



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS  
PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NOGAL (*Juglans neotrópica*  
*Diels*) EN EL RECINTO PUMIN PROVINCIA DE BOLIVAR”**

**AUTOR: AZAS AZOGUE ROMULO DIEGO**

**DIRECTOR: ING. FOR. PATRICIO JIMÉNEZ**

**SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS**

**2016**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NOGAL (*Juglans neotrópica* Diels) EN EL RECINTO PUMIN PROVINCIA DE BOLIVAR”** realizado por el señor **AZAS AZOGUE ROMULO DIEGO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **AZAS AZOGUE ROMULO DIEGO** para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 04 de enero del 2016

Ing. For. Lenin Patricio Jiménez Pozo

**DIRECTOR**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **AZAS AZOGUE ROMULO DIEGO**, con cédula de identidad N° 020194264-6, declaro que este trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NOGAL (*Juglans neotrópica Diels*) EN EL RECINTO PUMIN PROVINCIA DE BOLIVAR”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, 04 de enero del 2016

  
-----  
AZAS AZOGUE ROMULO DIEGO

C.C: 020194264-6



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **AZAS AZOGUE ROMULO DIEGO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NOGAL (*Juglans neotrópica Diels*) EN EL RECINTO PUMIN PROVINCIA DE BOLIVAR”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo Domingo, 04 de enero del 2016

  
-----  
**AZAS AZOGUE ROMULO DIEGO**

C.C: 020194264-6

**DEDICATORIA**

A Nuestro Dios del Cielo quien es el autor de la vida

A mis querido padres Ángel Azas y Hortensia Azogue por haberme dado el don de la vida

A mi hermana Marisol y a su esposo Miguel, por confiar siempre en mí.

A mis amados hijos, Estrellita y Benjamín por ser parte de mi inspiración y alegría diaria.

A mis queridos profesores y compañeros en general.

**DIEGO**

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y en especial a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por haberme abierto sus puertas y recibir clases con sus ilustres docentes permitiéndome formar en uno de los mejores profesionales del país.

A mi director de tesis Ing. Patricio Jiménez y a mi Codirector Ing. Vinicio Uday, por guiarme en todos los procedimientos; técnicos, prácticos y teóricos para hacer de esta investigación un trabajo hecho realidad.

Al Dr. Ramiro Cueva mi amigo y consejero incondicional.

A mis compañeros y compañeras con quien compartimos en las aulas momentos inolvidables, y de manera especial a quienes apoyaron en el camino estudiantil.

## INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
INDICE DE CONTENIDO .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
SUMMARY .....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. GENERALIDADES .....	3
2.1.1. Ecología y Distribución Geográfica.....	3
2.2.2. Descripción Botánica del Nogal .....	3
2.2. SEMILLAS FORESTALES.....	4
2.2.1. Partes del Fruto del nogal.....	4
2.2.2. Partes de una Semilla .....	5
2.1.3. Semillas de Nogal y sus Características.....	6
2.1.4. Longevidad de las Semillas .....	6
2.1.5. Latencia.....	7
2.2. ARBOLES SEMILLEROS .....	8
2.2.1. Características de los Arboles Semilleros.....	8
2.2.2. Selección de Árboles Semilleros .....	9
2.2.3. Recolección y Almacenamiento de los Frutos de Nogal .....	9
2.2.4. Sistema de recolección.....	10

2.2.5.	Selección de la Semilla .....	10
2.3.	ANÁLISIS FÍSICO DE LAS SEMILAS .....	10
2.3.1.	Energía Germinativa .....	11
2.3.2.	Pureza de la Semilla.....	11
2.3.3.	Poder de Germinación.....	11
2.3.4.	Valor Real .....	11
2.3.5.	Peso Específico .....	12
2.4.	GERMINACIÓN.....	12
2.4.1.	Condiciones que Afectan la Germinación .....	12
2.4.2.	Fase de la Germinación.....	13
2.5.	TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS .....	13
2.5.1.	Tratamientos Químicos .....	14
2.5.2.	Tratamientos Físicos .....	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1.	UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.1.1.	Ubicación Política.....	15
3.1.2.	Ubicación Geográfica .....	15
3.1.3.	Características Climatológicas.....	16
3.1.4.	Clasificación Ecológica.....	16
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	17
3.2.1.	Materiales de Oficina .....	17
3.2.2.	Herramientas de Campo.....	17
3.2.3.	Insumos .....	17
3.3.	METODOLOGÍA .....	18
3.3.1.	Diseño Experimental.....	18
3.3.2.	Análisis Económico .....	21
3.4.	MANEJO GENERAL DEL EXPERIMENTO .....	21



3.4.1.	Identificación de Árboles Semilleros .....	21
3.4.2.	Preparación de los frutos de nogal .....	22
3.4.3.	Práctica Preliminar para Establecer la Calidad de las Semillas. ....	22
3.4.4.	Selección de las Semillas de Nogal. ....	23
3.4.5.	Tratamientos Pregerminativos. ....	23
3.4.6.	Sustratos .....	24
3.4.7.	Desinfección de las Semillas .....	25
3.4.8.	Siembra. ....	25
3.5.	LABORES CULTURALES .....	25
3.5.1.	Riegos .....	25
3.5.2.	Deshierbe .....	25
3.6.	VARIABLES A MEDIR.....	26
3.6.1.	Datos a Registrarse y Métodos de Evaluación.....	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.1.	VIABILIDAD .....	28
4.2.	GERMINACIÓN (%). ....	29
4.3.	EMERGENCIA (%). ....	30
4.4.	PERIODO DE EMERGENCIA (días) .....	33
4.5.	ALTURA DE PLANTA (cm) .....	35
4.6.	DIÁMETRO DE LA PLANTA (mm). ....	38
4.7.	VIGOR DE LA PLANTA.....	41
V.	CONCLUSIONES.....	43
V.	RECOMENDACIONES.....	44
VII.	BIBLIOGRAFIA .....	45

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Análisis de Varianza .....	20
Cuadro 2. Parámetros evaluar el vigor de las plántulas.....	27
Cuadro 3. Análisis de viabilidad en las semillas de nogal.....	28
Cuadro 4. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la siembra. ....	29
Cuadro 5. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia en semillas de nogal según Tukey al 5% a los 60, 90, 120, 150 días después de la siembra. .	30
Cuadro 6. Periodo de geminación de las semillas de nogal.....	33
Cuadro 7. Análisis de varianza para la altura (cm) de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.....	35
Cuadro 8. Comparación de medias según Tukey al 5% para la altura (cm) a los 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.....	36
Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro del tallo (mm) de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.....	38
Cuadro 10. Comparación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm) de plántulas de nogal a los 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia. ...	39
Cuadro 11. Análisis de varianza para el vigor de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.....	41
Cuadro 12. Comparación de medias de vigor de plántulas de nogal según Tukey al 5% a los 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.....	42

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Partes de un Fruto .....	4
Figura 2. Croquis del casco parroquial de Salinas .....	16
Figura 3. Distribución de los tratamientos bajo un Diseño Completamente al azar .....	19
Figura 4. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia según Tukey al 5% a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la siembra.....	31
Figura 5. Periodo de emergencia en las semillas de nogal ( <i>Juglans neotrópicas Diels</i> ) 34	
Figura 6. Comparación de medias según Tukey al 5% para la altura (cm) a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.....	37
Figura 7. Comparación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm) de plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia. ....	40

## RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en una zona alta de la Provincia de Bolívar, en la parroquia Salinas recinto Pumin ubicado a 3500 msnm, cuyas coordenadas X 0717936 Y 9840947 respectivamente, donde predomina una temperatura entre 10 - 18 °C y una precipitación promedio anual de 500 mm/año, con un suelo de origen volcánico con textura franco arcilloso y un alto contenido de materia orgánica. Durante esta investigación se realizó el estudio de diferentes tratamientos pre-germinativos, utilizando algunas técnicas y procedimientos donde permitan que las semillas de nogal germinen en el menor tiempo posible. En el transcurso de esta investigación que duro ciento cincuenta días se encontró con diversos problemas agrometeorológicos en especial con la presencia de lluvias y las bajas temperaturas, pese a ello se pudo obtener resultados favorables en la investigación donde se pudo comprobar que el mejor tratamiento resulto ser Solarización 48 horas con un porcentaje del 81,25%, seguido por el tratamientos agua corriente donde se obtuvo un porcentaje de germinación de un 73,44% resultado que permitirá hacer uso a los diversos viveristas en nuestro país sobre todo a quienes se dedican a la producción masiva de la especie *Juglan neotropicas Diels*, para el uso en reforestación de estos ecosistemas forestales en la región andina del Ecuador.

### **PALABRAS CLAVE:**

- ✓ **FUENTES SEMILLERAS**
- ✓ **SEMILLAS**
- ✓ **GERMINACIÓN**
- ✓ **TRATAMIENTO PREGERMINATIVO**
- ✓ **PORCENTAJE DE GERMINACIÓN**

## **SUMMARY**

This investigation was developed in a high area of Bolívar's County, in the parish Salinas enclosure Pumin located to 3500 msnm whose coordinated X 0717936 and 9840947 respectively, where a temperature prevails among 10 - 18 °C and a precipitation average yearly of 500 mm/año, with a floor of volcanic origin with texture loamy franc and a high content of organic matter. During this investigation he/she was carried out the study of different pre-germinative treatments, using some techniques and procedures where they allow that the walnut seeds germinate in the smallest possible time. In the course of this investigation that I last hundred fifty days he/she met especially with diverse problems agrometeorológicos with the presence of rains and the drops temperatures, in spite of it one could obtain favorable results in the investigation where it could be proven that the best treatment turns out to be Solarización 48 hours with a percentage of 81,25%, continued by the treatments water current where a porcentaje of germination of 73,44% result was obtained that he/she will allow mainly to make use to the diverse viveristas in our country to those who are devoted to the massive production of the species Juglan neotropicas Diels, for the use in reforestation of these forest ecosystems in the Andean region of the equator.

## **PASSWORDS:**

- ✓ **FUENTES SEMILLERAS**
- ✓ **SEEDS**
- ✓ **GERMINATION**
- ✓ **TREATMENT PREGERMINATIVO**
- ✓ **PERCENTAGE OF GERMINATION**

# **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NOGAL (*Juglans neotrópica* *Diels*) EN EL RECINTO PUMIN PROVINCIA DE BOLIVAR**

## **I. INTRODUCCIÓN**

El nogal (*Juglans neotrópica* Diels) es una especie nativa del medio Oriente, pero el Ecuador al tener la presencia de la cordillera de los Andes, hace que esta especie se adapte con facilidad al callejón interandino, brindando en ella múltiples usos como; maderera, alimenticia, medicinal, tintórea entre otros (Ratera y Ratera, 1980; Demaio et al. 2002).

Rojas (1998) manifiesta que los nogales se hallan distribuidos por las regiones templadas y cálidas del hemisferio norte, extendiéndose a través de América Central hasta la región Andina de América del sur, y que en Ecuador fue introducido a mediados del siglo XV a través de los españoles.

En Ecuador pese a tener las condiciones favorables en la región Andina para su crecimiento y desarrollo, no existe plantaciones como tal, ya que esta planta se puede encontrar de manera esporádica formando parte de los huertos familiares, en asociaciones con otros frutales, como cercas vivas, entre otras especies (Palomino 2003).

El nogal es uno de los árboles de frutas comestibles más antiguo del mundo, su nuez ha sido consumida desde hace siglos, es utilizada principalmente en repostería, pero sobre todo es muy demandada para recetas de fiestas navideñas (Chilenut, 2008).

El método principal de reproducción de las plantas es por semillas, es uno de los más eficientes y de mayor uso. Motivo por el cual resulta importante conocer las técnicas de manejo de las semillas para producir plantas de calidad. Las semillas se ven limitadas en ciertas especies debido a dificultades para germinar por diversos factores o combinación de factores, como; presencia de embriones rudimentarios, embriones inmaduros, cubiertas

mecánicamente resistentes, cubiertas impermeables y presencia de sustancias inhibidoras (Amen 1987 y Bonner 1993, citados por Weaver 1999).

Según Poulsen y Stubaard (2000) manifiestan que un gran número de semillas de especies forestales no germinan debido a que la testa dura impide la entrada de agua (latencia) llegando a morir su embrión si no se acude de manera oportuna. Para ello, existen métodos para acelerar la germinación. *Juglans neotrópica Diels* conocido comúnmente como nogal presenta dificultades para su germinación debido a una fuerte latencia, esto se presenta porque la semilla se encuentra cubierta por una testa gruesa e impermeable lo que hace que impida la germinación en condiciones naturales (Francis, 2000)

Para el desarrollo organizado de la investigación se plantearon los siguientes objetivos: objetivo general: “Evaluar el efecto de la aplicación de tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (*Juglans neotrópica diels*) para aportar conocimientos prácticos a viveristas y técnicos forestales en el país”; los objetivos específicos fueron: a) Determinar el mejor tratamiento pre germinativo para las semillas de Nogal; b) Evaluar el crecimiento y comportamiento de la planta de nogal hasta los ciento cincuenta días posterior a la siembra a nivel de viveros; y c) Realizar el análisis económico de los tratamientos pre-germinativos.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. GENERALIDADES**

#### **2.1.1. Ecología y Distribución Geográfica**

El Nogal se distribuye como una planta autóctona en los Andes Sudamericanos, especialmente en Colombia, Ecuador, Perú, y Bolivia. En Ecuador se encuentra en la región interandina, en los valles y estribaciones de la cordillera de los Andes (Williams y Esnacifor, 1998)

En Ecuador se pueden encontrar pequeñas plantaciones de nogal, en la provincia de Loja en la comunidad de El Tundo, pequeñas huertas experimentales en la ESPOCH-Riobamba, y en el norte, se puede encontrar en la hacienda San Antonio provincia de Imbabura (DFC, 1997)

#### **2.2.2. Descripción Botánica del Nogal**

El nogal, es un árbol caduco muy vigoroso, de 10 a 35 m de altura y un tronco que puede superar 1 m de diámetro, el cual está cubierto con una corteza cenicienta y gruesa. Se reconoce como una especie monoica, las flores son unisexuales, o sea, con inflorescencias masculinas y femeninas diferenciadas y ubicadas en el mismo árbol (Mañas *et al.* 2000). Las flores masculinas están dispuestas en amentos largos, casi siempre solitarios, de color verde parduzco y se localizan en la parte superior de las ramillas nacidas el año anterior. Las flores femeninas son solitarias o agrupadas en un número de una a cinco, encontrándose en las terminales de las ramillas del año. La polinización es principalmente anemófila, dado por la gran producción de polen que producen los amentos. El fruto es una drupa globosa de exocarpio carnoso y fibroso, que al madurar libera el endocarpio leñoso que contiene el embrión, el cual es la parte comestible de la nuez (Lemus, *et al.* 2004)



## 2.2. SEMILLAS FORESTALES

Las semillas del nogal aparecen cuando se disgrega el mesocarpio del fruto, quedando la nuez o semilla con su cubierta característica. La nuez tiene una fragancia suave y agradable (Lemus, 2004)

### 2.2.1. Partes del Fruto del nogal

Según Camacho, *et al* (2000) el fruto nogal del se encuentra conformado en dos partes:

#### 2.2.1.1. Pericarpio

Es todo aquello que rodea a la semilla en forma de cubierta y consta de tres partes

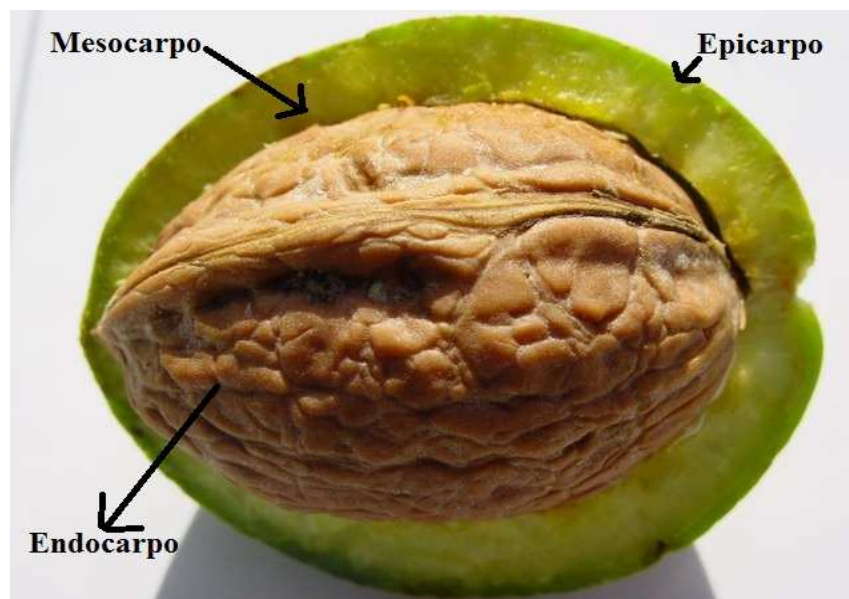


Figura 1. Partes de un Fruto

El **Exocarpo o epicarpo**, Es la parte más externa del fruto, sería lo que se conoce como piel, El **Mesocarpo**, es la parte más gruesa de la mayoría de los frutos, sería "la carne" que se come, y el **Endocarpo**, que es la parte normalmente endurecida que cubre la semilla, sería "el hueso".

#### 2.2.1.2. Semilla

Se encuentra encerrada dentro del endocarpo.

#### 2.2.2. Partes de una Semilla

Según Talavera, *et al* (2000) la semilla se encuentra conformada en tres partes:

##### 2.2.2.1. Embrión

Es una pequeña planta en miniatura en estado embrionario, que por efectos de: humedad, calor y oxígeno se desarrolla dando lugar a una nueva planta, el embrión contiene las siguientes partes: **radícula:** parte del embrión que emerge primero. Una vez fuera se convierte en una auténtica raíz, produciendo pelos absorbentes y raíces secundarias; **plúmula:** es una yema que se encuentra a lado opuesto de la radícula; **hipocótilo:** espacio entre la radícula y la plúmula. Se divide a su vez en el eje hipocotíleo, situado a continuación de la radícula y el eje epicotíleo, situado por encima de los cotiledones. Se convierte en un tallo; **cotiledón:** adquieren la función de primeras hojas o de reserva alimenticia, a veces ambas cosas a la vez. Según el número de cotiledones se clasifican las plantas en: **monocotiledóneas** (con un solo cotiledón) y **dicotiledóneas** (con dos cotiledones).

El nogal presenta una semilla dicotiledónea

### **2.2.2.2. Endospermo**

También se le llama albumen y es la reserva alimentaria contenida en la semilla.

### **2.2.2.3. Epispermo**

Es la cubierta exterior formada por la testa y, en el caso de las angiospermas, con una cubierta suplementaria por debajo de esta, llamada tegmen.

### **2.1.3. Semillas de Nogal y sus Características**

La semilla de nogal es de tipo nuez, profundamente fisurada, leñosa, oleaginosa y comestible. Dependiendo del contenido de humedad presentes en las semillas puede llegar a tener de 40 a 50 semillas/kilogramo, con un diámetro de 2 a 5 cm (Lemus, 2004)

### **2.1.4. Longevidad de las Semillas**

Las características estructurales y fisiológicas de las semillas del nogal determinan en buena parte su longevidad. Entre otras características están: la presencia o ausencia de un periodo de pérdida de humedad (deseccación) previo a la maduración, el estado de madurez del embrión al momento de la colecta, el contenido de sustancias en el interior de la semilla que impiden la germinación, la resistencia a la desecación o al frío y la presencia de testas gruesas o duras (Rodríguez, *et al.* 1992)

La longevidad es el tiempo que una muestra de semillas puede conservar su viabilidad o capacidad óptima de germinar en estado latente.

De acuerdo a los diferentes comportamientos que presentan las semillas en condiciones de almacenamiento, se clasifican en dos grupos:

#### **2.1.4.1. Semillas ortodoxas**

Dentro de este grupo no se encuentran las semillas de nogal, debido a que las semillas ortodoxas son susceptibles de almacenarse por largos periodos de tiempo, y pasan por una etapa de deshidratación (pérdida de agua) y de completa inhibición del metabolismo, por lo cual su tasa respiratoria es mínima (Rodríguez, *et al.* 1992). En estado de latencia su tasa respiratoria es insignificante y pueden permanecer almacenadas por largos periodos a temperaturas menores de 5°C cuando alcanzan bajos niveles de hidratación (< 5% sobre su peso) (Vázquez, *et al.* 1989).

#### **2.1.4.2. Semillas recalcitrantes**

Las semillas de nogal se encuentran dentro de este grupo, ya que son semillas que tienen escasa longevidad y no pueden ser almacenadas por largos periodos de tiempo. Las semillas maduras generalmente tienden a ser grandes y son liberadas de la planta madre con un alto contenido de humedad (entre el 40 y 60% de agua sobre su peso). Las semillas recalcitrantes no están condicionadas ni estructural ni fisiológicamente para resistir la desecación y el frío (Vázquez, 1997)

#### **2.1.5. 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 (Vázquez, 1997).

Debido a estas modalidades la latencia ha sido clasificada en Innata, Inducida y Obligada

### **2.1.5.1. Latencia innata o primaria**

Se presenta desde el momento en que las semillas se separan de la planta madre, evitando la germinación por un tiempo de duración variable después que la cosecha se ha realizado (Orozco y Segovia, 1991).

### **2.1.5.2. Latencia inducida o secundaria**

Se desarrolla después de la dispersión o cosecha en semillas que originalmente no eran latentes, o que ya habían salido, parcial o totalmente, de la latencia primaria (Roberts, 1972).

### **2.1.5.3. Latencia Obligada**

Es aquella que está determinada únicamente por la presencia de un factor en el medio que circunda a la semilla y que es completamente ajeno a ésta pero que impide su germinación. Entre sus causas más importantes se encuentran los altos contenidos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), carencia de luz y fluctuaciones de temperatura (Orozco-Segovia, 1991).

## **2.2. ARBOLES SEMILLEROS**

### **2.2.1. Características de los Arboles Semilleros.**

Los árboles semilleros son aquellos que por sus buenas características son seleccionados para producir semillas de calidad, los cuales pueden estar ubicados en bosques naturales o artificiales, arboretum, jardines botánicos, fuentes semilleras, entre otras (Patiño, 1983)

### **2.2.2. Selección de Árboles Semilleros**

Según Patiño, 1983, cuando aún no se cuenta con rodales o huertos semilleros, se deben seleccionar árboles semilleros con buenas características para producir y recolectar semillas de calidad, los mismos que pueden estar ubicados en bosques naturales o artificiales.

Las características más importantes para seleccionar los árboles semilleros son:

- a) Árbol recto, de buena conformación, principalmente cuando se trata de producción maderera.
- b) Buena altura y buen diámetro
- c) Con mínimas o escasas bifurcaciones.
- d) No debe presentar ataques de hongos o insectos.
- e) No debe presentar daños mecánicos (roturas, heridas, etc.)
- f) Buena forma de copa, de tamaño mediana a grande, ya que el objetivo es el suministro o abastecernos de semilla.
- g) La edad del árbol debe ser intermedia.
- h) Debe tener una buena producción de semillas.
- i) Conocer e identificar las fases fenológicas.
- j) Y por lo general no deben ser aislados o árboles solos. (Mínimo cinco árboles con características sobresalientes)

### **2.2.3. Recolección y Almacenamiento de los Frutos de Nogal**

Los frutos se recolectan cuando han caído al suelo y se trasladan al sitio de procesamiento en sacos de yute para colocar bajo sombra durante 1-2 semanas, para que el mesocarpio se descomponga; luego se procede a removerlos en agua y lavarlos. La semilla fresca presenta un contenido de humedad (CH) de aproximadamente 23%, y no tolera deshidrataciones por debajo de 15% ni tampoco puede ser almacenada con CH superiores a 20% (CATIE, 2000)

#### **2.2.4. Sistema de recolección**

De acuerdo con Speir, (1980) citado por Suárez, (1985). Los sistemas de recolección se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Recolección de los frutos en pies apeados, siendo imprescindible para ello que las cortas se realicen después que los frutos hayan madurado y antes que se diseminen.
2. Recolección de los frutos directamente de las ramas.
3. Recolección de los frutos agitando las ramas de la planta para que caigan al suelo.
4. Recolección de las acumulaciones de los frutos desprendidos de las plantas por efecto de los agentes ambientales.

Flores, *et al.* (1994) manifiesta que el mejor método de recolección de los frutos se realiza cuando estos han llegado a la madurez fisiológica, y luego deben ser guardados en fundas de papel o tela para facilitar su secado, no es aconsejable guardar en fundas de plásticos ya que estos provocan transpiración y fermentación. Luego se pone al sol para facilitar su secado, y posteriormente se separan las semillas de las impurezas.

#### **2.2.5. Selección de la Semilla**

Es deseable que las plantas madres sean revisadas, especialmente en lo que se refiere a la presencia de virosis, algunas de las cuales se transmiten a través del polen. El primer paso es asegurar la calidad de la semilla. Lo ideal es que provenga de plantas sanas y tratadas contra insectos y plagas durante la temporada de crecimiento de la nuez, de modo que cada semilla presente la máxima calidad (Patiño, 1983)

### **2.3. ANALISIS FÍSICO DE LAS SEMILAS**

Bonner, (1993). Los análisis de calidad de semilla se pueden dividir en grandes grupos, los mismos se describirán a continuación.

### **2.3.1. Energía Germinativa**

Se define como la rapidez de la germinación de una muestra de semilla pura en un periodo fijo, el cual se denomina “periodo de energía” y esta se establece para el día que sucede el mayor número de semillas germinadas. Se expresa en porcentaje, y se determina por la relación del cociente entre la cantidad total de semillas germinadas para el día de máxima germinación entre el total de semillas germinadas sin límite de tiempo.

### **2.3.2. Pureza de la Semilla**

Es el menor número de semillas de un lote distintas a las que se están valorando. Se mide en tanto por ciento; una semilla de pureza 94% quiere decir que 6 semillas son extrañas y las 94 restantes puras. En cuanto a las semillas de nogal por ser de tamaño grande se considera su pureza al 100%

### **2.3.3. Poder de Germinación**

Es el número de semillas que germinan. Se mide en tanto por ciento; una semilla con el 90% de poder de germinación quiere decir que de cada 100 semillas puestas a germinar, en condiciones normales de germinación, 90 germinan y 10 no lo hacen.

### **2.3.4. Valor Real**

Es el número de semillas que son capaces de germinar teniendo en cuenta la pureza y el poder de germinación. También se mide en tanto por ciento. Si tenemos una semilla con el 94% de pureza y el 90% de poder de germinación, su valor real será:

$94 \times 90 / 100 = 84,6$ . Quiere decir que de cada 100 semillas solamente están en condiciones de poder dar lugar a plantas 84,6.



### **2.3.5. Peso Específico**

Es el peso de un volumen determinado de semillas; para una misma especie serán preferible aquellas que tengan mayor peso específico, es decir las que más pesan.

Para que una semilla sea confiable debe pasar el 80 % de valor real de la semilla analizada. Pero más que este parámetro, se debe tomar muy en cuenta mucho la procedencia, genética de la semilla, porque en mucho de los casos existen cosechas de semillas con bajo porcentaje de germinación, aunque estas provienen de buenos árboles progenitores

## **2.4. GERMINACIÓN**

Morfológicamente, la germinación es la transformación de un embrión en una plántula. Fisiológicamente es la reanudación del metabolismo, el crecimiento que antes fueron suspendidos y es la conexión de la transcripción de nuevas proporciones del programa genético. Bioquímicamente, es la diferencia secuencial de los procesos de oxidación y síntesis de los eventos bioquímicos típicos del crecimiento y desarrollo, es decir la germinación es el paso del eje embrionario a un estado continuo, que fue temporalmente suspendido (Patiño, 1983)

Las semillas de nogal germinan entre los 20 a 45 días y puede durar en casos extremos hasta 90 días. (Lemus, 2004)

### **2.4.1. Condiciones que Afectan la Germinación**

Según Fuller, y Ritchie, (1984), manifiestan lo siguiente:

#### **2.4.1.1. Condiciones externas**

Humedad, oxígeno, temperatura y provisión de alimentos.

#### **2.4.1.2. Factores externos**

Factores como la luz, acidez del suelo, dióxido de carbono.

#### **2.4.1.3. Condiciones internas**

Auxinas, alimentos, haber completado su latencia, viabilidad de las semillas

#### **2.4.2. Fase de la Germinación**

Patiño, (1983), manifiesta que, la germinación de las semillas incluyen las siguientes fases: 1) absorción de agua, proceso físico, por el cual se hidratan y permiten el inicio de las actividades químicas. 2) iniciación de las actividades enzimáticas, con incremento de la velocidad de la respiración. 3) asimilación y translocación de las reservas alimenticias a los puntos de crecimiento.

### **2.5. TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS**

Martínez, (2005) una semilla puede necesitar permanecer en estado de vida latente hasta que aparezcan las condiciones ideales para su germinación. La naturaleza ha ido creando mecanismos de adaptación al clima, propios de cada especie forestal, que han de ser imitados para conseguir su germinación.

Las semillas de ciertas especies presentan dificultades para germinar. Entre las causas que demoran el proceso de germinación se pueden mencionar a la falta de madurez del embrión, sustancias inhibidoras de la germinación y el desarrollo, reservas alimenticias insolubles, tegumentos duros en los que el agua no logra penetrar.

### **2.5.1. Tratamientos Químicos**

Uno de los tratamientos para romper la impermeabilidad de la cubierta de las semillas es someterlas durante cierto tiempo a la acción de ácidos, siendo el más usado el ácido sulfúrico, ya que con este se ha conseguido elevar la germinación de algunas especies del 10% al 90% (Spier, 1980, citado por Sueárez, 1985).

### **2.5.2. Tratamientos Físicos**

#### **2.5.2.1. Inmersión en agua**

Este tratamiento es usado para facilitar la germinación de semillas con cubierta impermeables, consiste en la inmersión de las semillas durante periodos y tiempos variables en agua próxima a hervir y dejar que esta se vaya enfriando paulatinamente (Flores, *et al.* 1994)

#### **2.5.2.2. Con agua caliente**

Se coloca las semillas en un recipiente en una proporción de cuatro a cinco veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100°C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento. (Patiño, *et al.* 1983)

#### **2.5.2.3. Tratamiento mecánico.**

Consiste en la eliminación de la testa en forma total o parcial, entre estos tratamientos está, el rompimiento de la testa, o lijadura de la misma. Los tratamientos mencionados deben realizarse con sumo cuidado, para no dañar el embrión y tejidos internos (Bodero, 1980).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN**

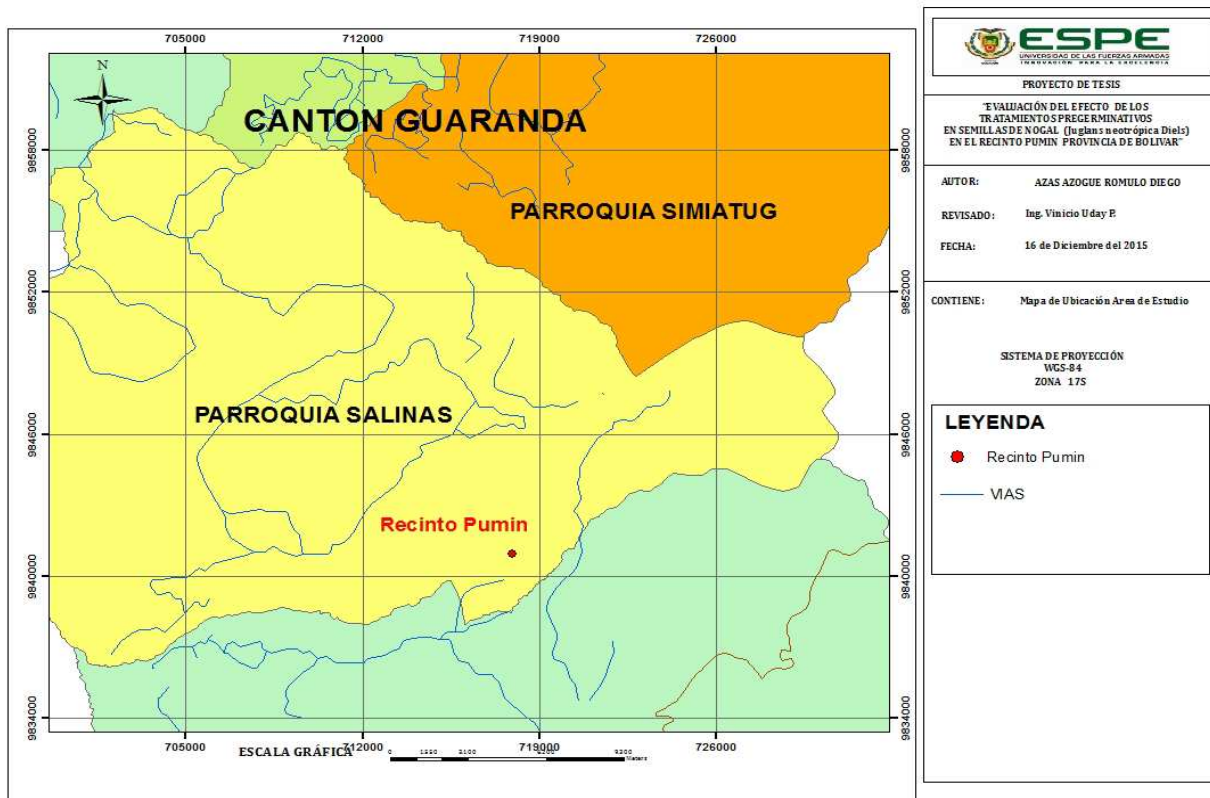
##### **3.1.1. Ubicación Política**

La presente investigación se desarrolló en el recinto Pumin perteneciente a la parroquia Salinas ubicado en el km 14,5 de la vía Guaranda – Salinas.

Provincia : Bolívar  
Cantón : Guaranda  
Parroquia : Salinas  
Recinto : Pumin

##### **3.1.2. Ubicación Geográfica**

Altitud : 3500 m.s.n.m  
Latitud : 71°79`36” Sur  
Longitud : 98°40`95”



Fuente. Información realizada en ArcGis. Datos levantado con GPS Datum: PSAD56

Figura 2. Croquis del casco parroquial de Salinas

### 3.1.3. Características Climatológicas

Temperatura media Anual	:	12°C
Precipitación medio Anual	:	500 mm
Humedad Relativa	:	70 %

### 3.1.4. Clasificación Ecológica

Según Holdridge, (1986) la zona de Vida, pertenece a la Clasificación Ecológica estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB). Entre las especies vegetales predominantes se mencionan: *Stipa*, *Festuca*, *Calamagrostis*, *Deyeuxia* y *Juncaceas*. , "mortiño" (*Vaccinia*

*mortinia*), "taclli" (*Pernetia parviflora*, *P. pentandlii*), "chuquiraguas" (*Chuquiraga insignis* y *Ch. lacifolia*).

## **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1. Materiales de Oficina**

Computador, GPS, Cámara fotográfica, Calibrador, Tablero, Libreta de campo, Esferográfico, Hojas INEN A4 75gr.

### **3.2.2. Herramientas de Campo**

Machetes, rastrillo, piola, cinta métrica, flexómetro, bomba de mochila, estaca, palas, azadones, carretilla, esmeril, lija, termómetro, regaderas, boquillas de repuesto, pie de rey, cepillo de acero, regla tablero, fundas plásticas, rótulos, letreros

### **3.2.3. Insumos**

Semillas de nogal, humus, arena de río, tierra de paramo, Vitavax, terraclor, fertilizante (triple 15) fertilizante foliar (nitrofoska), insecticida (Cipermetrina, Lindano), Fungicida (Zyban, Phyton)

### **3.3. METODOLOGÍA**

#### **3.3.1. Diseño Experimental**

##### **3.3.1.1. Tratamientos a probar**

T1 = Solarización 24 horas (sol – arena)

T2 = Solarización 48 horas (sol – arena)

T3 = Solarización 72 horas (sol – arena)

T4 = Inmersión en agua al ambiente durante 24 horas

T5 = Inmersión en agua al ambiente durante 48 horas

T6 = Inmersión en agua al ambiente durante 72 horas

T7 = Escarificación mecánica (esmerilado)

T8 = Inmersión en agua en movimiento (corriente) por cinco días

T9 = Testigo (Semilla sin ningún tratamiento)

##### **3.3.1.2. Tipo de diseño**

El diseño experimental que se aplicó en la investigación, es el Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de observaciones.

##### **3.3.1.3. Repeticiones**

El experimento se implementó con cuatro repeticiones por tratamiento.

##### **3.3.1.4. Características del campo experimental**

Las características del campo experimental son las siguientes:

Número de unidades experimentales	:	36
Área de las unidades experimentales	:	0,16 m <sup>2</sup>

Largo	:	0,40 m
Ancho	:	0,40 m
Forma de la UE	:	Cuadrado
Área total del ensayo	:	21 m <sup>2</sup>
Largo	:	7 m
Ancho	:	3 m
Forma del ensayo	:	Rectangular
Distancias entre Tratamientos	:	0,10 m
N <sub>o</sub> semillas por tratamiento	:	16
N <sub>o</sub> semillas evaluadas por tratamiento	:	4

### 3.3.1.5. Croquis del diseño

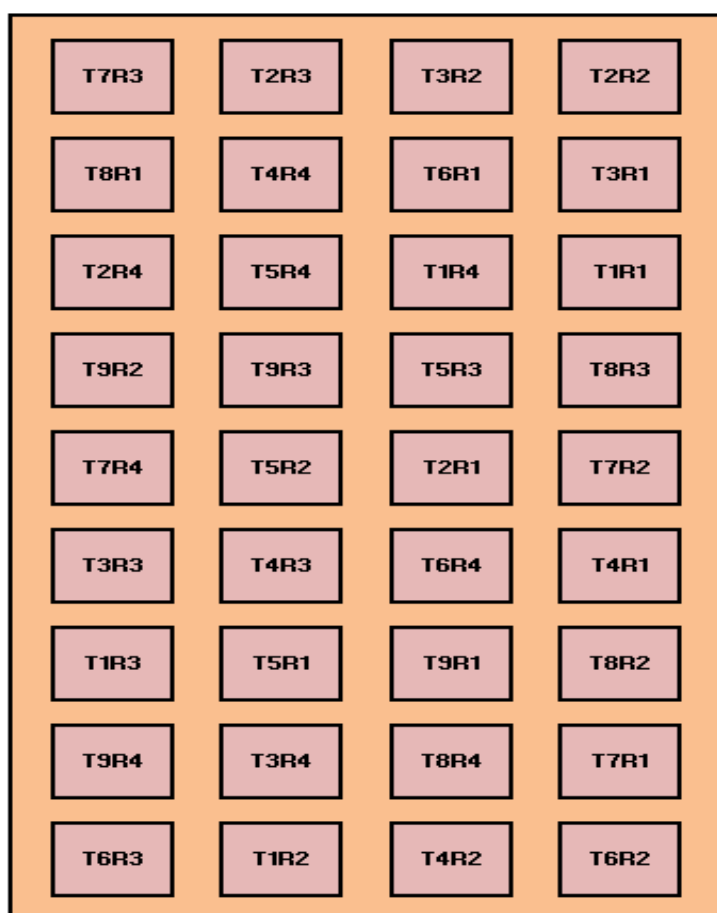


Figura 3. Distribución de los tratamientos bajo un Diseño Completamente al azar



### 3.3.1.6. Análisis Estadístico

### 3.3.1.7. Esquema del análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza entre tratamientos se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de Varianza

Fuentes de Variación	GL
Tratamientos Pre germinativos	8
Error Experimental	27
TOTAL	35

### 3.3.1.8. Coeficiente de variación

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde

$CMe$  = Cuadrado Medio del Error

$\bar{x}$  = Media general del Experimento

CV = Coeficiente de Variación

### **3.3.1.9. Análisis funcional**

Se realizó la separación de medias según Tukey al 5% para aquellas variables que presentaron diferencia estadística significativa en el análisis de varianza.

### **3.3.2. Análisis Económico**

Para determinar los costos de manejo del ensayo se llevó registros de todos los materiales, insumos, equipos y mano de obra que se utilizaran dentro del proyecto desde el inicio hasta la culminación de la presente investigación.

Al final se sumaron todos los gastos realizados para determinar los costos totales del manejo de los tratamientos en estudio.

## **3.4. MANEJO GENERAL DEL EXPERIMENTO**

Para cumplir con los objetivos propuestos se realizó las siguientes actividades:

### **3.4.1. Identificación de Árboles Semilleros**

Los árboles de donde se recolectarán las semillas de nogal fueron, ejemplares grandes, sobresalientes, robustos con un fuste recto y libre de plagas o enfermedades. Estos árboles estuvieron localizados en la parroquia Santa Teresita, Cantón Guano, Provincia Chimborazo.

#### **3.4.1.1. Información geográfica del sitio de recolección**

Altitud: 2700 msnm.  
Latitud: 1°36'10" S  
Longitud: 78°38'18" W.

#### **3.4.1.2. Información climática del sitio de recolección**

Temperatura media anual: 16 – 18 °C

Precipitación media anual: 300 mm

#### **3.4.1.3. Clasificación ecológica del sitio de recolección**

Zona de vida: estepa espinosa Montano Bajo (eeMB)

#### **3.4.1.4. Recolección y Selección de los Frutos de Nogal**

Se recolectó solo los frutos que estuvieron caídos de los árboles, es decir las que están bajo las copas por considerarse que están completamente maduros filológicamente, se recolectó en sacos de yute para facilitar el transporte hacia el destino del ensayo.

#### **3.4.2. Preparación de los frutos de nogal**

En una platabanda de 10 m<sup>2</sup> se distribuyó los frutos en forma uniforme, y sobre estas se colocó una capa de suelo, seguidamente de un riego hasta que esté completamente humedecido, posteriormente se tapó con plástico. El riego se lo hizo diariamente hasta obtener la pudrición del mesocarpio (envoltura carnososa), este proceso duro alrededor de diez días, y posterior a ello se lavarón las semillas con un cepillo de acero.

#### **3.4.3. Práctica Preliminar para Establecer la Calidad de las Semillas.**

Una vez lavadas las semillas, se tomarón 30 unidades al azar, con el fin de fragmentar a las mismas con un martillo y verificar el estado del embrión de cada una de ellas.

#### **3.4.4. Selección de las Semillas de Nogal.**

Se seleccionaron las semillas por su forma (ovalada), tomando en cuenta aquellas semillas que midan sobre los 3,50 cm medidos desde la base al ápice del fruto, medición que se realizó con la ayuda de un pie de rey.

#### **3.4.5. Tratamientos Pregerminativos.**

##### **3.4.5.1. Testigo.**

En este caso las semillas no recibieron ningún tipo de tratamiento pregerminativo, solo se procedió a sacar el mesocarpio, y posterior a ello a la siembra.

##### **3.4.5.2. Solarización**

Este tratamiento consistió en colocar las semillas sobre una cama de arena de río expuesto al sol, luego se cubrió con un plástico, rociando cada día con arena. Este proceso se realizó por 24- 48 - 72 horas independientemente, con el fin de que se produzca la rajadura en el endocarpio y facilite la salida del embrión.

##### **3.4.5.3. Remojo en agua al ambiente**

Se sumergieron las semillas en 40 L de agua al ambiente, posteriormente se las dejó reposar 24- 48 - 72 horas, cambiando el agua cada 24 horas.

##### **3.4.5.4. Inmersión en agua en movimiento (corriente).**

Se colocó las semillas dentro de un saco de yute para luego amarrar y votar al río en donde existe agua corriendo, las semillas permanecieron dentro del agua durante cinco días con observaciones cada 24 horas.

### **3.4.5.5. Escarificación mecánica.**

Este tratamiento pre-germinativo consistió en esmerilar 5 mm el endocarpio del ápice de las semillas, con el propósito de facilitar la abertura del mismo, e ingrese humedad, se hinchen los cotiledones y se provoque la germinación.

### **3.4.6. Sustratos**

#### **3.4.6.1. Preparación del sustrato.**

El sustrato utilizado fue con las siguientes proporciones:

Tierra de páramo 60% + arena 30% + aserrín 5%, humus 5%

Estas proporciones de sustrato se utilizaron con la finalidad de optimizar recursos económicos y evitar el trasplante de un sustrato de germinación a un sustrato de crecimiento facilitando también las labores culturales durante el manejo.

#### **3.4.6.2. Desinfección del sustrato y enfundado.**

La desinfección del sustrato se realizó con Vitavax 60g por 20 L de agua y luego se procedió al enfundado en bolsas negras de polietileno, cuyas dimensiones fueron de 5 x 8 pulgadas, esta actividad se realizó una semana antes de proceder a la siembra.

Una vez enfundado se procedió a colocar en bloques bajo una cubierta de invernadero, para dar las condiciones adecuadas al proceso de germinación.

### **3.4.7. Desinfección de las Semillas**

Las semillas de nogal se desinfectó con vitavax (0,3g/litro de agua), esta actividad se hizo el mismo día de la siembra, con el fin de eliminar los posibles hongos o insectos presentes las semillas de nogal.

### **3.4.8. Siembra.**

Previo a la siembra se realizó un riego ligero al sustrato hasta obtener una humedad a capacidad de campo, luego se realizó el hoyado, para colocar la semilla a una profundidad de 0,5 a 1 cm de la parte del sustrato, se colocó una semilla por funda, tomando en cuenta que el ápice de la misma coincida con el centro de la misma con el fin de que las raíces al salir se desarrollen con la orientación adecuada y en buen estado, posteriormente se tapó (0,2 a 0,5 cm) a la semilla con el mismo sustrato, y finalmente se dio otro riego ligero

## **3.5. LABORES CULTURALES**

### **3.5.1. Riegos**

Mediante el riego se mantuvo el sustrato a capacidad de campo (2 a 3 veces/semana), posteriormente dependiendo las condiciones ambientales del sitio se determinó la frecuencia del riego.

### **3.5.2. Deshierbe**

Se realizó la eliminación de las malezas cada vez que el ensayo lo requiera, con el fin de evitar la competencia de agua, luz, espacio y nutrientes, actividad que facilita un buen desarrollo y crecimiento de la nueva plántula, esta acción se realizó químicamente usando un herbicida, Paracuat 1,5 ml/litro de agua.

### **3.6. VARIABLES A MEDIR**

#### **3.6.1. Datos a Registrarse y Métodos de Evaluación**

El ensayo se partió de un análisis físico de las semillas y una vez transcurrido el tiempo después de la siembra se procedió a tomar los datos de las siguientes variables; porcentaje y periodo de emergencia, altura, diámetro del tallo y vigor de las plántulas.

##### **3.6.1.1. Análisis físico de las semillas**

Para su respectivo análisis físico, se tomaron 30 semillas de nogal y con la ayuda de un martillo, se fragmentaron las semillas y se verificaron el estado del embrión y los datos se registraron e porcentajes.

##### **3.6.1.2. Porcentaje de germinación**

Se estableció una relación entre el número de semillas sembradas y el número de semillas germinadas, y por medio de una regla de tres, se obtuvo la potencia germinativa, en esta labor se realizó con observaciones diarias durante los 150 días que duró la investigación y se fue anotando el número de semillas que germinan normalmente.

##### **3.6.1.3. Energía germinativa**

Se evaluó a partir de la primera semilla germinada hasta cubrir con el tiempo que duro la investigación realizando observaciones diarias, y se estableció el día donde germina el mayor número de semillas de nogal, y su resultado se expresó en porcentaje.

##### **3.6.1.4. Altura de la planta.**

Se efectuaron mediciones de altura (cm) de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra y luego se obtuvo la media por periodo.

Para medir la altura se empleó una regla graduada en milímetro, se tomó las medidas desde la superficie del suelo hasta el ápice de la yema terminal que conforma la planta, y los datos se registraron en centímetros.

#### **3.6.1.5. Diámetro del tallo.**

Una vez que las semillas han germinado se tomaron lecturas a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra y luego se calculó la media por periodo. Con la ayuda de un pie de rey se determinó el diámetro del tallo a la altura de 5 cm considerando desde la superficie del suelo, y los datos se registraron en milímetros.

#### **3.6.1.6. Vigor de la planta.**

Con la finalidad de conocer la calidad de las plántulas se procedió a evaluar el vigor de las mismas en forma visual, a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia y luego se sacó la media por periodo. Para esta actividad se rigió a una tabla basada sobre medición de vigor de plantas. CESA (2002).

Cuadro 2. Parámetros evaluar el vigor de las plántulas

Código	estado de la planta
0	Muerta
1	Poca posibilidad de sobrevivencia
2	Moderadamente vigorosa
3	Vigorosa

Fuente. CESA, 2002



#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de esta investigación, no se obtienen resultados en los tratamientos con agua caliente a temperaturas de; 60 °C, 70 °C , 80 °C, bajo un periodo de 24- 48 y 72 horas, respectivamente para cada una.

##### 4.1. VIABILIDAD

Según BONNER, T. 1993. Manifiesta que la semilla de nogal se encuentra constituida de un 65% de aceite, esto ha causado que al tomar contacto la semilla con el agua ardiente muera instantáneamente debido a la alteración fisiológica que sufre la semilla en su interior.

Cuadro 3. Análisis de viabilidad en las semillas de nogal

Grupo	No Semillas	Peso de (30) semillas (gr)	N° semillas malas	% Semillas malas	N° Semillas buenas	% Semillas buenas	N° Semillas/kg
1	30	628	1	3,33	29	96,67	51
2	30	577	2	6,67	28	93,33	49
3	30	643	1	3,33	29	96,67	47
4	30	584	1	3,33	29	96,67	46
Promedio	30	608	1,25	4,17	28,75	95,83	48

En el cuadro 3 se puede apreciar la viabilidad en las semillas de nogal, en el cual el 95,83% corresponden a su buen estado del embrión, factor importante que garantizó la germinación. Mientras que un 4,17% son semillas malas con una característica mohosa, putrefacta o secas que prácticamente se las considero semillas con un embrión muerto.

En este mismo grupo se procedió analizar la pureza de las semillas de nogal, siendo así que; por su forma y tamaño en este tipo de semillas, se asumió que tienen un cien por ciento de pureza.

#### 4.2. GERMINACIÓN (%)

Cuadro 4. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la siembra.

Fuentes de variación	G.L	% Germinación en semillas de nogal				
		30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
Total	35	---	---	---	---	---
Tratamientos pregerminativos	8	0,23	1,5 e <sup>-11</sup> ***	4,60e <sup>-7</sup> ***	1,17e <sup>-15</sup> ***	3,03e <sup>-6</sup> ***
Error	27	0,01	0,29	0,51	0,78	213,04
C.V%		273,86	47,5	27,73	28,82	29,9
Media		0,007	0,18	0,41	0,49	0,49

Mediante el análisis de varianza para el porcentaje de germinación (cuadro 4) a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra, se puede observar diferencias significativas en los tratamientos pregerminativos.

El promedio general del porcentaje de germinación a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra (cuadro 4) fue de 0,007, 0,18, 0,41 y 0,49 de germinación, con un coeficiente de variación de 273,86, 47,5, 27,73, 28,82 y 29,9% respectivamente.

### 4.3. EMERGENCIA (%)

Cuadro 5. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia en semillas de nogal según Tukey al 5% a los 60, 90, 120, 150 días después de la siembra.

Tratamientos Pregerminativos									
Tiempo	Solarización 24 horas	Solarización 48 horas	Solarización 72 horas	Inmerción 24 horas	Inmerción 48 horas	Inmerción 72 horas	Escarificación	Agua corriente	Testigo
60 días	0,484 bc	2,75 a	1,75 ab	1,578 abc	0,50 bc	1,18 bc	1,00 bc	0,797 bc	0,297 c
90 días	3,609 ab	4,297 ab	2,453 bcd	3,719 ab	1,75 cd	2,156 bcd	1,094 d	3,219 abc	0,797 d
120 días	4,11 a	5,19 a	2,45 a	4,02 a	2,36 b	2,36 b	1,09 b	4,70 a	1,34 b
150 días	65.6 abc	81.3 a	40.6 bcd	64.1 abc	34.3 cd	37.5 cd	17.2 d	73.4 ab	25.0 d

Letras iguales no difieren significativamente

**PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE LAS SEMILLAS DE NOGAL SOMETIDAS A  
DIFERENTES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS**

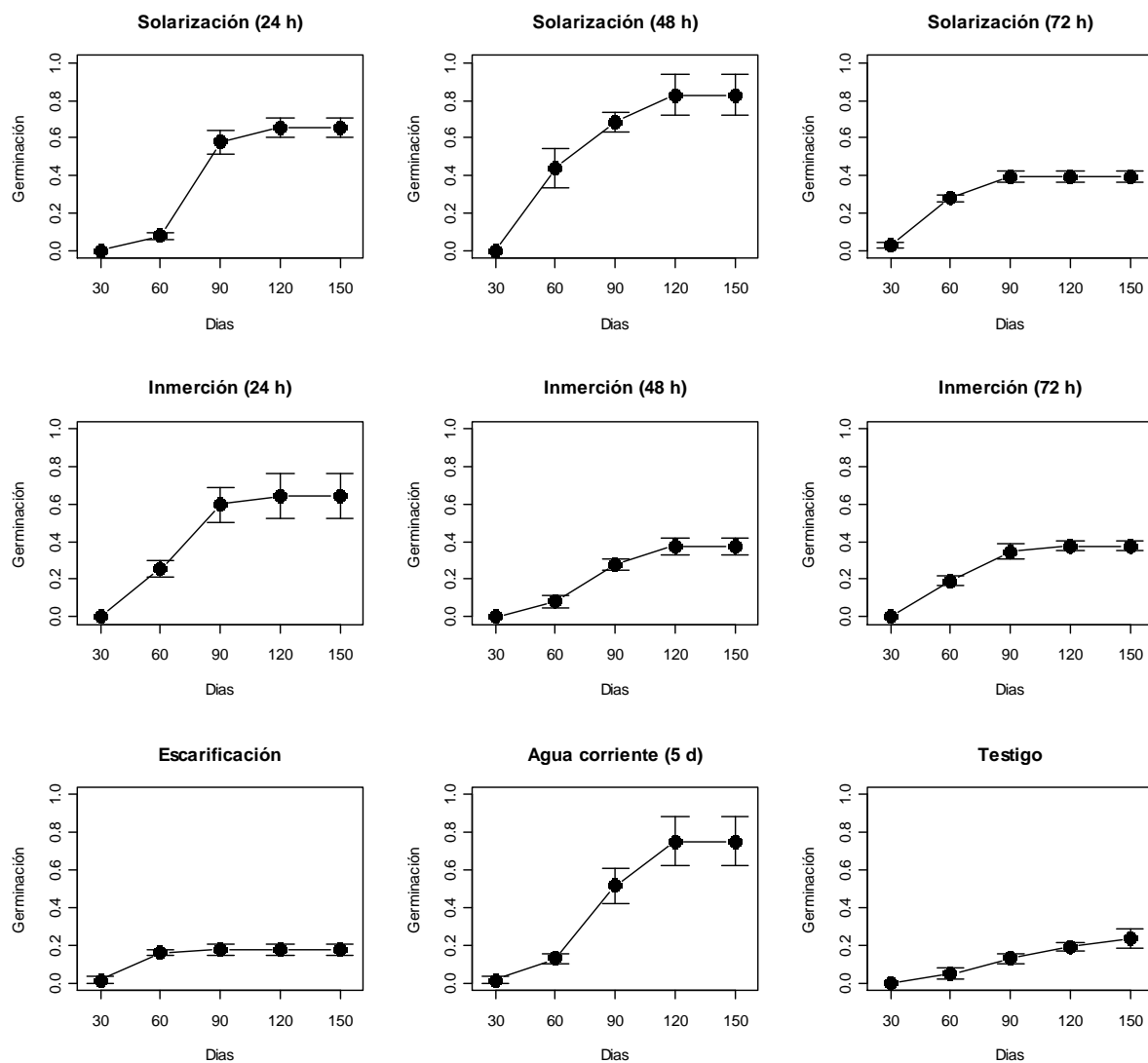


Figura 4. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia según Tukey al 5% a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la siembra.

Como se puede observar en el cuadro 5 según Tukey al 5% para los tratamientos pre-germinativos se presentan 4 rangos en las diferentes fases de información. El más alto porcentaje de germinación fue aquel cuyas semillas fueron sometidas a solarización por 48 horas cuyos resultados son 2,75%, 4,30%, 5,20 y 81,30% de germinación a los 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra respectivamente, este resultado se debe a que la acción física del calor del sol, produjo el resquebrajamiento del cuesco de la semilla del nogal, lo que permitió el ingreso del agua y otros factores idóneos para la germinación produciendo la emergencia inmediata del embrión, resultado que corrobora con Hartmann (1981), el cual manifiesta que; el propósito de someter a las semillas a la acción del calor del sol hace que rompa el hueso de la semilla, tratamiento que a más horas de sol reciban, mayor es el resquebrajamiento de las mismas. A diferencia del tratamiento pre-germinativo esmerilado que se obtuvo el más bajo porcentaje de germinación, esta diferencia se debe a que el embrión queda expuesto directamente al sustrato, y la semilla por tener una composición química del 65% de aceite, y al no haber las condiciones adecuadas de temperatura, hacen que se descompongan con mayor facilidad en el menor tiempo posible al contacto del agua y del sustrato.

#### 4.4. PERIODO DE EMERGENCIA (días)

Cuadro 6. Periodo de geminación de las semillas de nogal.

Tratamiento	Inicio de la germinación (días)	Final de la germinación (días)	Periodo de emergencia (días)	Porcentaje de germinación
Solarización 24 h	34	111	77	65,63
Solarización 48 h	36	110	74	81,25
Solarización 72 h	29	97	68	40,63
Inmersión 24 h	32	104	72	64,06
Inmersión 48 h	32	101	69	34,38
Inmersión 72 h	35	109	74	37,50
Esmerilado	28	64	36	17,19
Agua corriente	49	119	70	73,44
Testigo	50	134	84	25,00

En el cuadro 6, se puede apreciar que las primeras plántulas que germinaron fueron a los 28 días después de la siembra, según Patiño (1983), señala que para mejorar, acelerar y unificar estos procesos germinativos, es necesario aplicar tratamientos pre-germinativos.

Según Lemus (2004), manifiesta que las semillas de nogal en su estado natural germinan entre 40 a 90 días a más tardar hasta los 120 días, pero si se la somete algún tratamiento pre-germinativo la germinación de las semillas de nogal se reduce, oscilando entre 30 a 60 días.

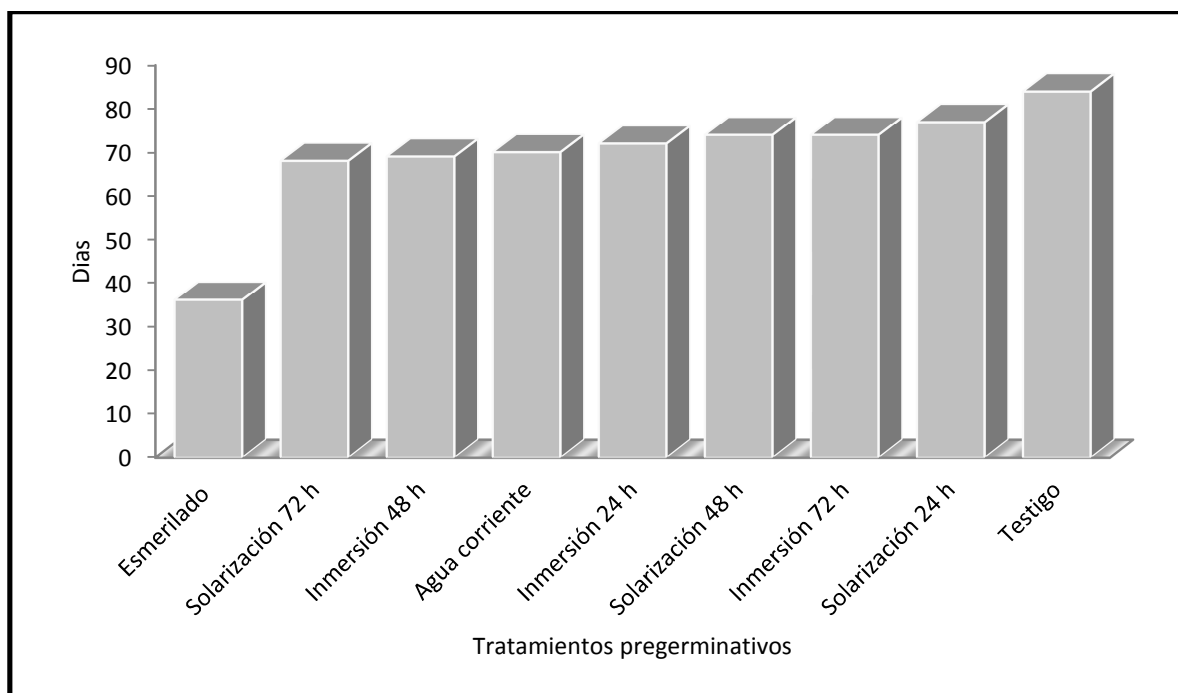


Figura 5. Periodo de emergencia en las semillas de nogal (*Juglans neotrópicas Diels*)

En la figura 5, se puede apreciar a los diferentes tratamientos pre-germinativos, destacándose el tratamiento esmerilado que inicia su germinación a los 28 días después de la siembra, esto es debido a que la semilla en el momento del esmerilado quedó expuesto el embrión a la emergencia inmediata si las condiciones tanto de manejo y medioambientales son favorables en su momento oportuno para las mismas. No así el testigo es el tratamiento que más tiempo demora en emerger.

#### 4.5. ALTURA DE PLANTA (cm)

Cuadro 7. Análisis de varianza para la altura (cm) de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

	G.L	ALTURA DE PLANTA DEL NOGAL				
		30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
Total	35	---	---	---	---	---
Tratamientos pregerminativos	8	0,32	2,2 e-16 ***	2,2 e-16 ***	1,48e-15 ***	2,2 e-11 ***
Error	27	0,07	0,35	0,47	7,70	0,969
C.V%		28,1	14,54	9,11	19,41	5,9
Media (cm)		0,09	4,10	7,52	11,52	16,67

Al realizar el análisis de varianza para la altura (cm) de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia (cuadro 7) se observa diferencias significativas en los tratamientos pre-germinativos.

El promedio general de altura (cm) a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra (cuadro 7) fue de 0,09; 4,10; 7,52; 11,52 y 16,67 cm, con un coeficiente de variación de 28,1; 14,54; 9,11; 19,41 y 5,9 % respectivamente.



Cuadro 8. Comparación de medias según Tukey al 5% para la altura (cm) a los 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

Tratamientos Pregerminativos									
Tiempo	Solarización 24 horas	Solarización 48 horas	Solarización 72 horas	Inmersión 24 horas	Inmersión 48 horas	Inmersión 72 horas	Escarificación	Agua corriente	Testigo
60 días	4,86 bc	8,15 a	5,04 bc	5,89 b	0,585 d	0,827 d	5,953 b	4,253 c	1,283 d
90 días	7,608 cd	10,612 b	8,315 cd	8,66 c	3,908 e	6,715 d	12,308 a	7,573 cd	1,963 f
120 días	13,27 cd	19,68 ab	12,78 cd	14,42 cd	10,74 de	11,95 cde	22,73 a	15,50 bc	7,50 e
150 días	16.1 cd	22.5 b	14.7 de	17.1 c	12.9 e	13.8 de	25.7 a	18.5 c	8.7 f

Letras iguales no difieren significativamente

ALTURA DE PLANTULAS DE NOGAL (cm) EN LOS DIFERENTES  
TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

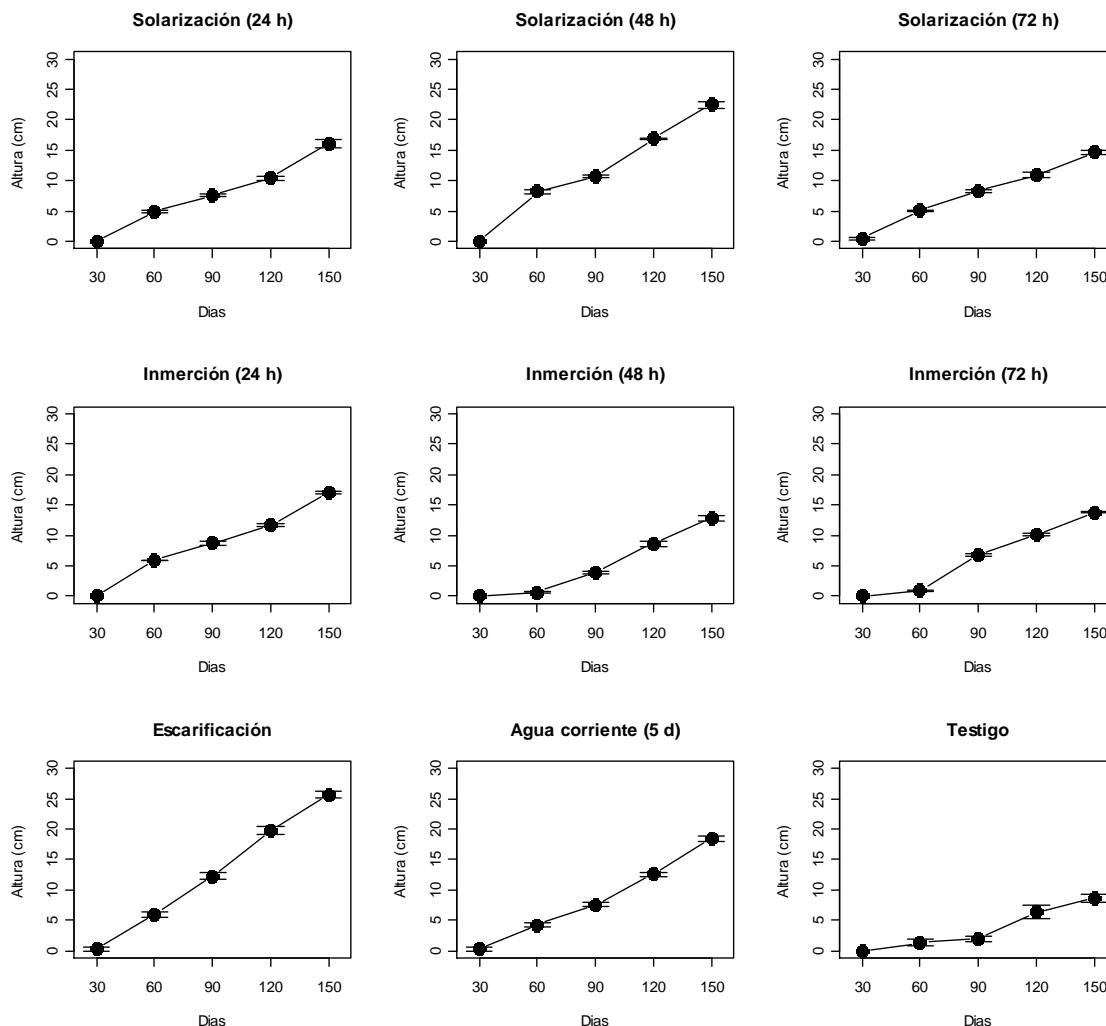


Figura 6. Comparación de medias según Tukey al 5% para la altura (cm) a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

Como se puede observar en el cuadro 8, según Tukey al 5% la altura (cm) de las plántulas producto de los tratamientos pre-germinativos tabulados a los 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia presentó seis rangos diferentes. Para el periodo 60 días 4 rangos, para el periodo 90 días 6 rangos, para el periodo 120 días 2 rangos y para el periodo 150 días 5 rangos.

También en la figura 5, se puede observar diferencia en las alturas (cm) de las plántulas a los 150 días, destacándose aquellas plántulas que fueron sometidos a las semillas escarificación mecánica.

#### 4.6. DIÁMETRO DE LA PLANTA (mm)

Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro del tallo (mm) de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

Fuentes de variación	G.L	Diámetro del tallo del nogal				
		30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
Total	35	---	---	---	---	---
Tratamientos pregerminativos	8	0,53	2,2 e <sup>-16</sup> ***	4,60 e <sup>-7</sup> ***	9,02e <sup>-11</sup> ***	5,03 e <sup>-11</sup> ***
Error	27	0,003	0,002	0,02	0,28	0,8
C.V%		324	8,94	5,89	13,57	6,6
Media (mm)		0,05	1,5	2,59	3,5	4,36

Realizando el análisis de varianza del diámetro de las plántulas (mm) de nogal a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia (cuadro 9) se observa diferencias significativas en los tratamientos pre-germinativos.

En el cuadro 9, el promedio general del diámetro de las plántulas (mm) de nogal a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia fue de 0,05, 1,5, 2,59, 3,5 y 4,36 mm, con un coeficiente de variación de 324, 8,94, 5,89, 13,57 y 6,6 % respectivamente.

Cuadro 10. Comparación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm) de plántulas de nogal a los 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

Tiempo	Tratamientos Pregerminativos								Testigo
	Solarización 24 horas	Solarización 48 horas	Solarización 72 horas	Inmersión 24 horas	Inmersión 48 horas	Inmersión 72 horas	Escarificación	Agua corriente	
60 días	2,095 a	2,00 a	2,003 a	2,095 a	0,438 b	0,178 b	2,033 a	1,908 a	0,408 b
90 días	2,908 a	3,00 a	2,878 a	2,878 a	2,88 a	2,88 a	3,02 a	2,958 a	0,718 b
120 días	4,26 ab	4,58 a	3,94 ab	4,11 ab	3,65 b	3,50 b	4,61 a	4,29 ab	2,43 c
150 días	4,52 bcd	5,06 ab	4,24 cd	4,71 abc	3,89 d	3,98 d	5,26 a	4,82 abc	2,79 e

Letras iguales no difieren significativamente

**DIAMETRO DE TALLO DE LAS PLANTULAS EN LOS DIFERENTES  
TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS**

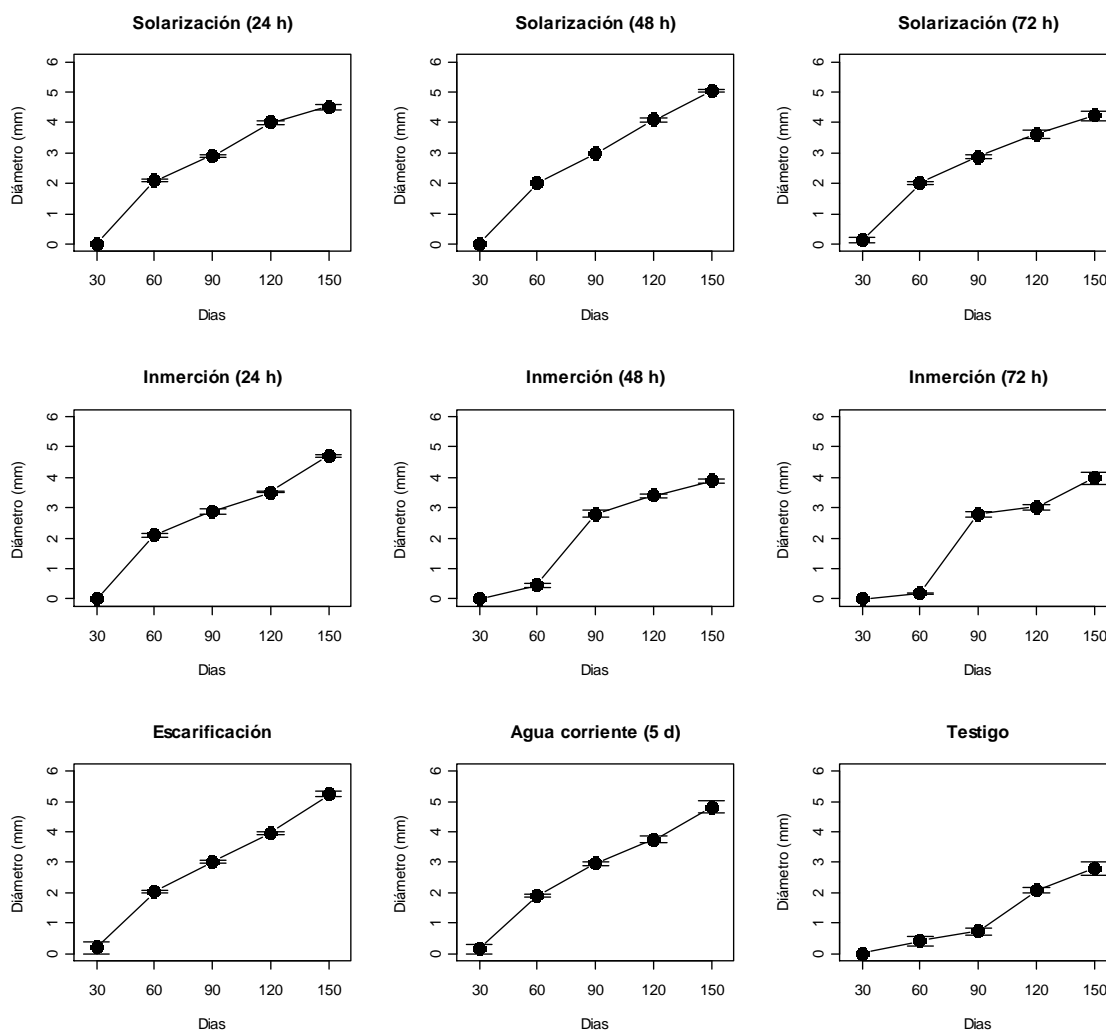


Figura 7. Comparación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm) de plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

Según Tukey al 5% (cuadro 10), en los nueve tratamientos se puede observar que presentaron 2, 2, 3, y tres rangos a los 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia.

En la figura 7 se observa que el diámetro de plántulas es dependiente de la altura del tallo, es decir que a medida que la plántula crece, el diámetro también crece, destacándose con mayor diámetro de plántula en el tratamiento escarificación mecánica.

#### 4.7. VIGOR DE LA PLANTA

Cuadro 11. Análisis de varianza para el vigor de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

Fuentes de variación	G.L	Vigor en las plántulas de nogal				
		30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
Total	35	---	---	---	---	---
Tratamientos pregerminativos	8	0,46	$1,7 e^{-4} ***$	$6,2e^{-6} ***$	0,0054	0,0019
Error	27	0,02	0,46	0,14	0,01	0,013
CV%		600	27,64	13,33	3,63	3,90
Media		0,02	2,45	2,81	3,00	2,91

Al realizar el análisis de varianza para el vigor de las plántulas de nogal a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia (cuadro 11) se observa diferencias significativas en los tratamientos pre-germinativos.

El promedio general para el vigor de planta de nogal a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra (cuadro 11) fue de 0,02, 2,45, 2,81, 3,00 y 2,91 de vigor de las plantas de nogal, con un coeficiente de variación de 600, 27,64, 13,33, 3,63, y 3,9 % respectivamente.

Cuadro 12. Comparación de medias de vigor de plántulas de nogal según Tukey al 5% a los 60, 90, 120, 150 días después de la emergencia.

Tiempo	Tratamientos pregerminativos								
	Solarización 24 horas	Solarización 48 horas	Solarización 72 horas	Inmerción 24 horas	Inmerción 48 horas	Inmerción 72 horas	Escarificación	Agua corriente	Testigo
60 días	3 a	3 a	3 a	3 a	1,31 b	3 a	1,61 ab	3 a	1,13 b
90 días	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a	1,31 b
120 días	2,94 a	2,84 a	3 a	3 a	2,94 a	2,97 a	3 a	3 a	2,91 a
150 días	2.88 ab	2.69 b	3 a	3 a	2.88 ab	2.94 ab	3 a	3 a	2.75 ab

Letras iguales no difieren significativamente

Como se puede observar en el cuadro 12, según Tukey al 5% existen dos rangos en todos los tratamientos pre-germinativos

El vigor de las plántulas de nogal en los nueve tratamientos a los 60, 90, 120 y 150 días después de la emergencia, permanece en su mayoría vigorosa, pero también se observó que a medida transcurre tiempo la vigorosidad puede disminuir por algunos factores tales como: ataques por plagas y enfermedades, por daños físicos etc.

## V. CONCLUSIONES

Desacuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones:

Al final de la investigación, el mejor tratamientos pre-germinativo, es el solarización 48 horas, con 81,25% de Germinación, seguidamente se ubica el tratamiento pre-germinativo, agua corriente con un 73,44% de emergencia a diferencia de la escarificación mecánica que presento un 17,19% de emergencia

La prueba de selección de semillas al inicio de la investigación fue del 95,83% de semillas sanas, factor que permitió garantizar la calidad del ensayo en lo que concierne a la viabilidad de las semillas

Al exponer las semillas de nogal a mayor de horas sol, el hueso de presenta mayor abertura, esto permite el ingreso de agua, para acelerar la germinación, pero hay que tomar en cuenta que los factores de germinación como humedad y temperatura sea las adecuadas.

En la mayoría de los tratamientos pre-germinativos no difieren económicamente, exceptuando los tratamientos que fueron inmersos en agua al ambiente a 24 - 48 y 72 horas



## V. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las condiciones climáticas donde se realizó esta investigación, se presentaron algunos inconvenientes, principalmente con las bajas temperaturas, cualidad propia de la Zona de Vida, por lo que se sugiere producir plantas bajo invernadero o en otro sitio con diferentes condiciones ambientales.

Referente a los tratamientos pre-germinativos del agua a temperaturas superiores a los 60 °C, no se obtuvieron ningún resultado, por lo que se recomienda investigar con temperaturas inferiores.

Se debe tener mucho cuidado con el suministro del agua para riego, en especial en aquellas semillas que han recibido tratamientos pre germinativos ya sean mecánicos y de solarización, en donde el embrión queda expuesto directamente a los factores externos del ambiente, ya que la mucha humedad en el sustrato ocasiona la pudrición de las semillas.

Realizar investigaciones en sustratos germinación para las semillas de nogal, empleando mayor proporción de arena y menor cantidad de materia orgánica, con la finalidad de evitar la pudrición del embrión

Previo a la producción de plantas de nogal se debe verificar procedencias, fuentes semilleros, o arboles madres para contar con una buena calidad de las semillas y que garantice la producción de plantas de calidad a nivel de los viveros forestales.

Con fines prácticos donde permitan optimizar los recursos económicos y el factor tiempo, y de acuerdo a los resultados obtenidos dentro de esta investigación, se sugiere optar por los tratamientos, solarización 48 horas y el agua escorrentía por cinco días respectivamente.

## VII. BIBLIOGRAFIA

BODERO, V. 1980 Viveros Forestales. Establecimiento y Manejo. MAG. Dirección General del Desarrollo Forestal. Conocoto. Quito. Ecuador. 60p.

BONNER, T. 1993. Análisis de Semillas Forestales. Traducción libre del inglés por Dante Arturo Rodríguez Trejo. [en línea]. Serie de apoyo ac Académico No. 47 Universidad. Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 53p. [fecha de consulta 22 Octubre 2011] Disponible en: <http://www.chapingo.mx/noticias/img/revista/45rtículos/doc/25fa7dfaff67c12566186718cd7f98e3.pdf>

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2000. Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Serie Técnica, Manual técnico # 41. Cartago, CR, CATIE. 204 p.

CHILENUT, 2008. Beneficios de la Nuez [En línea] <<http://www.chilenut.cl/index.php?seccion=secciones&idSeccion=7> > [consulta 10 Septiembre 2011]

DEMAIO, P. Karlin, U. y Medina, M. 2002. Árboles nativos del Centro de Argentina. L.O.L.A (Literature of Latin América). [en línea]. Editorial: Colin Sharp. Buenos Aires. Argentina, 210 pp. [fecha de consulta 22 Octubre 2011]. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/Q13-08.pdf>

FLORES, G et al. 1994 Manual del Extensionista Forestal Andino. Tomo I. Proyecto Regional. FAO- Holanda. Desarrollo Forestal Participativo de los Andes. Quito. Ecuador. Cap. V. 28-35p.

FRANCIS, J. 2000. *Hymenaeacourbaril* L. Algarrobo. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 279-283. [en línea]. [fecha de consulta 22 Octubre 2011]. Disponible en:

<http://www.chapingo.mx/noticias/img/documents/articulos/doc/25fa7dfaff67c12566186718cd7f98e3.pdf>

FULLER, J y Rinchie, D 1984. Citado por Ledesma, G. 2010. Tesis de Grado. Ing. Forestal ESPOCH. Tema. EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS Y CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN DE PUMAMAQUI (*Oreopanax ecuadorensis* kunt).

HARTMANN H. T. Kester D, E. 1982. Propagación de plantas. [en línea] Editorial Continental, S.A. México, S.A. México. [fecha de consulta 22 Octubre 2011]. Disponible en:

<http://www.chapingo.mx/noticias/img/revista/articulos/doc/25fa7dfaff67c12566186718cd7f98e3.pdf>

HARPER, L. (1957). La ecología de la inactividad de las semillas y su importancia en el manto de la Cizaña. Protección, Hamburgo. YO. 415 - 420pp.

HOLDRIDGE, L. 1986. Ecología basada en las Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José. Costa Rica.

LEMUS, Gamliel. 2004. EL nogal en Chile. 94, 104 p. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA. [en línea][fecha de consulta 22 Octubre 2011] Disponible en: [http://www.indap.gob.cl/Docs/Documentos/Fruticultura/Nogal/Cultivo%20del%20Nogal%20\(INIA\).pdf](http://www.indap.gob.cl/Docs/Documentos/Fruticultura/Nogal/Cultivo%20del%20Nogal%20(INIA).pdf)

LOJAN, L 2003 El Verdor de los Andes. Segunda Edición. Quito Ecuador. Ed. Luz de América 213pp.

MAÑAS, E. Talavera A. y Camacho M. 2000, Guía para la Recolección Manejo de semillas de especies Forestales. Boletín Divulgativo No. 63. INIF, México.

MARTÍNEZ, V 2005. Manejo de semillas en Especies del Género Juglans. Universidad Oular Autónoma de Puebla, Escuela de Fitotecnia. Serie Temas Forestales No. 4 Puebla, México, 66 pp.

OROZCO-Segovia, A. (1991). Latencia de las semillas, una interpretación desde el punto de vista de la fisiología ecológica. Macpalxochitl. 3-6. Boletín Informativo de la Sociedad Botánica de México.

PATIÑO, F 1983 Guía para la recolección de Semillas de especies forestales

POULSEN, K. y Stubaard, F. 2000. Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE) 36:60. [en línea]. [fecha de consulta 22 Octubre 2011]. Disponible en:  
[http://www.uniquindio.edu.co/uniquimdio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/7fa8\\_RIUQ2005.pdf](http://www.uniquindio.edu.co/uniquimdio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/7fa8_RIUQ2005.pdf)

RATERA, E. y Ratera, M. 1980. Plantas empleadas en medicina popular. [en línea]Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur. S. A. Buenos Aires. Argentina, 189 [fecha de consulta 22 Octubre 2011]. Disponible en:  
<http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/Q13-08-naom.pdf>

ROBERTS, E. (1972). La viabilidad, Su inactividad y la supervivencia de la semilla forestales. Ed. 2006 pp 321-359.

RODRÍGUEZ, C. y Vázquez, Yánez. (1992). La conservación de plantas en peligro de extinción a través del almacenamiento a largo plazo de semillas. 97 p.

ROJAS, Brom. 1998. Manual del reforestador. Centro de Información Tecnológica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. [en línea]. Cartago, Costa Rica. 125p. [fecha de consulta 22 Octubre 2011] Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebrache/Q13-08-araos.pdf>

SANABRIA, D; Silva, R; Oliveros, M; & Barrios, R; 2001. Escarificación química y térmica de semillas de Nogal. [en línea] Revista Bioagro 13(3):117-124. Francis, J; 1990.) [fecha de consulta 22 Octubre 2011]. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/noticia/img/revistas/articulos/doc/25fa7dfaff67c12566186718cd7f98e3.pdf>

STANDL, L. y Williams, O. Esnacifor. 1998. Especies maderables no tradicionales del bosque húmedo tropical de Honduras. ESNACIFOR, OIMT, Lancetilla, Tela, Honduras. 49p. PROECEN. snt. *Juglans olanchana*. Colección de Maderas Tropicales de Honduras, [en línea]Ficha Técnica No. 24, 5 p.

SUAREZ, F. 1985 Evaluación de la Calidad y Comportamiento de las semillas *Juglans neotropica*. Diels. 158p [en línea] [fecha de consulta 22 Octubre 2011] Disponible en: <http://www.beisa.dk/Publications/BEISE%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf>

WEAVER. J, Robert. 1999 Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. 2a. reimpresión. Ed. Trillas S. A. México. 62p.