiales y métodos.

##### 2.1.1 Caracterización del lugar.

###### 2.1.1.1 Localización

El presente ensayo se realizará en la comunidad de Santa Bárbara, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

Gráfico 1-2: Mapa de ubicación.



Fuente: Guanoletta, Mauro, 2022.

### ***2.1.1.2 Ubicación Geográfica***

Altitud: 2813 msnm

Latitud: -1.737749

Longitud: -78.651857

### ***2.1.1.3 Condiciones Climáticas***

Temperatura: 12° y 18° Centígrados.

Humedad: Media

Precipitación: 250 a 500 mm<sup>3</sup> Anual

### ***2.1.1.4 Clasificación Agroecológica***

Corresponden en su gran mayoría a la clasificación ecológica bosque seco- montano bajo. (PDOT, 2015)

## ***2.1.2 Materiales***

### ***2.1.2.1 Materiales de campo***

- Tierra negra de páramo, arena de río, cascarilla de arroz, hojarasca, fundas plásticas, azadones, palas, sacos, regaderas, bomba de mochila, rótulos de identificación y etiquetas, plásticos de polietileno, sarán, hoyadora, barra metálica, postes de eucalipto, clavos metálicos, martillo, flexómetro, lápiz, sacos plásticos, lijas, recipientes, pie de rey.

### ***2.1.2.2 Insumos***

- Semilla de nogal, fungicida para el control fitosanitario, ácido cítrico

### ***2.1.2.3 Equipos***

- Refrigeradora, cámara fotográfica, computador, impresora, flash memory, termómetro

#### 2.1.2.4 Materiales de oficina

- Libros, papel, libreta de apuntes, lápices y esferográficos

## 2.2 METODOLOGÍA

### 2.2.1 Descripciones del campo experimental

**Tabla 2-2:** Descripciones del campo experimental.

<b>Especificaciones de la parcela</b>	<b>Parcela</b>
Número de tratamientos: 9	Individuos / unidad experimental: 50
Número de repeticiones: 3	Total, plantas en estudio: 1350
Número de unidades experimentales: 27	

Realizado por: Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022.

### 2.2.2 Descripción de los métodos de escarificación

#### **M0: Sin escarificación**

Se sembraron las semillas directamente en las fundas sin realizar ningún tratamiento de escarificación.

#### **M1: Escarificación mecánica**

Se sometió las muestras de los tratamientos T1 y T2 a un lijado adecuado y preciso de la pared externa de la semilla cuidando de no dañar la parte interna.

#### **M2: Agua fría**

Se sometió las muestras de los tratamientos T3 y T4 en agua fría a 4 °C durante 5 días seguidos, tomando en cuenta que cada 24 horas se cambió el agua.

#### **M3: Ácido Cítrico al 100%:**

Se sometió las muestras de los tratamientos T5 y T6 en ácido cítrico en una concentración del 100 % durante 4 días, posterior a este tiempo se lavaron las semillas con agua corriente.

***M4: Agua Caliente:***

Se sometió las muestras de los tratamientos T7 y T8 en agua caliente por un tiempo de 10 minutos, poniendo las semillas en el momento en que empieza a hervir el agua a una temperatura de aproximadamente de 100 °C, y sacarla de la estufa para dejarla en reposo por 5 minutos, posteriormente se remojó las semillas en agua fría corriente.

***2.2.3 Factores en estudio***

***FACTORES “M” (Métodos de Escarificación)***

M0: Sin escarificación

M1: Mecánica. (lijado de la pared externa)

M2: Agua fría. (5 días a 4 °C)

M3: Ácido Cítrico (4 días)

M4: Agua Caliente (En reposo por 5 min)

***FACTORES “S” (Sustratos)***

S1: Arena de Río (75 %) + Hojarasca (25%).

S2: Tierra Negra de Páramo (75%) + Cascarilla (25%).

**Tabla 3-2:** Codificaciones de los tratamientos en estudio.

TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
T0	M0S2	Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo (75%) + Cascarilla (25%)
T1	M1S1	Mecánica + Arena de Río (75 %) + Hojarasca (25%)
T2	M1S2	Mecánica + Tierra Negra de Páramo (75%) + Cascarilla (25%)
T3	M2S1	Agua fría + Arena de Río (75 %) + Hojarasca (25%)
T4	M2S2	Agua fría + Tierra Negra de Páramo (75%) + Cascarilla (25%)
T5	M3S1	Ácido Cítrico + Arena de Río (75 %) + Hojarasca (25%)
T6	M3S2	Ácido Cítrico + Tierra Negra de Páramo (75%) + Cascarilla (25%)
T7	M4S1	Agua Caliente + Arena de Río (75 %) + Hojarasca (25%)
T8	M4S2	Agua Caliente + Tierra Negra de Páramo (75%) + Cascarilla (25%)

Fuente: Guanolema, Mauro, 2022.

### 2.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completo al azar bifactorial (DCA), en el mismo que tenemos, 5 métodos de escarificación y 2 sustratos, con un total de 9 tratamientos y 3 repeticiones.

#### 2.3.1 Esquema de análisis de varianza

**Tabla 4-2:** ADEVA.

Fuente de Variación	Fórmula	GL
Factor M	(M - 1)	4
Factor S	(S - 1)	1
M x S	(M - 1) x (S - 1)	4
ERROR	M x S x (R - 1)	20
Total	(M x S x R) - 1)	29

Realizado por: Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022.

Se aplicó la prueba de TUKEY al 5 % para los diferentes métodos y para los sustratos se utilizó diferencia mínima significativa (DMS) al 5 %, si es que presenta diferencias significativas en los tratamientos y sustratos.

## **2.4 Variables en estudio**

### ***2.4.1 Porcentaje de germinación a los 45 días.***

Se registró el número de plántulas germinadas, así mismo las plántulas emergidas de cada uno de los tratamientos a los 45 días luego de la siembra y se registró en porcentajes.

### ***2.4.2 Porcentaje de sobrevivencia.***

Se recogió los datos del número de plántulas vivas de cada uno de los tratamientos a los 60 días luego de la siembra, se realizó una regla de tres y se registró en porcentaje.

### ***2.4.3 Diámetro del tallo.***

Se midió el diámetro en la base de los tallos de 10 plántulas al azar de cada tratamiento a los 60, 75, y 90 días luego de la siembra, expresado en milímetros.

### ***2.4.4 Altura del tallo.***

Para la altura del tallo se utilizó un flexómetro y se procedió a medir la base del tallo hasta el ápice final de la plántula a los 60, 75 y 90 días después de la siembra, de 10 plántulas al azar de cada tratamiento, este valor se expresará en centímetros.

### ***2.4.5 Longitud de la raíz.***

Se extrajeron 10 plantas al azar por tratamiento, a las mismas se les procedió a limpiar toda su raíz posteriormente se midió la longitud de la raíz desde el corte hecho en la base del tallo hasta la parte final de la raíz a los 60, 75 y 90 días después de la siembra utilizando un flexómetro, este valor está dado en centímetros.

### ***2.4.6 Costo de producción de cada tratamiento.***

Se realizó mediante el registro de todos los gastos e ingresos (Anexo D) que presentó cada uno de los tratamientos, teniendo en cuenta los costos de producción, toda la información obtenida se registró en una base de datos, en el cual se realizó los cálculos respectivos para obtener el valor del costo de producción de cada unidad de nogal, posteriormente se buscó en los diversos viveros

cercano de la ciudad de Riobamba un precio referencial de una plántula de nogal y así se pudo determinar los precios.

## **2.5 MANEJO DEL ENSAYO**

### ***2.5.1 Recolección de fruta de nogal en el campo.***

En el sector de Riobamba se analizó fenotípicamente varios árboles y se escogió al árbol más sobresaliente del cual cosechó frutos maduros de buen tamaño, libre de plagas y enfermedades.

### ***2.5.2 Despulpado de la fruta y secado de la semilla.***

En un balde con suficiente agua se colocó la fruta, se aplastó las semillas con la ayuda de las manos para eliminar toda la pulpa de las drupas posteriormente se enjuagó y se dejó secar en sombra.

### ***2.5.3 Almacenamiento.***

Se realizó la construcción de un invernadero para crear un clima adecuado para la propagación de la semilla de nogal, se almacenó la semilla secada en sacos de polietileno en el interior.

### ***2.5.4 Tratamientos de escarificación de semillas.***

Se siguió los protocolos respectivos para cada método de escarificación ya antes mencionado.

### ***2.5.5 Preparación de sustratos y llenado de las fundas de polietileno.***

Se realizó una mezcla de cada uno de los sustratos realizando las combinaciones antes descritas obteniendo una igualdad de condiciones para todas las plantas, luego se realizó una desinfección de los sustratos con Vitavax 20cc/l.

### ***2.5.6***

### ***2.5.7 Siembra de las semillas.***

Se realizó el llenado de las fundas con un espacio de 2 cm entre el sustrato y el borde de la funda, posteriormente se colocó una semilla en cada funda a una profundidad aproximada de 4 – 5 cm.

### **2.5.8 *Labores Culturales.***

Los riegos se realizaron según el requerimiento de las plantas, también se realizó un oportuno control de malezas de forma manual, fertilización y un control fitosanitario. En la fertilización se utilizó N-P-K, 20-20-20, 2 cc/l y para el control fitosanitario se usó un compuesto de Mancozeb y Cimoxanil, 1 gr/l.

## CAPÍTULO III

### 3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.

##### 3.1.1 Porcentaje de germinación a los 60 días después de la siembra.

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Tabla 4-3) existieron diferencias altamente significativas para métodos de escarificación; diferencias significativas para sustrato y para la interacción entre sustratos y métodos de escarificación no hay significancia, con un coeficiente de variación de 8,22 %.

**Tabla 4-3:** Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 60 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	3500,02	4	875	172,45	<0,0001 **
<b>SUSTRATO</b>	40,04	1	40,04	7,89	0,0116 *
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATO</b>	13,12	3	4,37	0,86	0,4786 -
<b>Error</b>	91,33	18	5,07		
<b>Total</b>	3644,52	26			
<b>C.V.</b>	8,22				

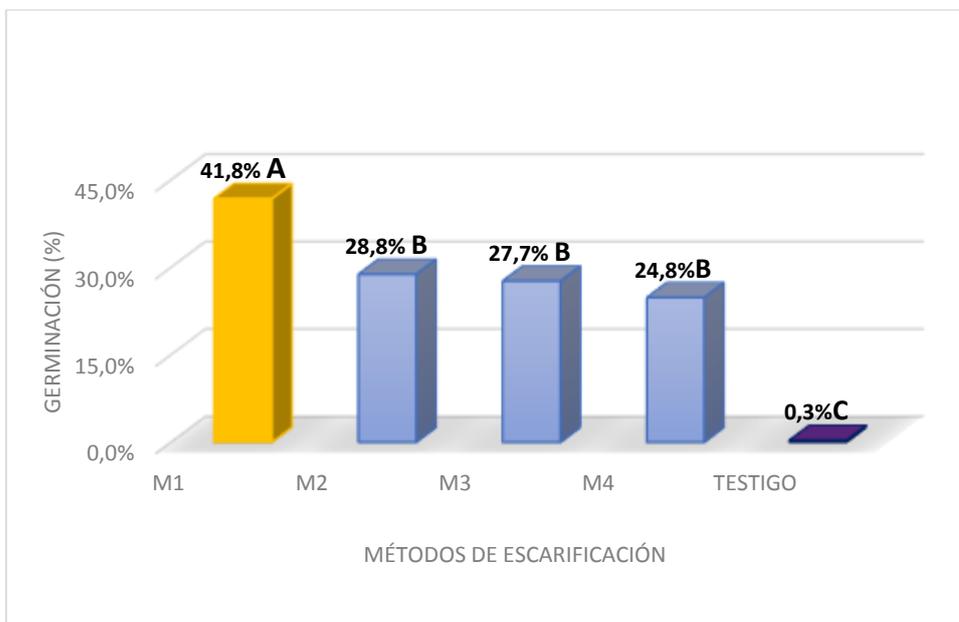
**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

- : No significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para métodos (Gráfico 1-3), se determinó que existen 3 rangos: en el rango “A” con el mayor porcentaje de germinación corresponde al método de escarificación M1 (Escarificación mecánica) con una media de 41,83 %, mientras que en el rango “B” se encuentran M2, M3 y M4, con medias de 28,83; 27,67 y 24,83 % respectivamente y como último rango C con una media de 0,33 %.



**Gráfico 1-3.** Porcentaje de germinación a los 60 días, para métodos de escarificación.

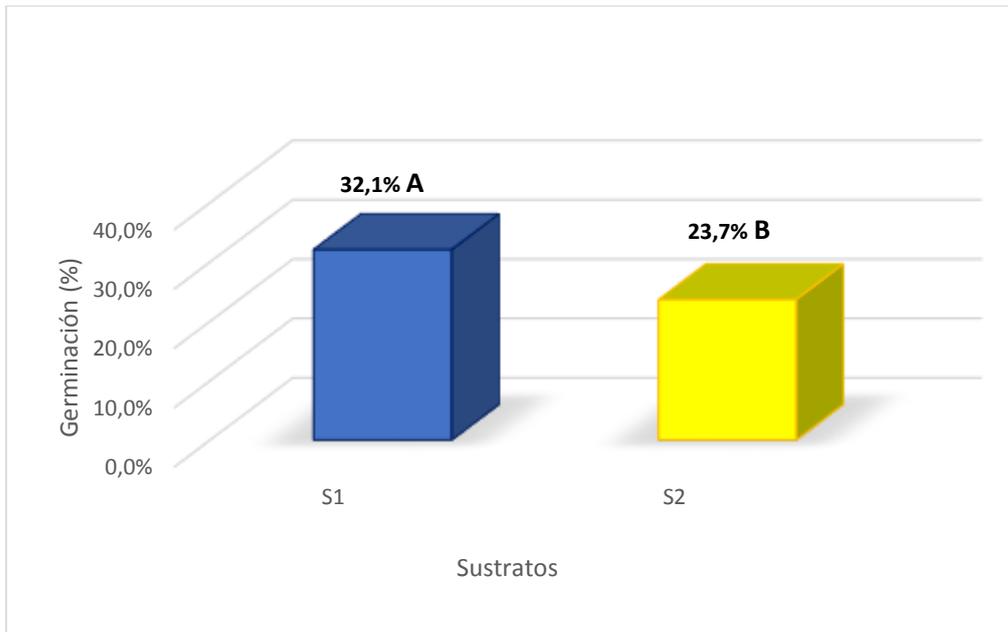
**Realizado por:** Guanolema Tuquina, Mauro, 2022

En el gráfico 1-3 se puede observar que el método M1(Escarificación mecánica) alcanza un mayor porcentaje de germinación con una media de 41,8%, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta el menor porcentaje con una media de 0,3%, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento fue más lento.

Sánchez, Pacheco, Lugo, Reyes, & García, (2017, pp. 262-267) Mencionan que, los tratamientos pregerminativos provocan que la testa de las semillas se adelgace, ablande o agriete, lo que facilita el ingreso de agua e intercambio de gases al embrión, obteniéndose un mejor resultado al aplicarles escarificación con lija.

Los resultados muestran que el método de fricción con papel lija eliminan la latencia física de las semillas de nogal, al influir de manera directa en el tiempo de inicio de germinación y el porcentaje de germinación.

Mediante la prueba de DMS al 5 % para sustratos (Gráfico 2-3), se determinó que existen 2 rangos: en el rango “A” con el mayor porcentaje de germinación corresponde al sustrato S1 (Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 32,1 %, mientras que en el rango “B” se ubica el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) con una media de 23,7 %.



**Gráfico 2-3.** Porcentaje de germinación a los 60 días, para sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

Un sustrato apropiado garantiza la germinación de la semilla y como consecuencia su adecuada emergencia y soporte para las plántulas en el más corto tiempo como lo menciona: (Andino, E. 2020, p. 21), por lo tanto, el sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25%) es el más adecuado para la germinación de las semillas hasta los 60 días después de la siembra con una media de 32,1 % de germinación.

Napoleón & Cruz, (2005, pp. 12-13). Indican que: la arena proporciona condiciones para un mejor crecimiento radicular, debe ser de río, lavada, colada y tamizada, esto combinada con la hojarasca proporcionan ventajas para la germinación como: soltura, retención de humedad, materia orgánica, mejor textura, incremento microbiológico.

Los resultados demuestran que el S1 (Arena de Río 75% + Hojarasca 25%) es el más eficiente para obtener un buen porcentaje de germinación ya que la arena de río ayuda en la porosidad y el crecimiento radicular.

### **3.2 PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA**

#### **3.2.1 Porcentaje de supervivencia a los 90 días después de la siembra.**

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Tabla 5-3) no existen diferencias significativas para sustratos, métodos de escarificación ni para la interacción entre sustratos\*métodos, con un coeficiente de variación de 2,71 %.

**Tabla 5-3:** Análisis de varianza para el porcentaje de supervivencia a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	39,3	4	9,82	0,65	0,6320 -
<b>SUSTRATO</b>	24	1	24	1,6	0,2226 -
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATO</b>	3,67	3	1,22	0,08	0,9694 -
<b>Error</b>	270,67	18	15,04		
<b>Total</b>	337,63	26			
<b>C.V.</b>	2,71				

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

-: No significativo

**Tabla 6-3:** Porcentaje de supervivencia.

Días	Número de Tratamientos	Número de plantas/tratamientos	de	Número de plantas/ensayo	de	Media de plantas/tratamientos	de	%Supervivencia
60	9	150		1350		143		95%
100	9	150		1350		145		97%

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En los resultados obtenidos se observó que el Testigo bajo condiciones normales, sin necesidad de tratamientos pregerminativos, y con la utilización de un sustrato S2 (Tierra Negra 75% + Cascarilla 25 %), las semillas de nogal tienen un porcentaje de supervivencia alto.

Eras, (2013, pp. 31-35) Cita que: es posible la producción de la semilla de nogal con las mismas cantidades de sustrato y sin métodos de escarificación el cual alcanza un porcentaje de 68.8%.

Todos los tratamientos tuvieron un porcentaje de supervivencia (Tabla 6-3) aceptable (97%) a los 100 días, ya que todas recibieron las mismas condiciones climáticas, las mismas labores culturales y el mismo control de plagas y enfermedades.

### 3.3 DIAMETRO DEL TALLO

#### 3.3.1 *Diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra.*

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra demostró que existen diferencias altamente significativas para métodos de escarificación, mientras que existió diferencias significativas para la interacción métodos de escarificación\*sustratos y así mismo para sustratos, con un coeficiente de variación de 3,8 %. (Tabla 7-3).

**Tabla 7-3:** Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 60 días.

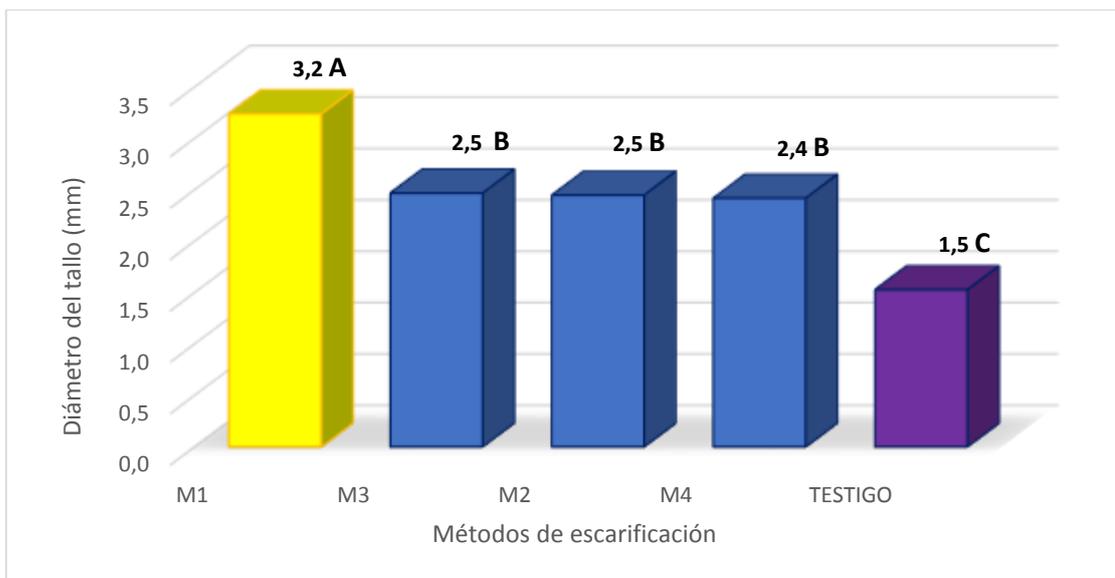
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p- valor</b>
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	6,31	4	1,58	172,09	<0,0001 **
<b>SUSTRATO</b>	0,07	1	0,07	7,74	0,0128 *
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATO</b>	0,12	3	0,04	4,49	0,0170 *
<b>Error</b>	0,16	17	0,01		
<b>Total</b>	6,66	25			
<b>C.V.</b>	3,8				

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para métodos de escarificación (Gráfico 3-3) se determinó que existen 3 rangos: en el rango “A” con el valor más alto corresponde al método M1 (Escarificación mecánica) con una media de 3,2 mm, mientras que en el rango “B” se encuentran los demás métodos con valores medios de 2,5; 2,5; y 2,4 mm respectivamente y para el último rango “C” con una media de 1,5 mm.

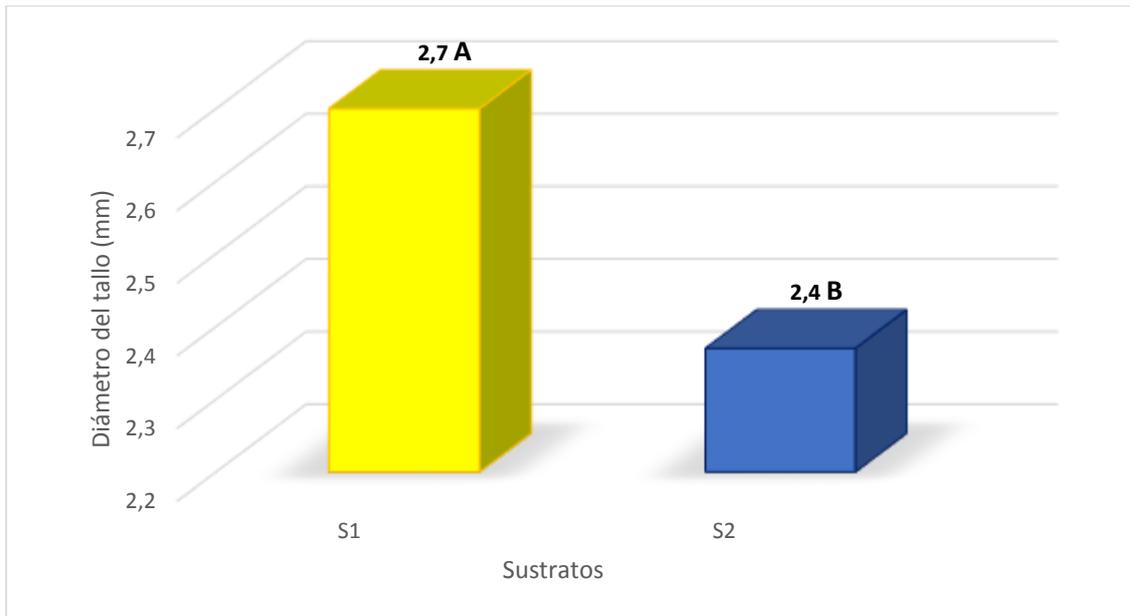


**Gráfico 3-3.** Diámetro del tallo a los 60 días, para métodos de escarificación.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 3-3 se puede observar que el método M1 (Escarificación mecánica) alcanza un mayor diámetro del tallo con una media de 3,9 mm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta el menor diámetro del tallo con una media de 1,5 mm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento y desarrollo fue lento.

Mediante la prueba de DMS al 5 % para sustratos (Gráfico 4-3), se determinó que existen 2 rangos: en el rango “A” con el mayor diámetro de tallo corresponde al sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 2,7 mm, mientras que en el rango “B” se ubica el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) una media de 2,4mm.

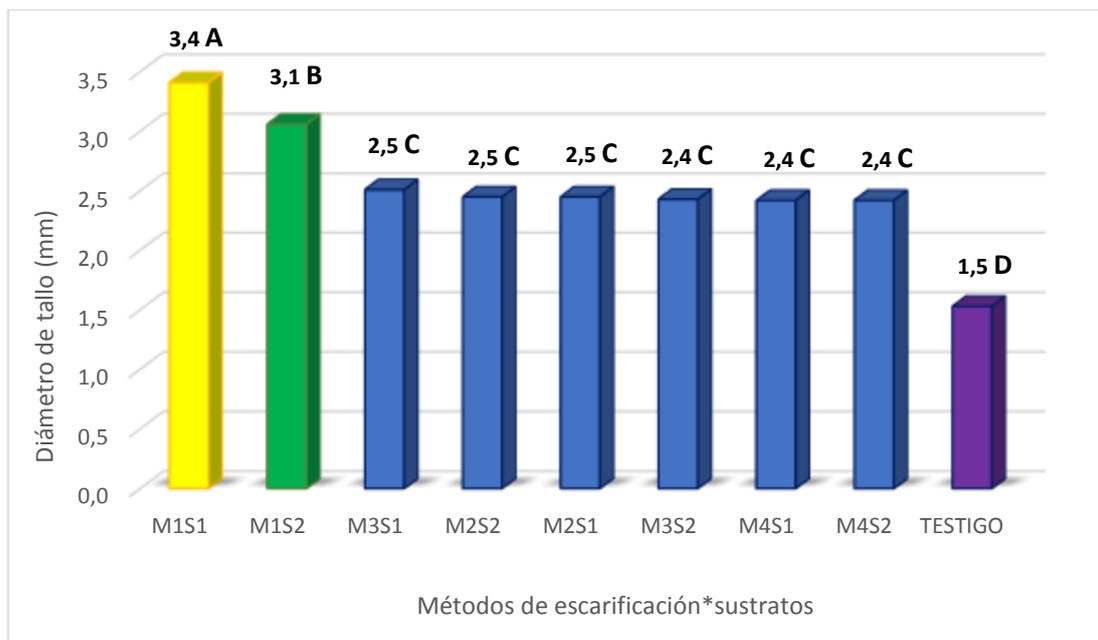


**Gráfico 4-3.** Diámetro del tallo a los 60 días para sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

El sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25%) tiene buenas características de porosidad y retención de humedad que garantizan un mejor desarrollo de las plántulas de nogal, por tal razón en el gráfico 4-3 se observa que efectivamente es el mejor sustrato con una media de 2,7 mm de diámetro del tallo, mientras que el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) tiene una media menor de 2,4 mm.

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para la interacción entre métodos por sustratos (Gráfico 5-3) se determinó que existen 4 rangos: en el rango “A” con el mayor diámetro de tallo siendo esta el tratamiento M1S1 con una media de 3,4 mm, mientras que en el rango “B” se ubica el tratamiento M1S2 con una media de 3,1mm, en cambio en el rango “C” se ubican los tratamientos M3S1, M2S2, M2S1, M3S2, M4S1, M4S2 con medias de 2,5mm; 2,5mm; 2,5mm; 2,4mm; 2,4mm; 2,4mm respectivamente y en el rango “C” encontramos al Testigo con una media de 1,5 mm siendo el dato más bajo.



**Gráfico 5-3.** Diámetro del tallo a los 60 días, interacción métodos de escarificación\*sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 5-3 se puede observar que la interacción M1S1 alcanza un mayor diámetro del tallo con una media de 3,4 mm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarrilla 25%) presenta el menor diámetro del tallo con una media de 1,5 mm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento y desarrollo fisiológico fue más lento.

### 3.3.2 *Diámetro del tallo a los 90 días después de la siembra.*

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días después de la siembra se demostró que existen diferencias altamente significativas para métodos, sustratos y para la interacción entre métodos por sustratos, con un coeficiente de variación de 2,53 % (Tabla 8-3).

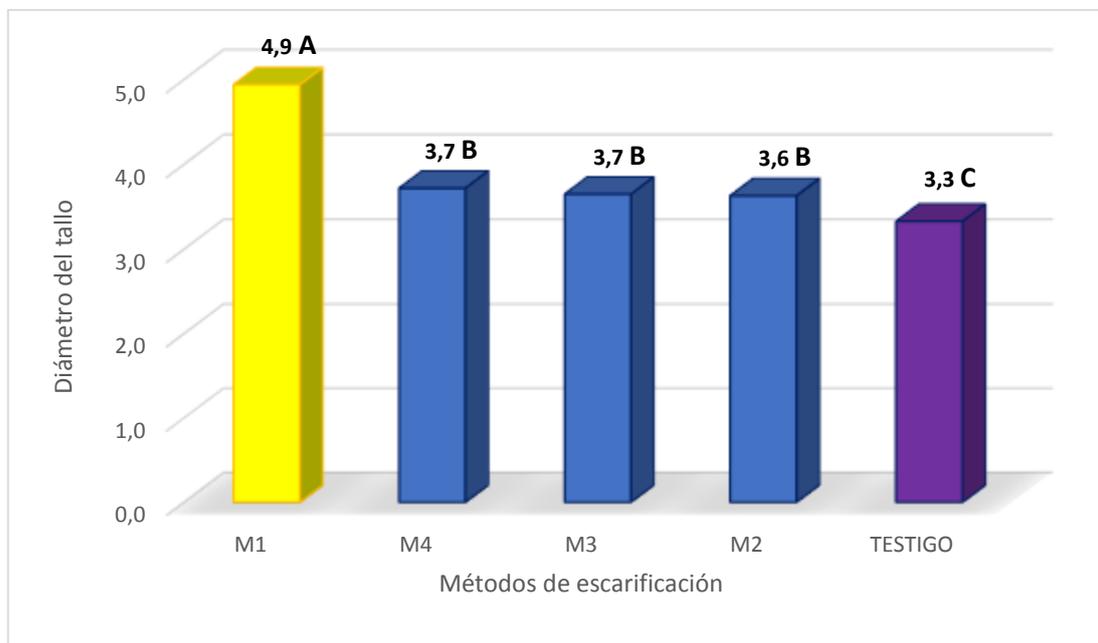
**Tabla 8-3:** Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	8,47	4	2,12	216,32	<0,0001 **
<b>SUSTRATO</b>	0,95	1	0,95	96,85	<0,0001 **
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATO</b>	1,82	3	0,61	61,88	<0,0001 **
<b>Error</b>	0,18	18	0,01		
<b>Total</b>	11,41	26			
<b>C.V.</b>	2,53				

Realizado por: Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

\*\* : Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para métodos (Gráfico 6-3) se determinó que existen 3 rangos: en el rango “A” con el mayor diámetro del tallo en el método M1(Escarificación mecánica) con una media de 4,9 mm fue el que presentó el valor más alto, mientras que en el rango “B” se encuentran M4, M3 y M2 con las medias de 3,7; 3,7 Y 3,6 mm respectivamente y para el rango “C” se tiene al testigo con una media de 3,3 mm.



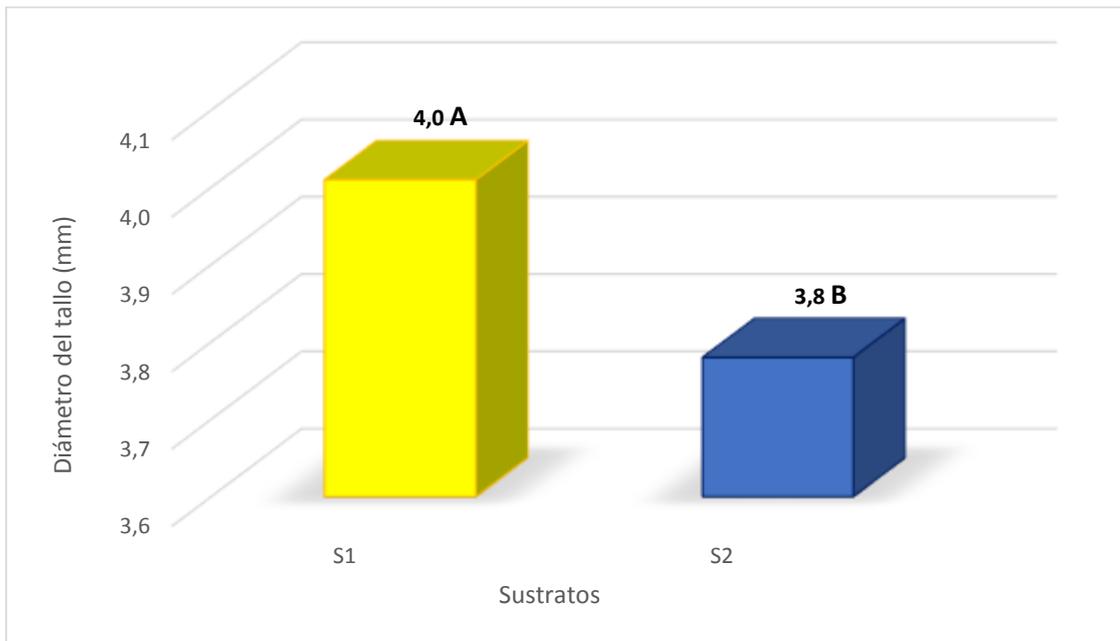
**Gráfico 6-3.** Diámetro del tallo a los 90 días, para métodos de escarificación.

Realizado por: Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 6-3 se puede observar que el método M1 (Escarificación mecánica) alcanza un mayor diámetro del tallo con una media de 4,9 mm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta el menor diámetro del tallo con una

media de 3,3 mm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación.

Mediante la prueba de DMS al 5 % para sustratos (Gráfico 7-3), se determinó que existen 2 rangos: en el rango “A” con el mayor diámetro de tallo corresponde al sustrato S1 (Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 4,0 mm mientras que en el rango “B” se ubica el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) una media de 3,8mm.

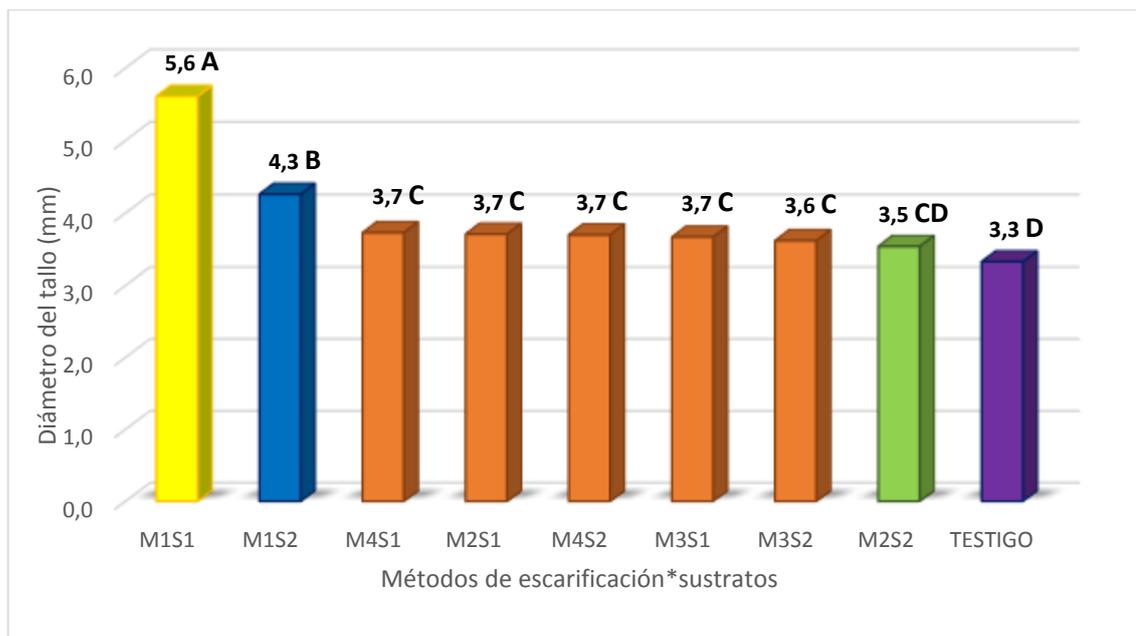


**Gráfico 7-3.** Diámetro del tallo a los 90 días, para sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En la Gráfico 7-3 se observó que el sustrato S1 (Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) siendo el mejor a los 90 días después de la siembra con una media de 4,0 mm de diámetro de tallo, mientras que el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) con casi nada de diferencia tiene una media menor de 3,8 mm.

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para la interacción entre métodos por sustratos (Gráfico 8-3) se determinó que existen 5 rangos: en el rango “A” con el mayor diámetro de tallo siendo esta el tratamiento M1S1 con una media de 5,6 mm, mientras que en el rango “B” se ubica el tratamiento M1S2 con una media de 4,3mm, para el rango “C” se ubican los tratamientos M4S1, M2S1, M4S2, M3S1, M3S2 con medias de 3,7; 3,7; 3,7; 3,7 y 3,6 mm respectivamente, en el rango “CD” encontramos al tratamiento M2S2 con una media de 3,5 mm y para el rango “D” tenemos al testigo con una media de 3,3 mm siendo el dato más bajo.



**Gráfico 8-3.** Diámetro del tallo a los 90 días, para la interacción métodos de escarificación\*sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 8-3 se puede observar que continúa la interacción M1S1 alcanzando un mayor diámetro del tallo con una media de 5,6 mm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta el menor diámetro del tallo con una media de 3,3 mm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación.

Barker & Pilbeam, (2006, p. 27): señalan que en etapas iniciales de desarrollo hay mayor absorción de N debido a que es esencial en la división, expansión celular y crecimiento de estructuras vegetativas tales como tallos, hojas y raíces por ende un sustrato con buen contenido de nutrimentos será indispensable para obtener plántulas de con excelentes características morfológicas y fisiológicas.

Una vez observado los resultados finales expresados en las figuras 6-3 y 7-3 , se puede determinar que el método más efectivo para obtener un mayor diámetro del tallo, fue el método M1 con una media de 4,9 mm, el sustrato que brinda las mejores condiciones para obtener un mayor diámetro del tallo es el sustrato S1 con una media de 4,0 mm, de la misma manera se observa en el gráfico 8-3 la interacción entre M1 y S1 es las más efectiva con una media de 5,6 mm, resultados que concuerdan con las afirmaciones realizadas por (Barker & Pilbeam, 2006, p. 29) sobre las condiciones que debe tener un buen sustrato y los aportes que realiza a las plantas para un mejor desarrollo.

### 3.4 ALTURA DEL TALLO

#### 3.4.1 *Altura del tallo a los 60 días después de la siembra.*

En el análisis de varianza para la altura del tallo a los 60 días después de la siembra se observó que existe diferencias altamente significativas para métodos, sustratos y para la interacción entre métodos por sustratos, con un coeficiente de variación de 1,98 % (Tabla 9-3).

**Tabla 9-3:** Análisis de varianza para la altura del tallo a los 60 días.

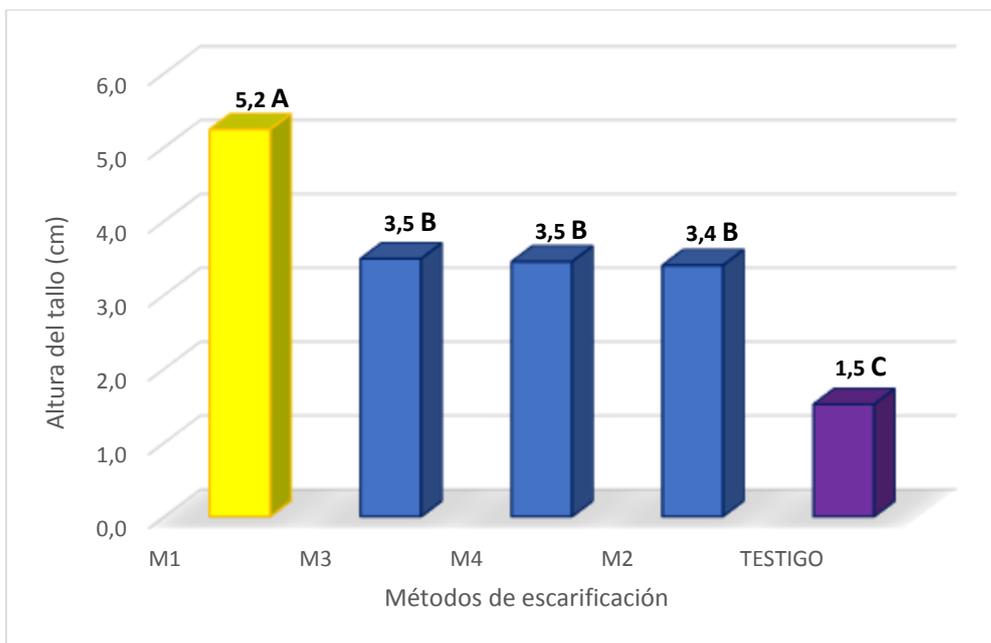
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P – valor</b>
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	29,58	4	7,4	1437,51	<0,0001 **
<b>SUSTRATO</b>	0,94	1	0,94	182,74	<0,0001 **
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATOS</b>	3,05	3	1,02	197,55	<0,0001 **
<b>Error</b>	0,09	18	0,01		
<b>Total</b>	33,66	26			
<b>C.V.</b>	1,98				

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para métodos de escarificación (Gráfico 9-3) se determinó que existen 3 rangos: en el rango “A” con la mayor altura del tallo en el método M1(Escarificación mecánica) con una media de 5,2 cm, mientras que en el rango “B” se ubicaron los demás métodos, con medias de 3,5; 3,5 y 3,4 cm respectivamente y para el rango “C” con el rango más bajo de altura tenemos al testigo con una media de 1,5 cm.

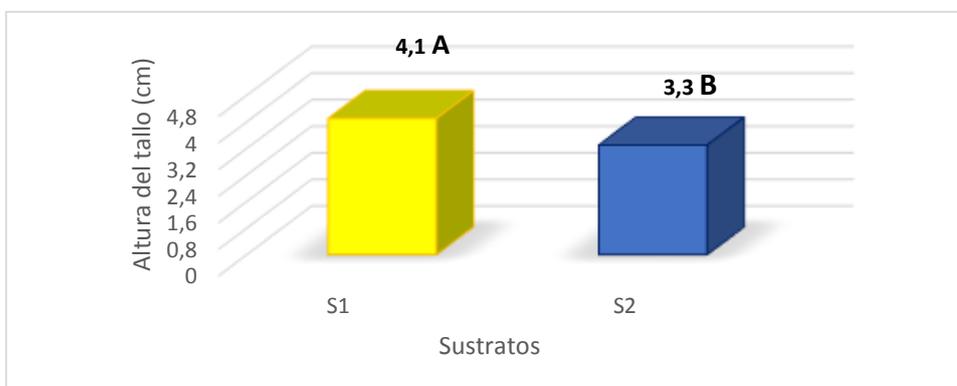


**Gráfico 9-3.** Altura del tallo a los 60 días para métodos de escarificación.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 9-3 se puede observar que el método M1(Escarificación mecánica) alcanza una mayor altura del tallo con una media de 5,2 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta el menor diámetro del tallo con una media de 1,5 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento fue más lento.

Mediante la prueba de DMS al 5 % para sustratos (Gráfico 10-3) se determinó que existen 2 rangos: en el rango “A” con la mayor altura del tallo en el sustrato S1 (Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 4,1 cm, mientras que en el rango “B” se ubica el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) con una media de 3,3cm.

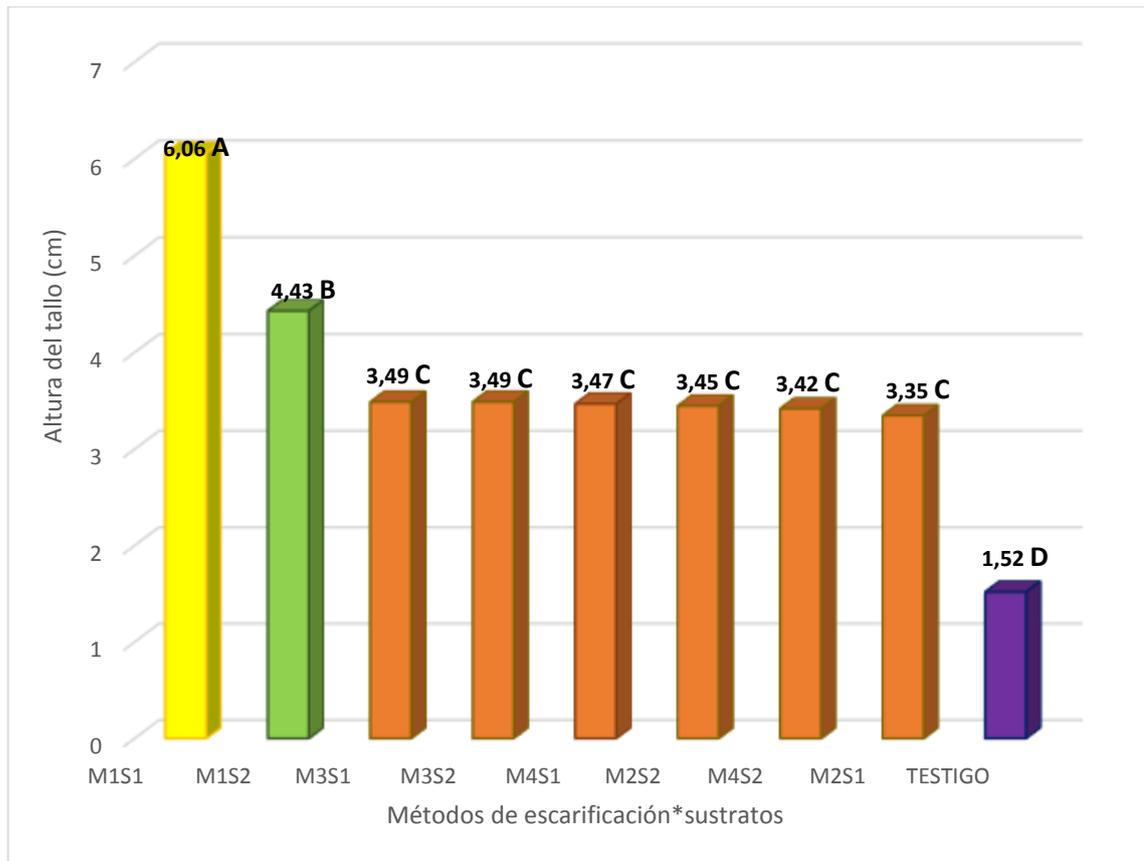


**Gráfico 10-3.** Altura del tallo a los 60 días para sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En la Gráfico 10-3 se observó que el sustrato S1(Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) sigue siendo el más adecuado para un mejor desarrollo de las plántulas de nogal, con una media de 4,1 cm, mientras que el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) tiene una media de 3,3 cm.

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para la interacción entre métodos por sustratos (Gráfico 11-3) se determinó que existen 4 rangos: en el rango “A” con la mayor altura del tallo está el tratamiento M1S1 con una media de 6,06 cm, mientras que en otros rangos se ubican los demás tratamientos con medias de 4,4 3; 3,49; 3,49; 3,47; 3,45; 3,42; 3,35 y 1,52 cm respectivamente.



**Gráfico 11-3.** Altura del tallo a los 60 días para métodos de escarificación\* sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 11-3 se puede observar que la interacción M1S1 alcanza una mayor altura del tallo con una media de 4,43 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta la menor altura del tallo con una media de 1,52 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento y desarrollo fisiológico fue más lento.

### 3.4.2 *Altura del tallo a los 90 días después de la siembra.*

En el análisis de varianza para la altura del tallo a los 90 días después de la siembra se observó que existen diferencias altamente significativas para métodos, sustratos y para la interacción entre métodos de escarificación por sustratos, con un coeficiente de variación de 1,01 % (Tabla 10-3).

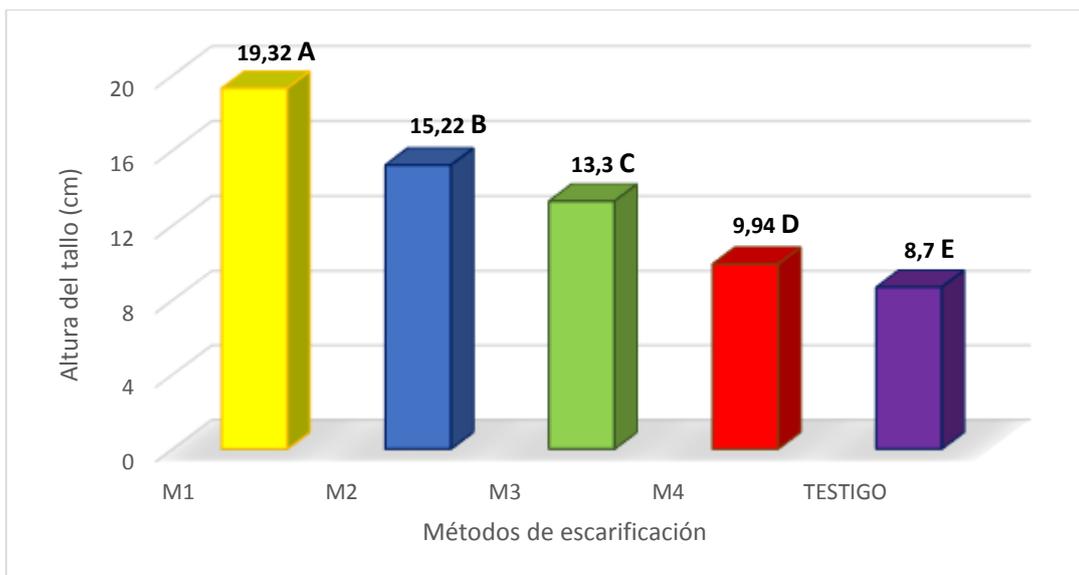
**Tabla 10-3:** Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P – valor</b>
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	363,9	4	90,98	4667,21	<0,0001 **
<b>SUSTRATO</b>	2,74	1	2,74	140,59	<0,0001 **
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATOS</b>	9,35	3	3,12	159,84	<0,0001**
<b>Error</b>	0,35	18	0,02		
<b>Total</b>	376,34	26			
<b>C.V.</b>	1,01				

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

\*\* : Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 %, la respuesta observada para métodos (Gráfico 12-3) se determinó que existen 5 rangos: en el rango “A” con la mayor altura del tallo en el método M1 (Escarificación mecánica) con una media de 19,32 cm, mientras que en el rango “B” se ubicó el método M2 con una media de 15,22 cm, en el rango “C” el método M3 con una media de 13,3 cm, en el rango “D” el método M4 con una media de 9,94 cm y finalmente en el rango “E” tenemos al testigo con el valor más bajo y con una media de 8,7 cm.

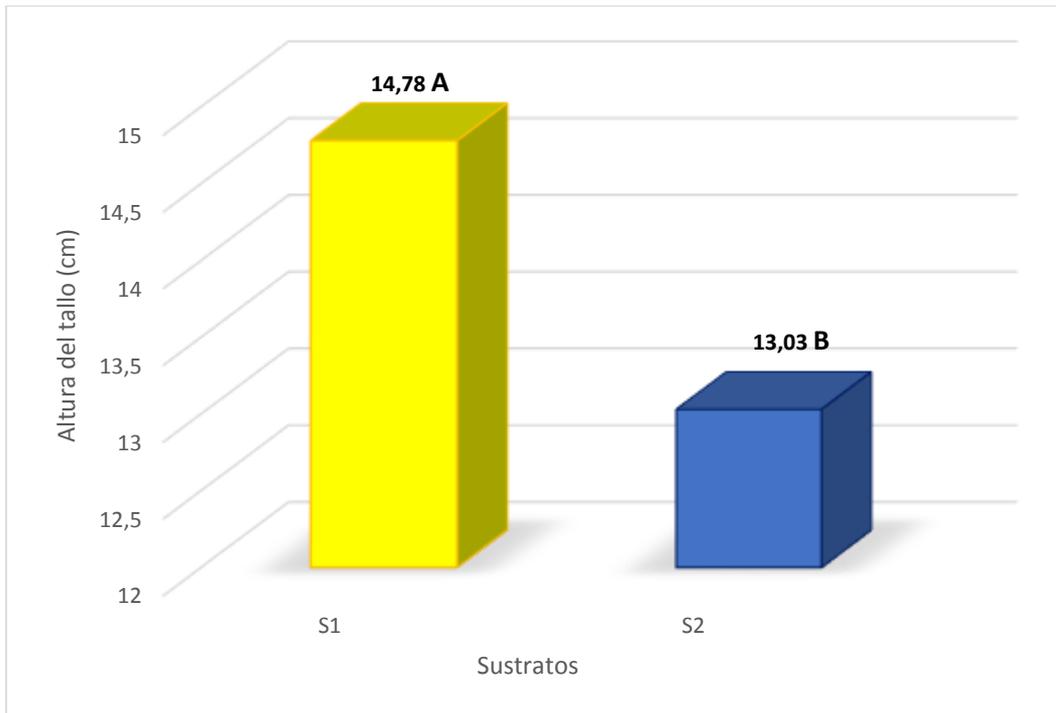


**Gráfico 12-3.** Altura del tallo a los 90 días para los métodos de escarificación.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 12-3 se puede observar que el método M1(Escarificación mecánica) sigue alcanzando una mayor altura del tallo con una media de 19,32 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta el menor diámetro del tallo con una media de 8,7 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento fue más lento

Mediante la prueba de DMS al 5 %, la respuesta observada para sustratos (Figura 13-3) se determinó que existen 2 rangos: el rango “A” que representa la mayor altura del tallo en el sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 14,78 cm y en el rango “B” tenemos el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) con una media de 13,03 cm.

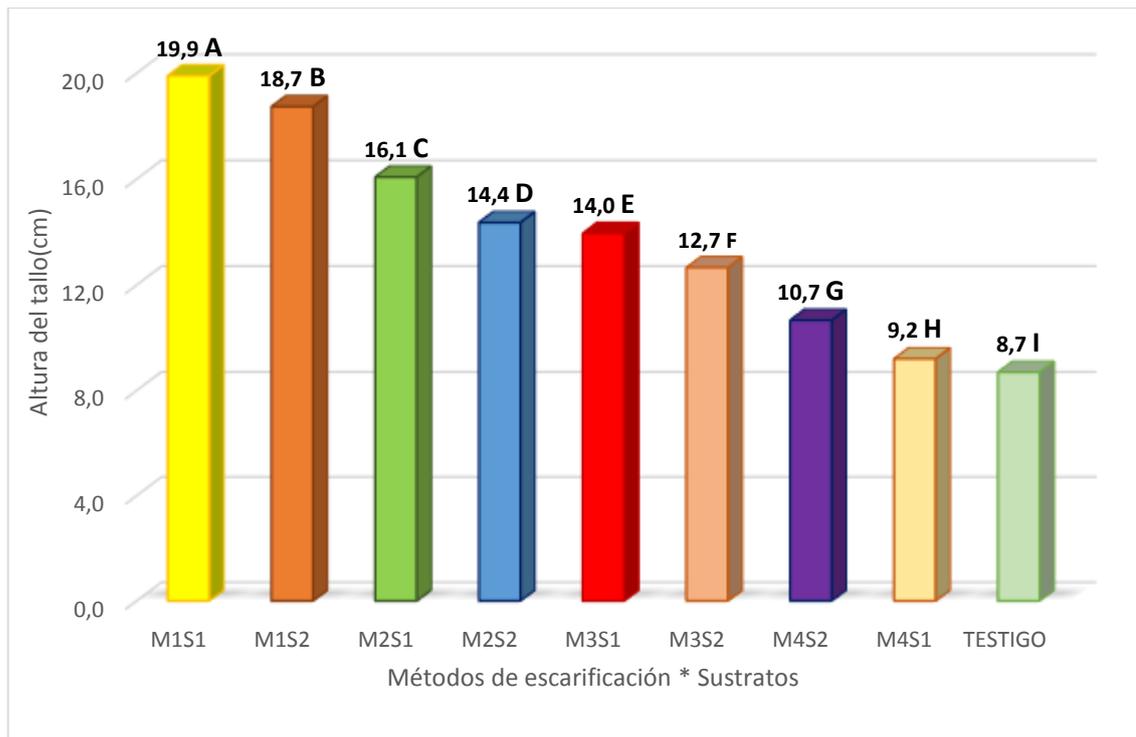


**Gráfico 13-3.** Altura del tallo a los 90 días para sustratos.

**Realizado por:** Guanolema, Mauro, 2022

En el Gráfico 13-3 se observó que el sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25%) continúa siendo el mejor sustrato para el desarrollo adecuado de las plántulas de nogal con una media de 14,78 cm, mientras que el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) tiene una menor media de 13,03 cm.

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para la interacción entre métodos por sustratos (Gráfico 14-3) se determinó que existen 9 rangos: en el rango “A” con la mayor altura del tallo está el tratamiento M1S1 con una media de 19,9cm, mientras que en otros rangos “B”, “C”, “D”, “E”, “F”, “G”, “H” se ubican los demás tratamientos con medias de 18,7; 16,1; 14,4; 14,0; 12,7; 10,7 y 9,2 cm, con las interacciones M1S2, M2S1, M2S2, M3S1, M3S2, M4S2 y M4S1 respectivamente y con la menor altura tenemos al testigo con una media de 8,7 cm.



**Gráfico 14-3.** Altura del tallo a los 90 días para la interacción Métodos de escarificación \* sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 14-3 se puede observar que continúa la interacción M1S1 alcanzando una mayor altura del tallo con una media de 19,9 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta la menor altura del tallo con una media de 8,7 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación.

Los resultados finales mencionados en los gráficos 12-3 y 13-3 se puede determinar que el método más efectivo para obtener una mayor altura del tallo fue el M1(Escarificación mecánica) con una media de 19,32 cm, el sustrato que brinda las mejores condiciones fue el sustrato S1 (Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 14,78 cm, resultados que fueron obtenidos a los 90 días después de la siembra y que concuerdan con las afirmaciones realizadas por (Andino, E. 2020.); por lo tanto como se puede observar en el gráfico 14 -3 el mejor tratamiento está compuesto por el método M1(Escarificación mecánica) y el sustrato S1 (Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) que alcanzan una media de 19,9 cm de altura del tallo al final del ensayo.

Armijo, (2012, pp. 2-3) Menciona que: El nogal es un árbol de gran porte que, puede alcanzar 25 o 30 metros de altura, para alcanzar este tamaño necesitará muchos años, puesto que su crecimiento no es tan rápido como el de otras especies forestales, además, en el crecimiento influyen muchos factores como por ejemplo la fertilidad del suelo, la temperatura, el viento, la disponibilidad de

agua, plagas y enfermedades. Si estos factores se acercan a lo óptimo, el nogal crecerá tan rápido como pueda, mientras que, si alguno de ellos no es favorable, el nogal experimentará un retraso en el crecimiento.

### 3.5 LONGITUD DE LA RAÍZ

#### 3.5.1 Longitud de la raíz a los 60 días después de la siembra

En el análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 60 días después de la siembra se observó que existen diferencias altamente significativas para métodos de escarificación, mientras que existió diferencias no significativas para sustratos y para la interacción entre métodos por sustratos existió una diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 6,5 % (Tabla 11-3).

**Tabla 11-3:** Análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 60 días.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P – valor</b>
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	3,03	4	0,76	36,23	<0,0001 **
<b>SUSTRATO</b>	0,02	1	0,02	0,74	0,4008 -
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATOS</b>	0,33	3	0,11	5,32	0,0084 *
<b>Error</b>	0,38	18	0,02		
<b>Total</b>	3,76	26			
<b>C.V</b>	6,5				

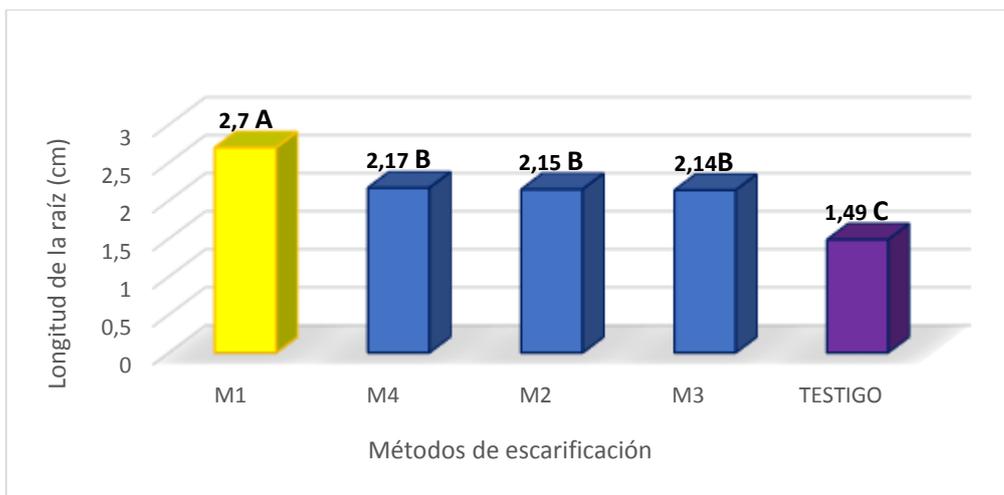
**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

- : No significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para métodos (Figura 15-3) se determinó que existen 3 rangos: en el rango “A” con la mayor longitud de la raíz en el método M1(Escarificación mecánica) con una media de 2,7 cm, mientras que en el rango “B” se ubicaron los demás métodos, con medias de 2,17; 2,15 y 2,14 cm respectivamente y para el testigo en el rango “C” con la menor longitud de raíz con una media de 1,49 cm.

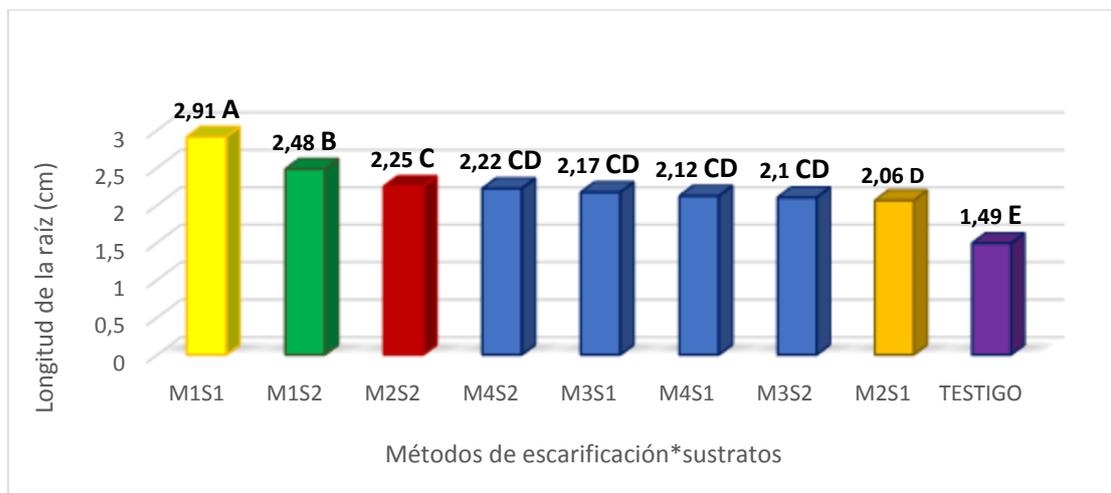


**Gráfico 15-3.** Longitud de la raíz a los 60 días para métodos de escarificación.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 15-3 se puede observar que el método M1(Escarificación mecánica) alcanza una mayor longitud de la raíz con una media de 2,7 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta una menor longitud de la raíz con una media de 1,49 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento fue más lento.

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para la interacción entre métodos por sustratos (Gráfico 16-3) se determinó que existen 6 rangos: en el rango “A” con la mayor altura del tallo está el tratamiento M1S1 con una media de 2,91cm, mientras que en otros rangos “B”, “C”, “CD”, “CD”, “CD”, “CD”, “D” se ubican los demás tratamientos con medias de 2,48; 2,25; 2,22; 2,17; 2,12; 2,1 y 1,06 cm, con las interacciones M1S2, M2S2, M4S2, M3S1, M4S1, M3S2 y M2S1 respectivamente y con la menor altura en el rango “E” tenemos al testigo con una media de 1,49 cm.



**Gráfico 16-3.** Longitud de la raíz a los 60 días para métodos de escarificación\*sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 16-3 se puede observar que la interacción M1S1 alcanza una mayor longitud de la raíz con una media de 2,91 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta la menor longitud de la raíz con una media de 1,49 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento y desarrollo fisiológico fue más lento.

### 3.5.2 Longitud de la raíz a los 90 días después de la siembra

En el análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 90 días después de la siembra se observó que existen diferencias altamente significativas para métodos de escarificación, sustratos y para la interacción entre métodos por sustratos, con un coeficiente de variación de 1,26 % (Tabla 12-3).

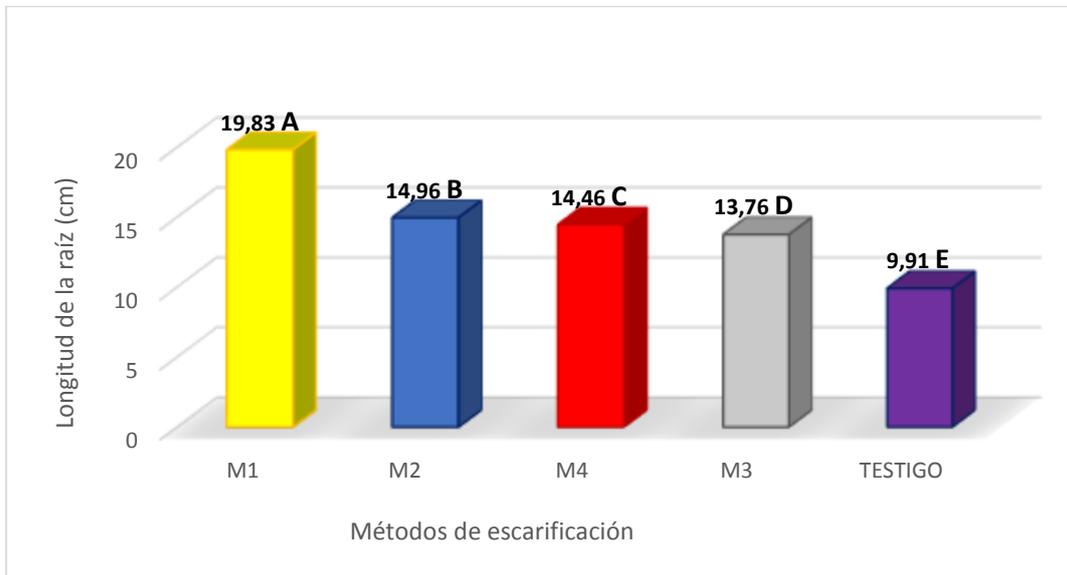
**Tabla 12-3:** Análisis de varianza para la longitud de la raíz a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
<b>METODO DE ESCARIFICACION</b>	228,64	4	57,16	948,92	<0,0001 **
<b>SUSTRATO</b>	0,9	1	0,9	15,02	<0,0001 **
<b>METODO DE ESCARIFICACION*SUSTRATOS</b>	37,75	3	12,58	208,92	<0,0001 **
<b>Error</b>	1,08	18	0,06		
<b>Total</b>	268,38	26			
<b>C.V.</b>			1,63		

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

\*\* : Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 %, se observó que para métodos (Figura 17-3) se determinó que existen 5 rangos: en el rango “A” con la mayor longitud de la raíz en el método M1(Escarificación mecánica) con una media de 19,83 cm, mientras que en los demás rangos se ubicaron los demás métodos con unas medias de 14,96; 14,46; 13,76 y 9,91 cm respectivamente.

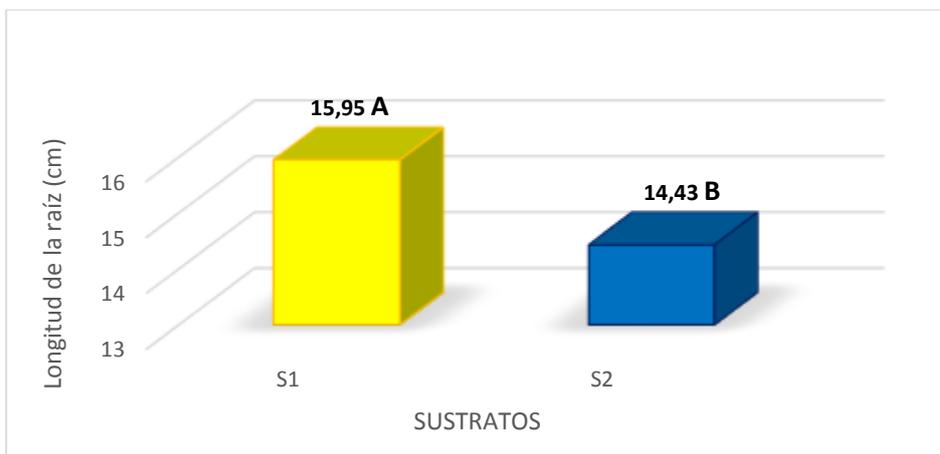


**Gráfico 17-3.** Longitud de la raíz a los 90 días para métodos de escarificación.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 17-3 se puede observar que el método M1(Escarificación mecánica) continúa alcanzando una mayor longitud de la raíz con una media de 12, 83 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta la menor longitud de la raíz con una media de 9,91 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación su crecimiento fue más lento.

Mediante la prueba de DMS al 5 %, la respuesta observada para sustratos (Figura 18-3) se determinó que existen 2 rangos: el rango “A” con la mejor longitud de la raíz en el sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 15,95 cm, mientras que en el rango “B” tenemos el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) con una media de 14,46 cm.

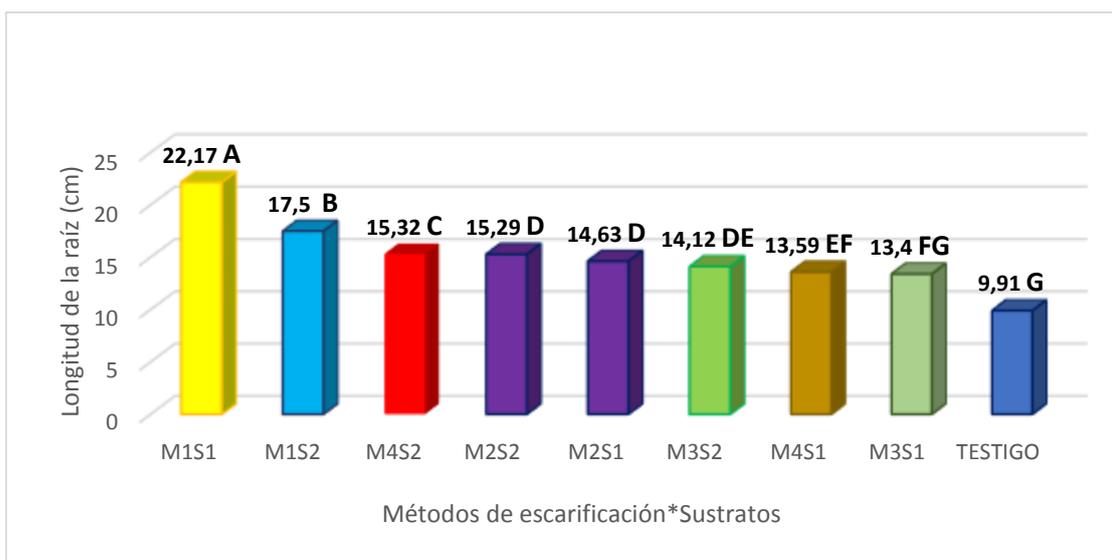


**Gráfico 18-3.** Longitud de la raíz a los 90 días para sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

El sustrato proporciona aireación a las raíces de las plantas para el intercambio de oxígeno y nutrientes; también contribuye a un mejor desarrollo de la raíz, como se observa en la Gráfico 18-3 donde el sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25%) es el que brinda las condiciones antes mencionadas por lo tanto tiene la mejor media de 15,95cm de longitud de la raíz, mientras que el sustrato S2 (Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) tiene una media de 14,43 cm.

Mediante la prueba de Tukey al 5 % para la interacción entre métodos por sustratos (Gráfico 19-3) se determinó que existen 8 rangos: en el rango “A” con la mayor altura del tallo está el tratamiento M1S1 con una media de 22,17 cm, mientras que en otros rangos se ubican los demás tratamientos con medias de 17,5; 15,32; 15,29; 14,63; 14,12; 13,59; 13,4 y 9,91 cm respectivamente.



**Gráfico 19-3.** Longitud de la raíz a los 90 días para métodos de escarificación\*sustratos.

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En el gráfico 19-3 se puede observar que continúa la interacción M1S1 alcanzando una mayor longitud de la raíz con una media de 22,17 cm, mientras que el Testigo (Sin escarificación + Tierra Negra de Páramo 75% + Cascarilla 25%) presenta la longitud de la raíz con una media de 8,7 cm, dadas las condiciones del testigo que no se le realizó ningún método de escarificación.

Las principales limitaciones para el adecuado desarrollo de la raíz son físicas y dependerán del manejo del suelo y del agua de riego (Castillo, 2017, p-10).

El agua es muy importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero también los nutrientes minerales y orgánicos son indispensables. Los sustratos orgánicos favorecen la retención de agua y proveen una alta porosidad, absorbiendo tres a cuatro veces su peso en agua Hartmann, et al. (2005, p. 10). Dando un buen desarrollo del sistema radical.

El sustrato además de proporcionar la aireación que necesitan las raíces de las plantas para el intercambio de oxígeno y nutrientes; también contribuye a un mejor desarrollo de la raíz, pero esto dependerá principalmente del tamaño y distribución de los poros y una adecuada retención de agua disponible (Ansorena, 1994, p. 20).

La longitud radicular está directamente relacionada con las propiedades físicas del sustrato, aquellos sustratos orgánicos como la turba, mulch y otros residuos orgánicos poseen gran actividad microbiológica, permitiendo una constante actividad biológica que libera nutrimentos para la planta, lo que conlleva al desarrollo de un buen sistema radicular (Martínez, 1986: p. 18).

Los resultados finales indicados en los gráficos 15-3 y 17-3, nos indica que el método más efectivo para obtener una mayor longitud radicular fue el método M1 (Escarificación mecánica) con una media de 19,83 cm, así mismo el sustrato que ofrece las mejores condiciones para obtener una mayor longitud radicular fue el sustrato S1 (Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) con una media de 15,95 cm, estos resultados fueron obtenidos a los 90 días después de la siembra y que concuerdan con las afirmaciones realizadas por (Matilla, 2008 y Hartmann, et al., 2005, p. 23) sobre las condiciones que debe tener un buen sustrato y los aportes que realiza a las plantas para un mejor desarrollo; por lo tanto el mejor tratamiento está compuesto por el método M1(Escarificación mecánica) y el sustrato S1(Arena de Rio 75 % + Hojarasca 25%) para poder obtener una mayor longitud radicular al final del ensayo.

### 3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO EN BASE A LA RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.

Para establecer esta relación se consideró la producción media de 145 plantas por tratamiento valores detallados ampliamente en el Anexo C, tomando en cuenta el precio referencial de venta de 0.4 \$ por una planta de buenas características, de 3 a 4 meses de desarrollo. Según la Tabla 13-3, donde se detalla claramente la relación beneficio/costo de cada tratamiento.

**Tabla 13-3:** Análisis económico en base a la relación beneficio/costo.

TRATAMIENTOS	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	COSTOS TOTALES	PRODUCCIÓN DE PLANTAS	VALOR DE VENTA	VENTAS	RELACIÓN BENEFICIO /COSTO	RENTABILIDAD (%)
TESTIGO	35,9	4,4	40,4	140	0,4	56,0	1,4	38,65
<b>M1S1</b>	<b>35,9</b>	<b>3,3</b>	<b>39,2</b>	<b>150</b>	<b>0,4</b>	<b>60,0</b>	<b>1,5</b>	<b>53,08</b>
M1S2	35,9	3,4	39,3	140	0,4	56,0	1,4	42,42
M2S1	35,9	6,9	42,8	150	0,4	60,0	1,4	40,12
M2S2	35,9	3,4	39,3	150	0,4	60,0	1,5	52,60
M3S1	35,9	4,6	40,5	150	0,4	60,0	1,5	48,15
M3S2	35,9	4,7	40,6	140	0,4	56,0	1,4	37,89
M4S1	35,9	7,8	43,7	140	0,4	56,0	1,3	28,08
M4S2	35,9	4,7	40,6	145	0,4	58,0	1,4	42,82

**Realizado por:** Guanolema Tuquinga, Mauro, 2022

En la Tabla 13-3 se puede observar la relación beneficio/costo de todos los tratamientos, donde se observa que el tratamiento M1S1 es el más rentable, tomando en cuenta todos los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, se observa claramente que este tratamiento posee los mejores resultados en cuanto a tiempo, porcentaje de germinación, longitud de la raíz diámetro y altura del tallo, con una relación beneficio/costo de 1,5, esto significa un 53,08% de rentabilidad.

En los últimos años el precio de la nuez se ha incrementado considerablemente, originando una alta rentabilidad de las huertas nogaleras. Lo anterior, ha motivado a varios productores al establecimiento de nuevas huertas (Fernández, et all. 2021, pp. 10-11).

## CONCLUSIONES

El método de escarificación M1 (Escarificación mecánica), es el más eficiente ya que en él se registraron los mejores valores en todos los parámetros obtenidos: porcentaje de germinación (41,83 %), diámetro del tallo (4,9 mm), altura del tallo (19,32 cm), longitud de raíz (19,83 cm), y en el porcentaje de supervivencia todos los tratamientos resultaron eficientes (97 %).

Los resultados muestran que el método de fricción con papel lija eliminan la latencia física de las semillas de nogal, al influir de manera directa y positiva en el tiempo de inicio de germinación debido a que fragmentan o debilitan la testa, permitiendo el ingreso de oxígeno y agua al embrión necesarios para la germinación.

El sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25 %), es el sustrato más eficiente ya que presentó los mejores valores en todos los parámetros recogidos: porcentaje de germinación (32,1 %), diámetro del tallo (4,0 mm), altura del tallo (14,78 cm) y longitud de raíz (15,95 cm).

La arena proporciona condiciones para un mejor crecimiento radicular y esto combinada con la hojarasca proporcionan ventajas para la germinación como: soltura, retención de humedad, materia orgánica, textura.

Para el caso de la interacción entre método por sustratos, el resultado más eficaz que se obtuvo en el tratamiento M1S1, que presentó los mejores valores en los parámetros: diámetro del tallo (5,6 mm), altura del tallo (19,9 cm) y longitud de la raíz (22,17 cm).

Desde el punto de vista forestal, el tratamiento M1S1 es el más eficiente para la producción del nogal ya que el lijado de la semilla combinada con la arena de Río 75 % + hojarasca 25 %, nos ayuda a tener un menor tiempo de germinación y así poseer plantas para su comercialización.

Desde el punto de vista económico, el tratamiento M1S1 es el más rentable, con un margen de rentabilidad del 53,08 %, esto nos indica que por cada dólar invertido se obtiene un 53,08% de reembolso.

## **RECOMENDACIONES**

Utilizar el tratamiento compuesto por el método de escarificación M1 (Escarificación mecánica) y el sustrato S1 (Arena de Río 75 % + Hojarasca 25 %), por ser el tratamiento más eficiente para lograr excelentes características forestales de las plántulas de nogal.

Tener en cuenta diferentes rangos de tiempo, cuando se aplique el método de escarificación del agua caliente, para que los resultados obtenidos no arrojen datos erróneos.

Para un proceso adecuado de selección de la fruta se recomienda tomar en cuenta los mejores aspectos fenotípicos de la planta.

Fomentar programas masivos para la recuperación de la especie y promover el uso de esta ya que tiene abundantes beneficios agroforestales y frutícolas, de fácil adaptación y manejo, que puede ser una solución económica para los agricultores.

## **BIBLIOGRAFIA**

**ABCAGRO.** El cultivo del nogal. (Blog). Madrid5 Capitán Haya, 60, 28020. 2009. (Consultado: el 05 de mayo de 2021). Disponible en: [http://www.abcagro.com/frutas/frutos\\_secos/nogal3.asp](http://www.abcagro.com/frutas/frutos_secos/nogal3.asp)

**ACEÑOLAZA, S.** Hojarasca. Ecured. (en línea), 2006, (Ecuador), pp. 18-90. (Consultado: el 13 de octubre de 2020). Disponible en: <https://www.ecured.cu/Hojarasca>

**AGUIRRE, C.** Ficha técnica N°2. Nogal. (en línea), 2010, (Ecuador), pp. 1-2. (Consulta: el 02 de 10 de 2021). Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/NOGAL.pdf>

**ARNIJO, JOSE.** *Nogal*. (Blog). España. 2012. (Consultado el: 02 de octubre del 2021). Disponible en: <https://www.mundohuerto.com/cultivos/nogal/cuanto-tarda-crecer>

**AZAR, R.** "Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels", en zonas andinas. Maderas y bosques. (en línea), 2018, (México) 24 (1), pp. 6-27. (Consulta: el 06 de junio de 2021). Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712018000100401](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712018000100401)

**CALDERÓN, F.** "La cascarilla de arroz caolinizada; una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos". (Blog). Bogotá: 10 de noviembre de 2010. (Consulta: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla\\_Caolinizada/La\\_Cascarilla\\_Caolinizada.htm#:~:text=La%20cascarilla%20de%20arroz%20es,ser%20usado%20como%20sustrato%20hidrop%C3%B3nico.](http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm#:~:text=La%20cascarilla%20de%20arroz%20es,ser%20usado%20como%20sustrato%20hidrop%C3%B3nico.)

**CARDENAS, D.** Nogal *Juglans neotropica*. (Blog). Costa Rica: agosto de 2007. (Consultado: el 02 de mayo de 2021). Disponible en: <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/327755-Juglans-neotropica>

**CONCEPTOS.** DeConceptos.com. (Consultado: el 23 de octubre de 2020). Disponible en: <https://deconceptos.com/ciencias-naturales/sustrato>

**CONSTANTE, V.** Caracterización morfológica e inventario de los árboles y arbustos existentes en el bosque nativo de yagual en el sector Tundapamba, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

(Trabajo de titulación) (Ingeniero Agrónomo). Universidad Estatal de Bolívar Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda, Ecuador. 2013, pp. 6 -16. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1070/1/098.pdf>

**ERAS, V.** Evaluación de tres tipos de sustratos y tres métodos de escarificación en la germinación de la semilla de nogal (*Juglans neotropica*) a nivel de vivero. (Trabajo de titulación) (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Loja, Modalidad de estudios a distancia, Carrera de Administración y Producción Agropecuaria. Loja- Ecuador. 2013, pp. 20 – 30. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13931/1/tesis%20ultima.pdf>

**FERNANDEZ, A.** Ventajas y desventajas del injerto. Infoagro. (en línea). 2013. (México). (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/ventajas-y-desventajas-del-injerto/>

**FERNANDEZ, M., GUERRERO, S., PALACIOS, A., URANGA, L., ESCALERA, L., & PEREZ, S.** "Análisis de diversos aspectos económicos de la producción en huertas de nogales de alta y baja densidad. Estudio de caso". Cultivos Tropicales. (en línea), 2021, (Cuba) Vol.42, pp. 10-11. (Consultado el 05 de enero del 2022). ISSN 0258-5936. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362021000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000200001)

**GARCÍA, S.** Creando patrones francos. (Blog). México: 29 de marzo de 2016. (Consultado: 12 de octubre de 2020). Disponible en: <http://faenasdelahuerta.blogspot.com/2016/03/creando-patrones-francos.html>

**GÓMEZ, C.** Evaluación de la actividad antibacteriana y antimicótica de los extractos de *myrciantes hallii* (arrayán), *amaranthus asplundii* (ataco), *peperomia peltigera* (pataku yuyo), especies reportadas en peguche – imbabura, sobre *streptococcus mutans*, *klebsiella*. (Tesis de grado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: [//repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/586/1/T-ESPE-029608.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/586/1/T-ESPE-029608.pdf)

**GÓMEZ, C.** Conozcamos nuestro arrayán. (Tesis maestría). Universidad Nacional de Colombia. (Consultado: el 15 de octubre de 2020), Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8685/3/dianacristinagomezruiz.20121.pdf>

**GOÑI, JESÚS.** *Producción de madera de nogal.* (Blog). Terruel, 2003. (consultado el: 12 de octubre de 2020). Disponible en: <https://www.cultivosforestales.com/es/blog/produccion-de-madera-de-nogal/>

**HOGAN, M.** Interés Botánico. (Blog). EEUU. 660 Compton St. Unidad Broomfield, CO 80020, 2008. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: <https://www.botanicalinterests.com/product/Stratification-and-Scarification>

**JARAMILLO, C.** Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de arrayán (*myrcianthes hallii*) (o. Berg) mc vaugh. Quito. (Trabajo de titulación). (Ingeniera Agrónoma). Universidad Central Del Ecuador. Facultad De Ciencias Agrícolas. Carrera De Ingeniería Agronómica. Quito, Ecuador. 2013. (Consultado: el 15 de octubre de 2020). Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1103/1/T-UCE-0004-17.pdf>

**MOGROVEJO, P.** Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal. (Trabajo de titulación). (Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental). (En línea). Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador. Área de Estudios Sociales y Globales. (Quito - Ecuador). 2017. (Consultado: el 3 de agosto de 2020). Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5862/1/T2432-MCCNA-Mogrovejo-Bosques.pdf>

**MONOTOA, S.** Escarificación Mecánica y Química como tratamientos pregerminativos en semillas de olivo. (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agrónomo). (En línea). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. Carrera de Ingeniería Agronómica. (Cevallos – Ecuador). 2012. (Consultado: 12 de octubre de 2020). Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/Tesis-26agr.pdf>

**MOREJÓN, E.** (14 de abril de 2016). Caracterización de las Proteínas de Tocte (*Juglans neotropica* Diels) y su Digestibilidad Gastrointestinal in vitro. (Trabajo de titulación). (Ingeniera en Alimentos). (En línea). Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos. (Ambato – Ecuador). 2016. (Consulta: 06 de junio de 2021). Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22880/1/AL601.pdf>

**NAPOLEÓN, J., & CRUZ, M.** Guía Técnica de Semilleros y Viveros Forestales. (en línea). Primera Edición. Santa Tecla – El Salvador: 2005. (Consulta: 06 de junio de 2021). Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e.pdf>

**NERI, C., SILVA, R., OLIVA, M., & HUAMÁN, H.** Aplicación de la escarificación física y mecánica en la emergencia y crecimiento de semillas de tara (*Caesalpinia espinosa*).

Agroproducción Sustentable. (en línea), 2018, (Perú), Volumen 2, p 45 – 53. (Consultado: el 15 de Octubre de 2020). ISSN: 2520 – 5145. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESADOS/article/view/392>

**ORTEGA, HUGO.** “ESTUDIO DEL ATAQUE DE *Gretchena garai* Miller EN NOGAL (*Juglans Neotropica* Diels) EN PLANTACIÓN SOLA Y ASOCIADA CON CUATRO ESPECIES FORESTALES EN DOS SITIOS” (Trabajo de titulación) (Ingeniero Forestal). Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. 2006. pp. 23-24. (consultado el: 16 de octubre del 2021). Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/806/3/03%20FOR%20147%20TESIS%201.pdf>

**PDOT.** PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2015-2019. (en línea). (Consultado: el 15 de octubre de 2020). Disponible: [http://ap.sni.gob.ec/snilink/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0660821640001\\_PDOT%20PUNIN%202015-2019\(reformado\)\\_28-06-2016\\_22-41-43.pdf](http://ap.sni.gob.ec/snilink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660821640001_PDOT%20PUNIN%202015-2019(reformado)_28-06-2016_22-41-43.pdf)

**RIVERA, A.** Diferencia entre patrón clonado y patrón de semilla. (Blog). Perú, 05 de Julio de 2018. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: <https://www.tropicalplants.es/diferencia-entre-patron-clonado-y-patron-de-semilla/#:~:text=Un%20patr%C3%B3n%20clonal%20es%20aquel,segundo%20injerto%20en%20el%20que>

**TORO, E., & ROLDÁN, I.** “Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas”. Maderas y Bosques (en línea), 2018, (Colombia) vol.24 (N°1), pp.8-10. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). ISSN 1405-0471. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712018000100401](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712018000100401)

**SÁNCHEZ, B., PACHECO, E., LUGO, G., REYES, Á., & GARCÍA, E.** Métodos de escarificación en semillas de *Guaiacum coulteri*, especie amenazada del bosque tropical caducifolio del norte de Sinaloa. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. (en línea), 2017, (Mexico), Volumen 2, p 2-5. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). ISSN 0016-5301. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/gbot/v74n2/0717-6643-gbot-74-02-00262.pdf>

**VALLEJO, Á.** Una mirada diferente al Ecuador. (Blog). Ecuador: 2 de mayo de 2010. (Consulta: el 3 de agosto de 2020). Disponible en: [http://www.terraecuador.net/revista\\_65/especies\\_quitenas.html](http://www.terraecuador.net/revista_65/especies_quitenas.html)

**VARELA, S., & ARANA, V.** Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal (en línea). 2015, (Argentina) Volumen n°1, pp. 6-8. ISSN. 1853-4775 Ecuador: Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_latencia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf)

**VELASCO, M.** Técnicas de escarificación en semillas de Guaje (*Leucaena leucocephala* Lam) DE Wit, para aumentar la capacidad germinativa. (Trabajo de titulación). (Maestro en Tecnología de granos y semillas). (en línea). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista – Mexico. 2009. (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6263/T17655%20NARCIA%20VELASCO%2C%20MARIANO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**WING, M.** Que es la tierra y cuáles son sus usos. (Blog). Chile: 24 de diciembre de 2019. (Consultado: el 12 de noviembre de 2020). Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/#:~:text=La%20tierra%20negra%20le%20da,los%20suelos%20con%20mucho%20arena.>

**YOPAL, S.** Arena lavada de río. (Blog). (Consultado: el 12 de octubre de 2020). Disponible en: [https://www.aconstructoras.com/product\\_info.php?products\\_id=4650](https://www.aconstructoras.com/product_info.php?products_id=4650)



## ANEXOS

### ANEXO A: DISEÑO EXPERIMENTAL DEL ENSAYO.

T1R1	T2R1	T3R1	T4R1
T1R2	T2R2	T3R2	T4R2
T1R3	T2R3	T3R3	T4R3
T5R1	T6R1	T7R1	T8R1
T5R2	T6R2	T7R2	T8R2
T5R3	T6R3	T7R3	T8R3
T9R1	T9R2	T9R3	

### ANEXO B: PRESUPUESTO GENERAL DEL ENSAYO

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>COSTOS FIJOS</b>				
Alquiler del GPS	Unidad	1	5	5
Fundas plásticas	Paquete de 100 unidades	12	2,5	30
Tarrinas	Unidad	20	0,25	5
Pie de rey	Unidad	1	2	2
Azadones	Unidad	2	5	10
Pala	Unidad	2	10	20
Regadera	Unidad	1	8	8
Manguera	Metros	10	1	10
Podadora	Unidad	1	15	15
Bomba de mochila	Unidad	1	25	25
Identificación	Unidad	27	0,5	13,5
Semilla de arrayán	Balde	1	20	20
Desinfectante y fungicida	Unidad	2	10	20
Materiales de oficina	Unidad	1	60	60
Alimentación		1	40	40
Transporte		1	40	40
SUBTOTAL DE COSTOS FIJOS				323,5
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>SUSTRATO 1</b>				
Hojarasca	Sacos	5	2	10
Arena de Rio	Sacos	3	5	15
<b>SUSTRATO 2</b>				
Tierra negra	Sacos	5	6	30

Cascarilla de arroz	Sacos	5	2	10
<b>MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN</b>				
M1: Lijas	Unidad	1	1	1
M2: Agua 4°C	Dólares	1	2	2
M3: Ácido sulfúrico	Litro	1	30	30
M4: Agua 100°C	Dólares	1	2	2
<b>SUBTOTAL DE COSTOS VARIABLES</b>				<b>100</b>
<b>TOTAL, DE GASTOS</b>				<b>423,5</b>

#### ANEXO C: GASTOS Y EGRESOS

TRATAMIENTOS	GASTOS (\$)	INGRESOS (\$)
<b>TESTIGO</b>	40,39	56
<b>M1S1</b>	39,19	60
<b>M1S2</b>	39,32	56
<b>M2S1</b>	42,82	60
<b>M2S2</b>	39,32	60
<b>M3S1</b>	40,50	60
<b>M3S2</b>	40,61	56
<b>M4S1</b>	43,72	56
<b>M4S2</b>	40,61	58

#### ANEXO D. FOTOS

##### A: LABORES DE ADECUACION DEL SITIO.

Limpieza del lugar



Construcción de microclima



## ANEXO B: PREPARACION DE LA SEMILLA

Recolección de la semilla



## Despulpado y secado de la semilla



## Almacenamiento



## C: PREPARACION DE LOS METODOS DE ESCARIFICACION



Sin escarificación



Física: Agua caliente y agua fría

Agua caliente



Agua Fría



Mecánica:



Química:



## D: LABORES DE VIVERO

Preparación del sustrato



Llenado de fundas



## Siembra de la semilla



## E: TOMA DE DATOS

### Porcentaje de germinación



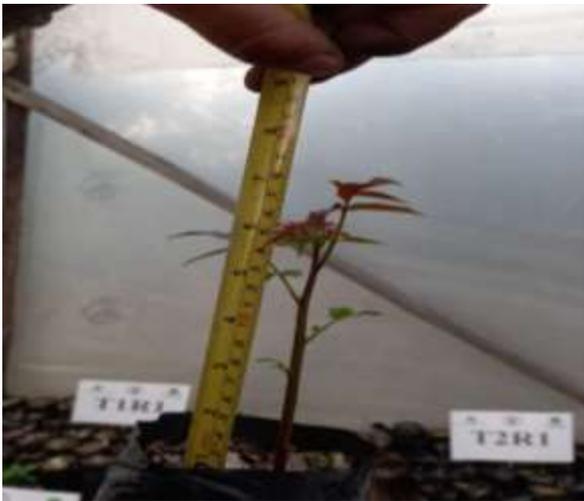
### Porcentaje de supervivencia



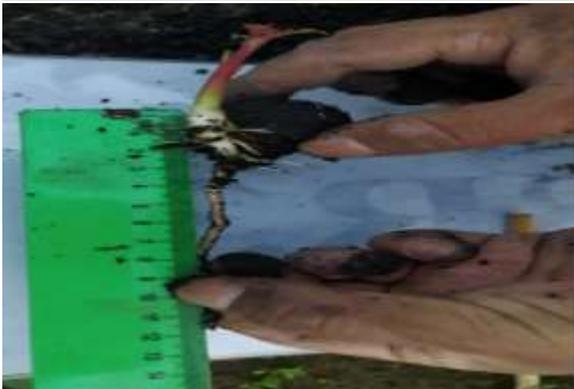
Diámetro a la altura del cuello



Altura del Tallo



Longitud de raíz



## **F: LABORES CULTURALES**

Limpieza de las malezas



## Riego



## Prevención de patógenos





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 21/ 06 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Mauro Patricio Guanolema Tuquinga
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Ingeniería Forestal
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Forestal
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Cristhian Castillo

