

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**METODOLOGÍAS DE ESCARIFICACIÓN PARA LA  
PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE NOGAL (*Juglans  
neotropica*, Diels), EN RODRÍGUEZ DE MENDOZA,  
AMAZONAS**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**AUTOR** : Bach. GELVER SILVA VALQUI

**ASESOR** : Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

**CO-ASESOR:** Ing. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**METODOLOGÍAS DE ESCARIFICACIÓN PARA LA  
PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE NOGAL (*Juglans  
neotropica*, Diels), EN RODRÍGUEZ DE MENDOZA,  
AMAZONAS**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**AUTOR** : Bach. GELVER SILVA VALQUI

**ASESOR** : Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

**CO-ASESOR:** Ing. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ

**AMAZONAS - PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres y hermanos y. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres Marcia y Mesías, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más, a mis queridos hermanos por ser mi apoyo incondicional. A Ligia mi gran amor por ser mi compañera inseparable de cada día. A Danita quien es mi mayor alegría de mi vida. A todos ustedes, con amor.

Gelver Silva Valqui

## **AGRADECIMIENTO**

Los resultados de la presente tesis, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Mis sinceros agradecimientos están dirigidos hacia el Ing. Manuel Segundo Oliva Cruz, Co-asesor de esta tesis, quien con su ayuda desinteresada, me brindó información relevante, además por el apoyo incondicional en la elaboración del proyecto de tesis; por sus constantes orientaciones, aportes y recomendaciones que fueron principales en la ejecución y elaboración del informe de tesis.

A mi Asesor Ing. Guillermo Idrogo Vásquez, quien a pesar de sus inmensas responsabilidades me obsequió su tiempo para ejecutar y revisar esta tesis.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), el cual me brindo el espacio para instalar este trabajo de tesis.

Al proyecto “Creación del Servicio de un Laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, región Amazonas” FISIOBVEG, por el financiamiento de este trabajo de tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. JORGE LUÍS MAICELO QUINTANA

*Rector*

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

*Vicerrector Académico*

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

*Vicerrectora de Investigación*

Ing. Mg. Sc. FERNANDEZ JERI ARMSTRONG BARNARD

*Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias*

Ing. LIZETTE DANIANA MÉNDEZ FASABI

*Directora de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias*

## VISTO BUENO DEL ASESOR

El Ing. Guillermo Idrogo Vásquez, Docente de la escuela profesional de agronomía de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), deja constancia que ha asesorado el proyecto de investigación y la realización de la tesis titulada: “METODOLOGÍAS DE ESCARIFICACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE NOGAL (*Juglans neotropica*, Diels), EN RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS”

Asimismo, avala al Bach. Gerver Silva Valqui, egresado de la escuela profesional de agronomía de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, julio de 2017

---

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez  
Prof. Asociado a tiempo completo de la UNTRM

## VISTO BUENO DEL CO –ASESOR

El M. Sc. Ing. Segundo Manuel Oliva Cruz, Director del INDES-CES-UNTRM-AMAZONAS, deja constancia que ha asesorado el proyecto de investigación y la realización de la tesis titulada: “METODOLOGÍAS DE ESCARIFICACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE NOGAL (*Juglans neotropica*, Diels), EN RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS”

Asimismo, avala al Bach. Gerver Silva Valqui, egresado de la escuela profesional de agronomía de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, julio de 2017

---

M. Sc. Ing. Segundo Manuel Oliva Cruz

Director del INDES-CES-UNTRM-A

**JURADO EVALUADOR DE TESIS**

---

**Ing. Lizette Daniana Méndez Fasabi**

*Presidente*

---

**Ing. Mg. Sc. Fernandez Jeri Armstrong Barnard**

*Secretario*

---

**Ing. M. Sc. Antonio Tacilla Villanueva**

*Vocal*



# COPIA DE ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General  
Oficina de Grados y Títulos

## ANEXO 2-N

### ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 06 de Julio del año 2017, siendo las 10:00 horas, el aspirante: Galver Silva Valqui defiende públicamente la tesis titulada: Metodologías de escarificación para la producción de plántones de nogal (*Juglans neotropica* L.), en Rodríguez de Mendoza, Amazonas para optar el Título Profesional Ingeniería Agrónoma, otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por: Presidente: Ing. Lizette Daniana Heidy Fasabi  
Secretario: Ing. MgSc. Fernández Jeni Armstrong Bernard  
Vocal: Ing. MgSc. Antonio Tacilla Villanueva



Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).  
Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.  
Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente (  )      Aprobado (  )      No apto (  )

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:00 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES: .....

## Índice General

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
VISTO BUENO DEL CO –ASESOR.....	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS.....	viii
COPIA DE ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	ix
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Fotografías.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Descripción de la especie.....	21
2.1.1. Taxonomía.....	21
2.2. Distribución y hábitat.....	21
2.2.1. Clima.....	21
2.2.2. Suelos y fisiografía.....	21
2.2.3. Radiación solar.....	22
2.3. Características Biotopologicas.....	22
2.3.1. Porte.....	22
2.3.2. Raíces.....	22
2.3.3. Hojas.....	22
2.3.4. Flores.....	23
2.3.5. Follaje.....	23
2.3.6. Frutos.....	23
2.4. Floración.....	24
2.5. Fructificación.....	24
2.5.1. La semilla.....	24
2.5.1.1. Partes de una Semilla Nogal.....	25
2.5.1.2. Características de Semillas de Nogal.....	25
2.5.1.3. Selección de Árboles Semilleros.....	27

2.5.1.4.	Germinación .....	30
2.5.1.5.	Tratamientos pre-germinativos .....	32
2.6.	Labores culturales .....	33
2.7.	Problemas fitosanitarios .....	34
2.8.	Propagación .....	34
2.9.	Densidad.....	34
2.10.	Crecimiento y rendimiento .....	34
2.11.	Madera .....	35
III.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	36
3.1.	Ubicación del Lugar de Investigación .....	36
3.1.1.	Ubicación Política .....	36
3.1.2.	Ubicación geográfica .....	36
3.2.	Materiales y Equipos.....	37
3.2.1.	Materiales de Oficina .....	37
3.2.2.	Herramientas de Campo.....	37
3.2.3.	Insumos .....	37
3.3.	Metodología .....	37
3.3.1.	Diseño Experimental .....	37
3.3.1.1.	Tratamientos a Probar.....	37
3.3.1.2.	Características del campo experimental .....	37
3.3.1.3.	Croquis del diseño .....	38
3.3.2.	Análisis de datos .....	38
3.3.2.1.	Diseño estadístico del experimento .....	38
3.3.2.2.	Unidad Experimental.....	39
3.3.2.3.	Comparaciones Múltiples: .....	39
3.4.	Manejo General del Experimento.....	40
3.4.1.	Identificación del Árbol Semillero .....	40
3.4.2.	Recolección y Selección de los Frutos de Nogal .....	40
3.4.3.	Selección de las semillas de Nogal .....	40
3.4.4.	Metodologías de escarificación.....	40
3.4.5.	Instalación del experimento.....	41
3.4.6.	Sustratos .....	42
3.4.6.1.	Preparación del sustrato .....	42
3.4.7.	Desinfección de las semillas .....	43
3.4.8.	Siembra de semillas .....	43

<b>3.5. Labores Culturales</b> .....	43
<b>3.5.1. Riegos</b> .....	43
<b>3.5.2. Deshierbo</b> .....	43
<b>3.6. Variables a Medir</b> .....	44
<b>3.6.1. Datos a Registrarse y Métodos de Evaluación</b> .....	44
<b>3.6.1.1. Selección de las semillas botánicas con características adecuadas para la propagación.</b> .....	44
<b>3.6.1.2. Porcentaje de germinación</b> .....	44
<b>3.6.1.3. Altura de la planta</b> .....	45
<b>3.6.1.4. Diámetro de la planta</b> .....	45
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	46
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	55
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	57
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	58
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	59
<b>IX. ANEXOS</b> .....	63

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Análisis de varianza (ANVA).....	39
<b>Tabla 2:</b> código asignado para evaluar semillas germinadas y no germinadas. ....	45
<b>Tabla 3:</b> Promedio de Peso, tamaño y diámetro de semillas de nogal ( <b>Juglans neotropica, Diels</b> )......	46
<b>Tabla 4:</b> Análisis de varianza para el tiempo y porcentaje de germinación .....	46
<b>Tabla 5:</b> Comparación del porcentaje de germinación según Tukey al 0.05.....	47
<b>Tabla 6:</b> Comparación de medias de Tukey al 0.05% para Porcentaje de germinación por tratamientos a los 100 días de la siembra.....	47
<b>Tabla 7:</b> Comparación de medias de Tukey al 0.05% para Porcentaje de germinación por tratamientos a los 40 días de la siembra.....	48
<b>Tabla 8:</b> Análisis de varianza para diámetro de planta.....	50
<b>Tabla 9:</b> Comparación de diámetro de planta según Tukey al 0.05 .....	51
<b>Tabla 10:</b> Comparación de medias de Tukey al 0.05% para diámetro de planta .....	51
<b>Tabla 11:</b> Análisis de varianza para altura de planta.....	52
<b>Tabla 12:</b> Comparación de la altura de planta según Tukey al 0.05 .....	53
<b>Tabla 13:</b> Comparación de medias de Tukey al 0.05 para altura de planta.....	53

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Ubicación geográfica del área de estudio .....	36
<b>Figura 2:</b> Croquis del diseño .....	38
<b>Figura 3:</b> Porcentaje de Germinación de semillas de nogal a los 100 días .....	49
<b>Figura 4:</b> Porcentaje de germinación de semillas de nogal a los 40 días. ....	49
<b>Figura 5:</b> Promedio de diámetro de plantas de nogal a los 100 días después de la siembra. ....	52
<b>Figura 6:</b> Promedio de altura de planta de nogal a los 100 días después de la siembra. ....	54

## Índice de Fotografías

<b>Fotografía 1:</b> Árbol de donde se colecto las semillas de Nogal .....	66
<b>Fotografía 2:</b> Disco de con el cual se cortó la testa de la semillas de nogales. ....	66
<b>Fotografía 3:</b> Escarificación de semillas en estiércol de vacuno. ....	67
<b>Fotografía 4:</b> Semillas después de 22 días de escarificación en estiércol de vacuno. .....	67
<b>Fotografía 5:</b> Exposición al de semillas de nogal .....	68
<b>Fotografía 6:</b> Inmersión en agua hervida de semillas de nogales. ....	68
<b>Fotografía 7:</b> Siembra de semillas de nogal.....	69
<b>Fotografía 8:</b> Germinación de semillas de nogal. ....	69
<b>Fotografía 9:</b> Semillas deterioradas de nogales. ....	70
<b>Fotografía 10:</b> Crecimiento de plántones de nogal. ....	70
<b>Fotografía 11:</b> Crecimiento de plántones de nogal. ....	71
<b>Fotografía 12:</b> Siembra en campo definitivo de plántones de nogales .....	71

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar la mejor metodología de escarificación para la propagación de plántones de nogal, se aplicó cinco metodologías de escarificación en el vivero agroforestal del Caserío de Miraflores, distrito Huambo, Provincia Rodríguez de Mendoza, región Amazonas. El objetivo fue evaluar las metodologías de escarificación para la producción de plántones de nogal (*Juglans neotropica*, Diels), en Rodríguez de Mendoza, Amazonas. Se empleó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones y 12 submuestras. Para el análisis de varianza se empleó la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05 \%$ ) para la comparación de medias. Las semillas tuvieron un peso promedio de 24.7g, tamaño de semilla 42.54 mm y diámetro de semilla de 38.45mm. los resultados demostraron que la mejor metodología de escarificación para la producción de plántones de nogal fue el tratamiento T2 (exposición al sol) con 61% de germinación, seguido por tratamiento T3 (corte mecánico de la testa de la semilla) con 48% de germinación a diferencia del tratamiento T1(Testigo) con 11% de germinación. Asimismo se evaluó el tiempo de germinación a los 40, 60, 80 y 100 días después de la siembra, donde el mejor resultado se obtuvo a los 40 días por la metodología de escarificación del tratamiento T3 (Corte mecánico de la testa de la semilla) con 48% de germinación, seguido del tratamiento T2 (Exposición al sol), con 46 % de germinación, y el tratamiento T1 (Testigo) con 2% germinación. Se evaluó parámetros de crecimiento de diámetro y altura de planta a los 100 días, donde el mejor resultado fue el tratamiento T2 (exposición al sol) con diámetro de planta de 0.8623 mm y altura de planta de 2.4552 cm.

**PALABRA CLAVE:** Metodologías de escarificación de semillas de nogal.



## **ABSTRACT**

In order to determine the best methodology of scarification for the propagation of Walnut seedlings, applied five methodologies of scarification in the forestry nursery of the hamlet of Miraflores, the district Huambo, Rodríguez de Mendoza Province, Amazonas region. The objective was to evaluate the methodologies of scarification for the production of seedlings of Walnut (*Juglans neotropica* Diels), in Rodríguez de Mendoza, Amazon. Employed a design fully randomized (DCA) with 6 treatments and 4 replications. For the analysis of variance was used the Tukey test ( $\alpha = 0.05\%$ ) for the comparison of means. The seeds had an average of 24.7g, size weight of seed 42,54 mm and diameter of 38.45 seed mm. the results showed that the best methodology of scarification for the production of seedlings of Walnut was the treatment T2 (sun exposure) with 61% of germination, followed by treatment (mechanical cutting of the seed testa) T3 with 48% of germination to difference in treatment T1 (witness) with 11% of germination. Also evaluated the time of germination at 40, 60, 80 and 100 days after planting, where the best result was obtained at 40 days by the methodology of scarification treatment T3 (cut the seed testa mechanic) with 48% germination rate, followed by the T2 (sun exposure), with 46% of germination, and the treatment T1 (witness) with 2% germination. Evaluated parameters of growth of diameter and plant height at 100 days, where the best result was the T2 (sun exposure) treatment with 0.8623 plant diameter mm and 2.4552 plant height cm.

**KEYWORD:** Methodologies of Walnut seeds scarification

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú es el segundo país con mayor extensión de bosques en América Latina y el cuarto a nivel mundial. Sus bosques primarios cubren el 52.3% del territorio nacional (66 millones de hectáreas) y albergan una gran biodiversidad, una de las preocupaciones para el Perú es la acelerada destrucción de los bosques, estimada en unas 150 000 hectáreas al año (FAO, 2013).

El nogal se encuentra a nivel mundial en peligro de extinción (Dairon Cardenas & Salinas R, 2006)

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels), es una especie nativa de Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia (Rojas & Torres, 2008), se distribuye latitudinalmente entre los 800-3000 m.s.n.m. (CATIE, 2000).

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels) es un árbol que se distribuye en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lambayeque y Pasco (Hurtado Manrique, Jurado Teixeira, Ramos Blica, & Calixto Cotos, 2015).

El nogal (*Juglans. neotropica*, Diels) posee una de las maderas duras más valiosas, también se la cultiva por sus nueces, pero esta especie es más valorada por su madera de alta calidad, muy apreciada para muebles finos, culatas, armarios y chapas (Williams R, 1990).

La germinación de nogal (*Juglans. neotropica*, Diels) se ha reportado con porcentajes muy bajos alcanzando tasas de 6,75% de germinación (Herrera, 2016).

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 (Weaver & Robert, 1999).

Según Poulsen & 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. El nogal (*Juglans neotropica* Diels), 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), de manera que presenta una baja capacidad germinativa, baja uniformidad de su germinación y latencia profunda, (Lopez Carvajal & Piedrahita Cardona, 2015)

Una de las metodologías de escarificación que se practica en el Perú para la germinación de las semillas de nogal es extenderlas y exponerlas al sol durante algunas horas o incluso unos pocos días hasta que se abran formando fisuras, las cuales se rellenan con arena fina, para evitar que se cierren (Pretell Chiclote, 1985).

Para la germinación de las semillas de nogal se siembra directamente en bolsas, con un sustrato compuesto de tierra más arena, estas deben ser cubiertas un 1 cm y colocadas en forma vertical. La germinación inicia entre los 35 a 112 días, en un rango que varía entre 60 y 84%. La sombra, durante su reproducción, es indispensable por un período no mayor a ocho días y también es recomendable fertilizar.

Uno de los métodos más eficaces para romper la latencia de las semillas en esta especie es la estratificación, la cual consiste en colocar las semillas en capas que alternan con otras de arena y mantenerlas húmedas durante un determinado período de tiempo. Semillas así tratadas durante 40 días en cuarto frío a temperaturas entre 7 y 10°C y sembradas en arena, alcanzaron 80% de germinación en un período de 49 días aproximadamente, contados a partir del día en que se registró el primer evento de germinación, mientras semillas estratificadas en invernadero a temperaturas entre 20 y 33°C obtuvieron tan sólo un 66% de germinación durante el mismo tiempo. Se ha considerado que la estratificación es altamente efectiva para la semilla de nogal (*Juglans neotropica*, Diels) con el tratamiento de estratificación durante 60 120 días las plántulas emergieron de 2 a 3 semanas (Gomez & Toro, 2007).

La hidratación de las semillas es otro tratamiento fácil de llevar a cabo y que permite disminuir el tiempo de germinación. Semillas puestas en remojo durante 30 días (con cambio diario de agua) y posterior siembra en un sustrato de tierra con arena en proporción 2:1, alcanzaron 90% de germinación, iniciando 48 días después de la siembra y finalizando 44 días más tarde. Semillas hidratadas

durante tan sólo 8 días también han mostrado buena germinación aunque un poco más lenta (Gomez & Toro, 2007).

En los casos en los cuales no se realiza la escarificación mecánica, pero se sumerge la semilla en agua durante 15 días antes de la siembra, la germinación ocurre a partir del día 60 al 65; sin ningún tipo de tratamiento pre germinativo, la germinación puede iniciarse a los 94 días posteriores a la siembra (Lopez, 1997).

El remojo en agua consiste en colocar las semillas en agua a temperaturas de entre 77°C a 100°C, retirar del fuego y dejar enfriar gradualmente durante un periodo de 12 a 24 horas. Con este tratamiento se logran modificar las cubiertas duras, remover las sustancias inhibidoras, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación (Martínez & García 1994).

La estratificación consiste en remojar las semillas durante un periodo de 12 a 24 horas, escurrirlas, mezclarlas con algún medio que retenga la humedad y almacenarlas por un periodo de uno a cuatro meses en ambientes con temperaturas de 2°C a 7°C. El almacenamiento puede hacerse en cajas, frascos con tapas perforadas o en bolsas de polietileno (Martinez & Garcia, 1994).

En consideración a lo anterior, en el presente trabajo de investigación se consideró los siguientes objetivos:

#### **Objetivo principal**

- Evaluar cinco metodologías de escarificación para la producción de plántones de Nogal (*Juglans neotropica*, Diels), en Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

#### **Objetivos específicos**

- Seleccionar semillas de nogal con características adecuadas para la propagación.
- Determinar el porcentaje y el tiempo de germinación de cinco metodologías de escarificación de nogal (*Juglans neotropica*, Diels).
- Analizar parámetros de crecimiento de diámetro y altura de los plántones, en función de las cinco metodologías de escarificación en estudio.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Descripción de la especie**

#### **2.1.1. Taxonomía**

Nombre científico: *Juglans neotropica*, Diels

Nombre común: Nogal

Familia: Juglandaceae

Origen: Exótica

Distribución en el mundo: Nativa de Honduras, Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia. (Rojas & Torres, 2008).

### **2.2. Distribución y hábitat**

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels), se encuentra en Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En el Perú, en Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lambayeque y Pasco. El rango de distribución altitudinal oscila entre 500 y 3 300 msnm (ceja de selva, en zonas de bosque húmedo premontano y montano). Se observa en los bosques secundarios tardíos y en el bosque maduro (Reynel & Marcelo, 2009).

#### **2.2.1. Clima**

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels), se le encuentra en climas fríos, con precipitaciones de 1000 a 2000mm, en bosques naturales (Leyva Galvis & Cescas de Leyva, 1980).

Se le encuentra en áreas con una precipitación media anual de 1500 a 3000 mm, y una temperatura promedio de 14 a 21.5 grados centígrados (Aceros Duarte, 1985).

#### **2.2.2. Suelos y fisiografía**

En general el nogal (*Juglans neotropica*, Diels), se define como una especie que prefiere suelos profundos y bien drenados, además de sueltos y arenosos y medio

limosos, razonablemente fértiles, preferiblemente con pH neutro a un poco ácido (Leyva Galvis & Cescas de Leyva, 1980).

### **2.2.3. Radiación solar**

En general el nogal (*Juglans neotropica*, Diels), se considera una especie forestal semiheliófila para el desarrollo de árboles que necesitan media sombra. Esta característica tiende a disminuir en la adultez, donde pasa a ser exigente en luz, pasando a ser heliófila (Aceros Duarte, 1985).

## **2.3. Características Biotológicas**

### **2.3.1. Porte**

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels), es un árbol de porte alto de tronco grueso, fuste recto y cilíndrico, es usual que la mitad del fuste sea limpio, por lo que el porte en general se considera erecto, su copa es irregular, con tendencia a ser proporcionalmente reducida, su forma es globosa y aplanada, ramificada a veces desde los 2m (Bermejo J, 1985).

En árboles jóvenes del nogal (*Juglans neotropica*, Diels) los tallos se encuentran bien formados, alcanzando una altura de 25 a 30 m de altura, con DAP de 90 cm (Bermejo J, 1985).

En el Perú se reportan crecimiento de nogales con una altura de 8 a 12m (Bermejo J, 1985).

### **2.3.2. Raíces**

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels), es un árbol frondoso que presenta un sistema radicular pivotante, sus raíces son fuertes y el sistema radicular en general es bastante grueso, además son bien profundas y muy ramificadas (Mozo Marron, 1972).

### **2.3.3. Hojas**

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels), presenta hojas compuestas, alternas e imparipinadas, grandes de hasta 40 cm de largo, con 10-15 folios lanceolados de 6 a 9 cm de largo, redondeados o subcortados en la base, presenta bordes

dentados con nervaduras bien marcadas especialmente en el envés (Pretell Chiclote, 1985).

Su coloración es verde oliváceo, con superficie áspera y rugosa, coriácea, presenta pelos simples; el peciolo y raquis se presentan lenticelas equidimensionales pequeñas y desordenadas con abundancia regular (Pretell Chiclote, 1985).

#### **2.3.4. Flores**

Las flores del nogal (*Juglans neotropica*, Diels) son unisexuales y su floración es verdosa y abundante.

Las flores masculinas aparecen en las ramas del año anterior en las axilas de las cicatrices, de tamaño muy reducido y de color verde amarillento, se encuentran dispuestos en espiga estaminadas, con 60 a 85 estambres en forma de haz (Torres Romero, 1983).

Las flores femeninas en amentos cortos y pocas flores, que se ubican en grupos de 2 a 4 en los extremos de las ramas, tienen 4 brácteas de donde sale el gineceo biestigmado de color verde mediano en racimos terminales abundantes; el ovario lleva dos estigmas (Torres Romero, 1983).

#### **2.3.5. Follaje**

El follaje del nogal (*Juglans neotropica*, Diels) es espeso, abundante y de coloración verde oscuro en el haz, y de verde claro en el envés; sin embargo la coloración general del árbol es verde claro rojizo y opaco a verde amarillento según la época del año (Rodríguez Montenegro, 1988).

El Nogal es una planta caducifolia, sus hojas al caer dejan cicatriz en la rama, la caída de la hoja es en Setiembre a Octubre y la renovación de la hoja en Noviembre a Diciembre (Aceros Duarte, 1985).

#### **2.3.6. Frutos**

Los frutos del nogal (*Juglans neotropica*, Diels) se presentan en forma de drupa carnosa, redonda a semiesférica y ligeramente achatada en los extremos, de 3 cm de diámetro por 4 cm de largo.

El epicarpio o piel es en general membranoso, claro de consistencia coriácea, apero escamosa, el color de esta en un principio es verde, luego se torna pardo y por ultimo negro en la madurez; su mesocarpio es de apariencia fibrosa, bastante carnosa, con un endocarpio color petróleo y esta se despoja fácil del pericarpio con pedúnculo corto, de olor penetrante característico cuando madura (Pretell Chiclote, 1985).

En el nogal los frutos se encuentran solitarios en las axilas, lenticelados y son olorosos, caen aun verdes del árbol y se vuelven de color azul oscuro intenso a negro al descomponerse (Muñoz Valencia, 1980).

#### **2.4. Floración**

La floración del nogal (*Juglans neotropica*, Diels) es anual, sin embargo esta se ve afectada tanto por la topografía como por el régimen climático y de lluvias de la región, la floración ocurre de Octubre a Diciembre (Muñoz Valencia, 1980).

#### **2.5. Fructificación**

El nogal (*Juglans neotropica*, Diels), es una especie monoica; cuando está deshojando florece y fructifica anualmente para su recolección en Agosto; la fructificación es abundante y se produce en el mismo árbol de flores masculinas (CATIE, 2000).

##### **2.5.1. La semilla**

Las semillas del nogal (*Juglans neotropica*, Diels) 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).

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).



### 2.5.1.1. Partes de una Semilla Nogal

La semilla se encuentra conformada por tres partes:

#### a. 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).

#### b. Endospermo

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

#### c. 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.

### 2.5.1.2. Características de Semillas de Nogal

#### 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, Vazquez, & Yanez, 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:

#### **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, Vazquez, & Yanez, 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) (Rodríguez, Vazquez, & Yanez, 1992).

#### **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.

#### **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.

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

**a. 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 (Orosco & Segovia, 1991).

**b. 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).

**c. 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 (Orosco & Segovia, 1991).

**2.5.1.3. 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.

### **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).

### **Sistema de recolección**

Según Suarez, (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, (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.

### **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)

### **Calidad de la semilla**

La mayoría, si no todas las especies del genero *Juglans* presentan latencia; esta aparentemente es debida a condiciones indirectas del embrión y probablemente también a la gruesa cubierta de las semilla.

Dada la consistencia de la nuez, la viabilidad de la semilla se prolonga por varios meses, si no ha sido a tacada por alternaría.

Se considera a *Juglans neotropica* una especie con buena germinación; su capacidad germinativa, por tratarse de una semilla con alto contenido de grasa, baja rápidamente, sobre todo con altas temperaturas.

El poder germinativo estimado para el Nogal, es de 45% y dura más de un mes para germinar (Mozo Marron, 1972).

### **Análisis físico de las semillas**

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

#### **a. 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.

#### **b. 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%.

**c. 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.

**d. 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.

**e. 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.

**2.5.1.4. 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).

### **Tipo de germinación**

La semilla de Nogal se caracteriza por presentar una germinación hipogea, es decir que sus cotiledones no afloran a la superficie, sino que quedan debajo dentro de la cubierta dura de la semilla, por lo tanto se debe sembrarse con la radícula en posición horizontal o sea acostada (Barretero Avila & Herrera Gomez, 1989).

Durante la germinación de la semilla, el hipocotilo aparecen en la parte acuminada y la radícula se dirige al extremo grueso de la nuez, bordeando el cuerpo de esta (Muñoz Valencia, 1980).

Adheridas al tallo están las hojillas en las plántulas que a veces se despliegan al germinar; la semilla permanece en el suelo para alimentar al nuevo individuo (Muñoz Valencia, 1980).

Se considera concluida la etapa germinativa cuando la plúmula supera el sustrato con dos hojas cotiledones desplegadas (Mozo Marron, 1972).

### **Tiempo de germinación**

En general se ha reportado que las semillas de *Juglans neotropica* dura más de un mes para germinar.

La germinación tiene inicio a los 66 días, con un periodo de germinación de 36 días, con un máximo de energía germinativa hacia los 31 días (Aceros Duarte, 1985).

Por tratarse de una semilla con alto contenido de grasa, su capacidad germinativa baja rápidamente (Aceros Duarte, 1985).

### **Condiciones que afectan la germinación**

Según Fuller & Rinchie, (1984), manifiesta lo siguiente:

#### **a. Condiciones externas**

Humedad, oxígeno, temperatura y provisión de alimentos.

#### **b. Factores externos**

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

### **c. Condiciones internas**

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

### **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.

#### **2.5.1.5. Tratamientos pre-germinativos**

Martinez, (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.

#### **Tratamiento Químico**

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% (Suarez, 1985).



### **Tratamientos físicos:**

#### **a. 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, 1994).

#### **b. 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, 1983).

### **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 (Bondero, 1980).

## **2.6. Labores culturales**

Se recomienda tener cuidado en la siembra de ubicar la radícula en posición horizontal de tal modo que al conocerse dicha orientación única y en el trasplante tener mucho cuidado para que quede intacto los cotiledones.

### **Desinfección**

Para la producción en vivero de las semillas de Nogal, se desinfecto pues no está sujeta a la predisposición fitopatológica, contribuyendo a ello la estructura misma de la semilla.

Una vez que la semilla ha sido extraída y como tratamiento previo o siembra se recomienda la desinfección con (Nematicida y Vitavax como fungicida) (Cantillo Higuera, 1989).

### **Fertilización en vivero**

En la fertilización se debe aplicar urea, superfosfato triple y cloruro de potasio (Cantillo Higuera, 1989).

### **2.7. Problemas fitosanitarios**

En las semillas del Nogal se presenta hongos como son:

- *Aspergillus Sp*: Ocasiona la pudrición del tallo en plántulas
- *Botrytis SP*
- *Penicillum Sp*

#### **Control**

Para controlar estos hongos se utiliza los siguientes productos comerciales.

- Brassicol 75.
- Terrazoles.
- Vitavax 300

### **2.8. Propagación**

La propagación se realiza por semilla y se puede realizarse siembra directa, a aunque con utilización de tratamientos pregerminativos previos a la siembra se obtendrá mejores resultados.

### **2.9. Densidad**

La densidad de plantación está en un rango de 3 x3 m, a 5 x5 m, teniendo en consideración la altura potencial del árbol y sus ramas (Mozo Marron, 1972).

El distanciamiento mínimo de 5m entre árboles, la cual es más recomendable y aceptada la densidad de plantación (Pretell Chiclote, 1985).

### **2.10. Crecimiento y rendimiento**

En general, el crecimiento de *Juglans neotropica* es rápido, llegando a alcanzar una altura de 17-30 m y 60 cm de DAP (Flinta, 1960)

A una altura de 2500 msnm y 15 grados centígrados, se ha desarrollado muy bien, se han encontrado arboles de 12 m de altura con un DAP de 12cm (Mozo Marron, 1972).

## **2.11. Madera**

### **Propiedades generales**

En general la característica de la madera del nogal es de coloración parda a pardo negruzco y una estructura, a veces veteada, con consistencia compacta, de secado lento y con tendencia a torcerse y se le considera medianamente pesada (Rodríguez Montenegro, 1988).

### **Usos**

Una de las razones por las cuales la madera de *Juglans neotropica* es apetecida, es por su coloración oscura, motivo este que lleva a su utilización en la fabricación de mobiliario lujoso de estilo y por su gran compactibilidad en otros que requieren de gran resistencia como camas y armarios.

Por tratarse de una madera medianamente pesada se le considera apta para pisos, tornería, ebanistería lujosa, construcciones, revestimientos en el interior de edificios, chapas, muebles finos.

A nivel rural, la madera y las ramas son utilizadas para aserrío, carbón, leña, postes para cercos, construcción de inmuebles (Rodríguez Montenegro, 1988).

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del Lugar de Investigación

##### 3.1.1. Ubicación Política

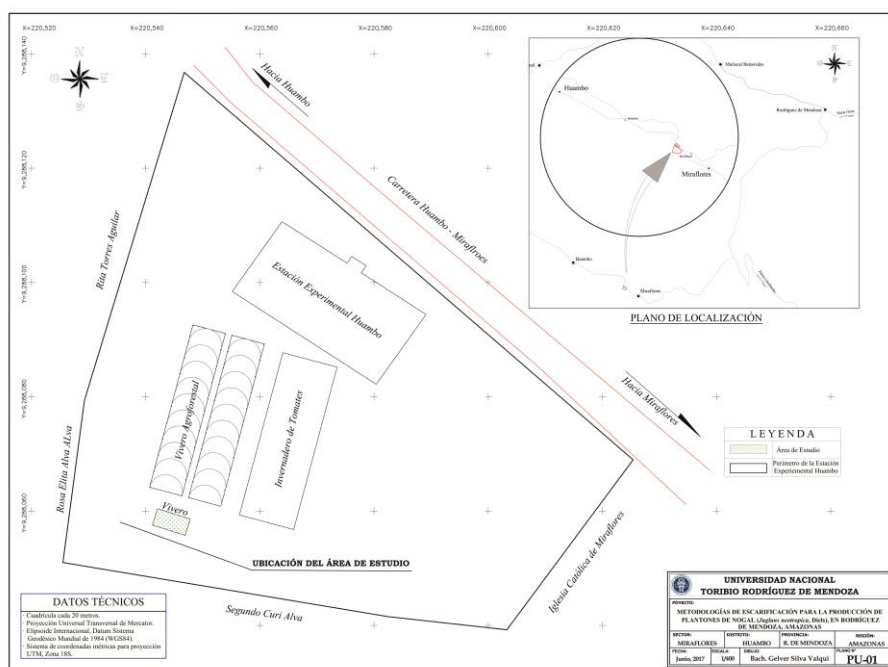
La presente investigación se desarrolló en la Estación Experimental de Huambo de Rodríguez de Mendoza.

Región : Amazonas  
Provincia : Rodríguez de Mendoza  
Distrito : Huambo  
Caserío : Miraflores

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud : 1714 m.s.n.m  
Latitud : 06°25'39" Sur  
Longitud : 77°32'13" Oeste  
Superficie : 99.56 Km<sup>2</sup>

**Figura 1:** Ubicación geográfica del área de estudio



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información geoespacial del INEI.

## **3.2. Materiales y Equipos**

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

Laptop, GPS, cámara fotográfica, calculadora, tablero, libre de campo y papel bond A4 75g.

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

Machetes, rastrillo, cinta métrica, palanas, zapapicos, carretilla, ollas, baldes, vernier digital, balanza gramera, disco de cortar hierro, estacas, regla de 50 cm, lampas, wuincha, clavos, martillo, alicate, alambre, barreta, malla rachel, bolsas de polietileno, plástico, letreros.

### **3.2.3. Insumos**

Semillas de nogal, arena de cerro, tierra de bosque, tierra de cultivo, estiércol de vacuno, fungicida preventivo vitavax.

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Diseño Experimental**

#### **3.3.1.1. Tratamientos a Probar**

**T1**= Testigo (semillas sin ningún tratamiento)

**T2**= Exposición al sol (3 días)

**T3**= Corte mecánico de la testa de la semilla

**T4**= Inmersión en agua hervida.

**T5**= Escarificación en estiércol de vacuno (22 días)

**T6**= Inmersión en agua fría (15 días)

#### **3.3.1.2. Características del campo experimental**

Las características del campo experimental son las siguientes:

Número de unidades experimentales: 24

Forma de la UE: Rectangular

Área total del ensayo: 2.5m<sup>2</sup>

Largo: 2.10 m

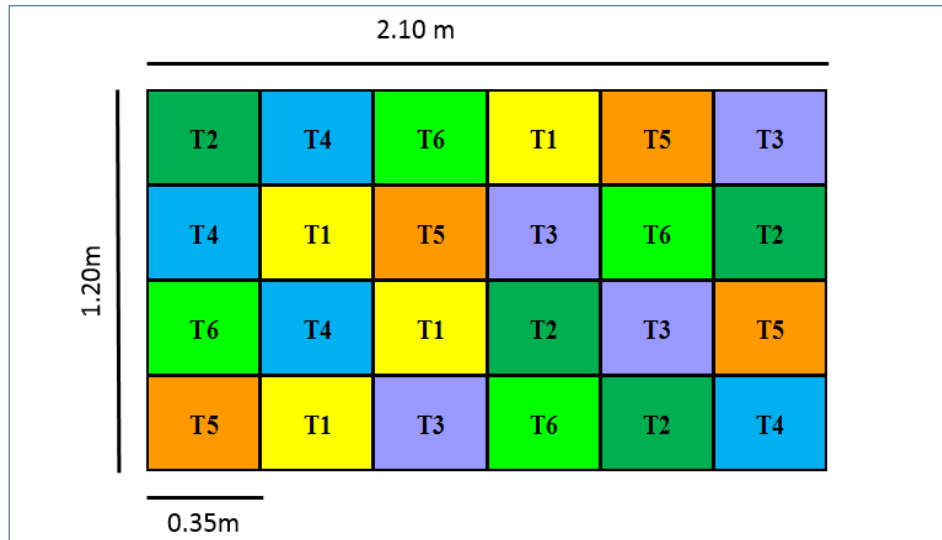
Ancho: 1.20 m

Forma del ensayo: Cuadrado

Numero de semillas por tratamiento: 48

### 3.3.1.3. Croquis del diseño

Figura 2: Croquis del diseño



### 3.3.2. Análisis de datos

#### 3.3.2.1. Diseño estadístico del experimento

El diseño que se aplicó en la investigación, es el Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), con 12 sub muestras, con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

**Factores:**

#### **A. Metodologías de escarificación:**

A1: Testigo

A2: Exposición al sol (3 días)

A3: Corte mecánico de la testa de la semilla.

A4: Inmersión en agua hervida.

A5: Escarificación en estiércol de vacuno (22 días)

A6: Inmersión en agua fría (15 días)

#### **B. Sustrato homogéneo.**

B0: Arena de río + tierra turba + tierra agrícola.

### 3.3.2.2.Unidad Experimental

El experimento estuvo compuesto por 24 unidades experimentales, cada unidad experimental se conformó por 12 semillas botánicas de nogal.

#### Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \lambda_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Para  $i = 6$  tratamientos  $j = 4$  repeticiones

Dónde:

$Y_{ij}$  = observaciones medidas en el experimento.

$\mu$  = Efecto de la media general

$\tau_i$  = Efecto de los tratamientos aplicados.

$\lambda_{ij}$  = Efecto del j-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental cada una de las unidades.

### 3.3.2.3.Comparaciones Múltiples:

Análisis de varianza entre tratamientos se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1:** Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de Variación	GL
Tratamientos	5
Evaluación	3
Error	15
Total	23

El análisis de varianza y las pruebas de media se realizó utilizando el programa estadístico Statistix 8.0

### **3.4. Manejo General del Experimento**

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

#### **3.4.1. Identificación del Árbol Semillero**

El árbol de donde se recolectaron las semillas de nogal fue, ejemplar, grande, sobresaliente, robustos con un fuste recto y libre de plagas y enfermedades. Este árbol estuvo localizado en la parcela que se ubica en el barrio Higos Urco, distrito Chachapoyas, provincia Chachapoyas, región Amazonas.

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

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

#### **3.4.3. Selección de las semillas de Nogal**

Se seleccionaron las semillas por su forma (ovalada), teniendo en cuenta aquellas semillas que pesaron 24.7g, tamaño de 42mm y diámetro de 38.47 mm, medición que se realizó con un vernier digital.

#### **3.4.4. Metodologías de escarificación**

##### **a. Testigo**

En este caso las semillas no recibieron ningún tipo de metodología de escarificación.

##### **b. Exposición al sol por 3 días.**

Esta metodología de escarificación consistió en colocar las semillas de nogal sobre una manta de costal expuesto al sol directamente, luego se roció arena fina sobre las rajaduras del endocarpio, con la finalidad de que la arena se introduzca en las rajaduras y no permita que se cierren, facilitando así la salida del embrión, este proceso se realizó por 3 días.



**c. Corte mecánico de la testa de la semilla**

Esta metodología de escarificación consistió en cortar con un disco de cortar fierro 5mm el endocarpio de la testa de las semillas, esto se hizo con la finalidad de facilitar el ingreso de humedad y provoque la germinación de los embriones.

**d. Inmersión en agua hervida**

Esta metodología de escarificación consistió en hacer hervir agua en una olla, hasta que la temperatura llegue a un rango de 75 a 100° C, luego se sumergieron las semillas de nogal, dejándolo por un tiempo de 12 h hasta que el agua se enfrié por total.

**e. Escarificación en estiércol de vacuno**

Esta metodología de escarificación consistió en hacer un hoyo con una palana de corte de dimensiones de 30 cm de profundidad x 30 cm de ancho, al cual se colocó 2.5 Kg de estiércol de vacuno en estado fresco en el fondo del hoyo, se colocaron 48 semillas de nogal, se tapó con una capa de 2.5 kg de estiércol de vacuno en estado fresco, agregamos 2 litros de agua y luego se tapó el hoyo con tierra, finalmente cubrimos el hoyo con plástico para que no ingrese agua. Esta metodología permaneció bajo el suelo por 22 días.

**f. Inmersión en agua fría.**

Esta metodología de escarificación consistió en colocar 48 semillas en un balde de 8L de capacidad, luego agregamos agua fría hasta aforar el balde, el agua se cambió todos los días, este proceso se realizó por un periodo de 15 días.

**3.4.5. Instalación del experimento**

Para la instalación del experimento se procedió a realizar labores con la finalidad de dar mejores condiciones; las mismas que fueron las siguientes:

### **Nivelación del terreno**

Debido a que el terreno presentaba características de desnivel, se procedió a remover el terreno con ayuda de una lampa y una carretilla, esto se hizo con la finalidad de dar buenas condiciones para la instalación del experimento.

### **Construcción de tinglado**

Se construyó el tinglado del experimento, la cual consistió en escuadrar un área de 2.10 m x 1.20 m, luego se colocaron seis postes de madera con dimensiones de 2m x 3"x 2", sobre los postes de madera se colocó el armazón a base de caña brava, después de realizar el armazón se colocó malla rashel de color verde.

### **Construcción de camas para bolsas**

Se construyeron 24 camas de 0.35m de largo por 0.30m de ancho, con divisiones de tablas de madera, las tablas tuvieron una dimensión de 20 cm de alto, las cuales sirvió como sostén para que las bolsas no se volteen.

## **3.4.6. Sustratos**

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

#### **✓ Tamizado de sustrato:**

Se procedió a tamizar la tierra turba, tierra agrícola y arena de cerro, con ayuda de una zaranda, se hizo con la finalidad de eliminar partículas indeseadas.

#### **✓ Proporción del sustrato**

El sustrato utilizado fue con las siguientes proporciones: 2-1-1  
Tierra turba + Tierra agrícola + arena de cerro.

#### **✓ Desinfección del sustrato**

La desinfección del sustrato se realizó con Vitavax 60g por 30 L de agua, aplicado con una mochila de fumigar, luego se cubrió con un plástico por un periodo de 3 días.

#### **✓ Llenado de bolsas**

Se utilizaron fueron bolsas negras de polietileno, cuyas dimensiones fueron de 5 x 8 pulgadas, la cual consistió en llenar las bolsas tratando de queden

compactas y no haya espacios porosos, para la cual se introdujo los dedos y se golpeó en la mano.

Una vez llenadas las bolsas se procedió a colocar 12 bolsas por cama bajo el tinglado.

#### **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 de semillas**

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 bolsa, las semillas se colocaron de manera horizontal, posteriormente se tapó (1cm) 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. Deshierbo**

Se realizó la eliminación de las malezas cada vez que el ensayo lo requería, 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 labor se realizó manualmente.

### **3.6. Variables a Medir**

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

El ensayo se partió de la selección de semillas botánicas con características adecuadas para la propagación y una vez transcurrido tiempo después de la siembra se procedió a tomar los datos de las siguientes variables; porcentaje y tiempo de germinación, altura, diámetro de la planta.

##### **Población:**

La población total estuvo conformado por semillas de nogal (*Juglans neotropica*, Diels), bajo condiciones del distrito de Huambo provincia de Rodríguez de Mendoza.

##### **3.6.1.1. Selección de las semillas botánicas con características adecuadas para la propagación.**

Las semillas de (*Juglans neotropica*, Diels), fueron recolectadas de la provincia de Chachapoyas distrito Chachapoyas, barrio Higos Urco, la cual se recolecto de una planta que presento características agronómicas adecuadas como son; semillas libres de plagas, enfermedades y daños físicos.

Para la selección de semillas de nogal se tomaron 50 semillas de nogal y se procedió a medir los siguientes parámetros:

**Peso de semilla:** Se pesó 50 semillas con una balanza gramera y se registró los datos.

**Tamaño de semilla:** Se midió 50 semillas con la ayuda de un vernier, las medidas fueron tomadas desde la base hasta la parte apical de la semilla y se registró los datos.

**Diámetro de semilla:** El diámetro de la semilla se midió con ayuda de un vernier, el cual se colocó el vernier en la parte central de la semilla y se registró los datos.

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

Para calcular el porcentaje total de semillas germinadas a los 100 días después de la siembra se colocó 48 semillas de nogal, estas se dividieron en cuatro repeticiones (R1, R2, R3 y R4), cada repetición estuvo conformado por doce sub muestras; para determinar el porcentaje de germinación (PG%) se contó el

número de semillas germinadas durante los 100 días y se le designo el número (1) a semillas que germinaron y las que no germinaron se le designo el número (0), como se muestra en tabla 2.

**Tabla 2:** código asignado para evaluar semillas germinadas y no germinadas.

Código	Estado de la semilla
0	No germinó
1	Germino

La fórmula para calcular el porcentaje de germinación es la siguiente:

$$\text{Total PG\%} = \frac{\text{Total de Semillas germinadas}}{\text{Total de semillas puestas a germinar}} \times 100$$

### 3.6.1.3. Altura de la planta

Se efectuaron mediciones de altura (cm) de las plantas de nogal a los 40, 60, 80 y 100 días después de la siembra, para medir la altura se empleó una regla graduada en centímetros, 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.

### 3.6.1.4. Diámetro de la planta.

Se efectuaron mediciones de diámetro de planta (mm) de las plantas de nogal a los 40, 60, 80 y 100 días después de la siembra, para medir la diámetro de planta se empleó un vernier digital, tomando la mediada del tallo a 2 cm de la superficie del suelo.

#### IV. RESULTADOS

- Selección de semillas de nogal con características adecuadas para la propagación.

**Tabla 3:** Promedio de Peso, tamaño y diámetro de semillas de nogal (*Juglans neotropica*, Diels).

	<b>Peso de semillas ( g )</b>	<b>Tamaño de semillas ( mm )</b>	<b>Diámetro de semillas ( mm )</b>
<b>PROMEDIO</b>	24.7	42.54	38.47

En la tabla 3 se puede observar que el peso de las semillas tuvieron un promedio de 24.7g, el tamaño de las semillas fue de promedio de 42.54 mm, del mismo modo para el diámetro de semillas fue de un promedio de 38.45mm.

- Determinación del porcentaje y tiempo de germinación de cinco metodologías de escarificación de Nogal (*Juglans neotropica*, Diels).

El análisis estadístico muestra que; existen diferencias estadísticas significativas y altamente significativas entre tratamientos, tal como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4:** Análisis de varianza para el tiempo y porcentaje de germinación

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Valor de F Calculado</b>	<b>SIG</b>
<b>Tratamientos</b>	5	35.479	7.09583	49.06	0.00***
<b>Evaluación</b>	3	2.104	0.70139	4.85	0.0036*
<b>Error</b>	15	205.832	0.19492		
<b>Total</b>	23	256.000			

**Fuente:** Elaboración propia

C. V = 0.33%

\* = Significativo

\*\*\* = Altamente significativo

En la tabla 4 se puede observar que todos los tratamientos mostraron diferencias significativas y altamente significativas, resaltando así que el tratamiento T2 (Exposición al sol) con una diferencia altamente significativa en comparación con el testigo T1 (Testigo) y los demás tratamientos respectivamente; pero a su vez todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticas.

**Tabla 5:** Comparación del porcentaje de germinación según Tukey al 0.05

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Porcentaje de Germinación (%)</b>
<b>Mayor</b>	T2
<b>Menor</b>	T1

**Tabla 6:** Comparación de medias de Tukey al 0.05% para Porcentaje de germinación por tratamientos a los 100 días de la siembra.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio % G</b>	<b>GRUPO</b>
<b>T2</b>	0.6094	A
<b>T3</b>	0.4844	AB
<b>T6</b>	0.3750	ABC
<b>T5</b>	0.2552	BCD
<b>T4</b>	0.1667	CD
<b>T1</b>	0.1094	D

En la tabla 6 se puede observar que el promedio para el porcentaje de germinación (%G), el tratamiento T2 (Exposición al sol) obtuvo un promedio de 0.6094% de germinación, seguido por el tratamiento T3 (corte mecánico de la testa de la

semilla) obtuvo un promedio de 0.4844% de germinación; en cambio el testigo T1 (Testigo) obtuvo el menor promedio de 0.1094% de germinación.

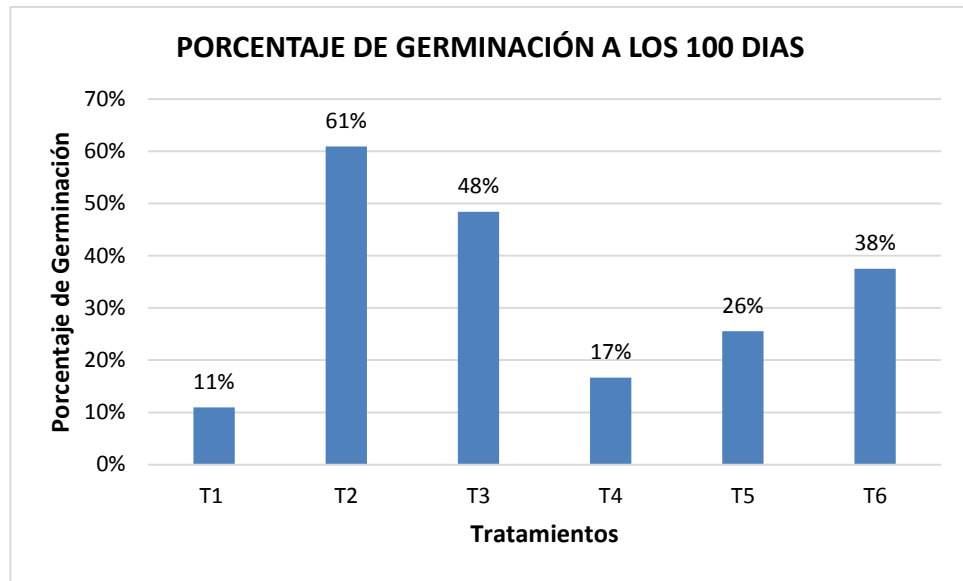
**Tabla 7:** Comparación de medias de Tukey al 0.05% para Porcentaje de germinación por tratamientos a los 40 días de la siembra.

<b>Tratamientos</b>	<b>% Germinación</b>	<b>GRUPO</b>
<b>T3</b>	47.75	A
<b>T2</b>	45.75	A
<b>T6</b>	33.25	AB
<b>T5</b>	18.75	ABC
<b>T4</b>	16.75	BC
<b>T1</b>	2	D

Según la tabla 7 se puede observar que el promedio para el porcentaje de germinación (%G) a los 40 días de la siembra el tratamiento T3 (Corte mecánico de la testa de la semilla) obtuvo un promedio de 47.75% de germinación; seguido por el tratamiento T2 (Exposición al sol) que obtuvo un promedio de 45.75% de germinación; en cambio el testigo T1 (Testigo) obtuvo el menor promedio de 2% de germinación.

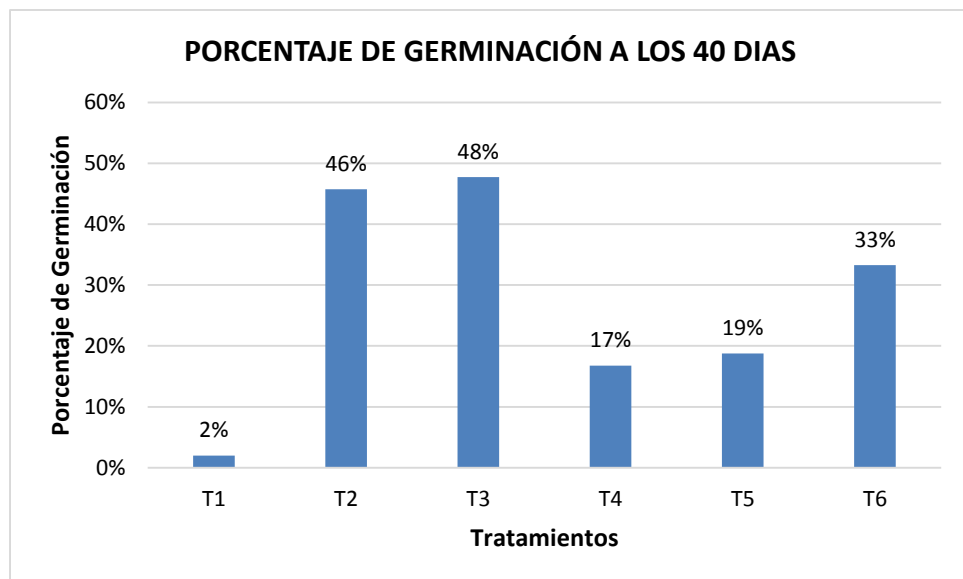


**Figura 2:** Porcentaje de Germinación de semillas de nogal a los 100 días



En la figura 2 se puede observar que el porcentaje de germinación a los 100 días de la siembra, el tratamiento T2 (Exposición al sol) obtuvo 61% de germinación, seguido por el tratamiento T3 (Corte mecánico de la testa de la semilla) que obtuvo 48% de germinación; en cambio el testigo T1 (Testigo) obtuvo 11% de germinación.

**Figura 3:** Porcentaje de germinación de semillas de nogal a los 40 días.



En la figura 3 se puede observar que el porcentaje de germinación a los 40 días de la siembra, el tratamiento T3 (corte mecánico de la testa de la semilla) obtuvo

48% de germinación, seguido por el tratamiento T2(Exposición al sol) que obtuvo 46% de germinación; en cambio el testigo T1 (Testigo) obtuvo 2% de germinación.

- Análisis del crecimiento de los plántones en función de las metodologías de escarificación en estudio.

El análisis estadístico muestra que existen diferencias estadísticas significativas y altamente significativas entre tratamientos como se puede observar en la tabla 8.

**Tabla 8:** Análisis de varianza para diámetro de planta

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Valor de F Calculado</b>	<b>SIG</b>
<b>Tratamientos</b>	5	88.78	17.7568	15.74	0.00***
<b>Evaluación</b>	3	15.13	5.0448	4.47	0.0057*
<b>Error</b>	15	1191.41	1.1282		
<b>Total</b>	23	1393			

C. V = 0.2709%

\* = Significativo

\*\* \*= Altamente significativo

En la tabla 8 se puede observar que los tratamientos de escarificación de semillas de nogal mostraron diferencias significativas y altamente significativas en diámetro de planta, resaltando así que el tratamiento T2 (exposición al sol) fue altamente significativa; en comparación con el testigo T1 (Testigo) y los demás tratamientos respectivamente; pero a su vez todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticas.

**Tabla 9:** Comparación de diámetro de planta según Tukey al 0.05

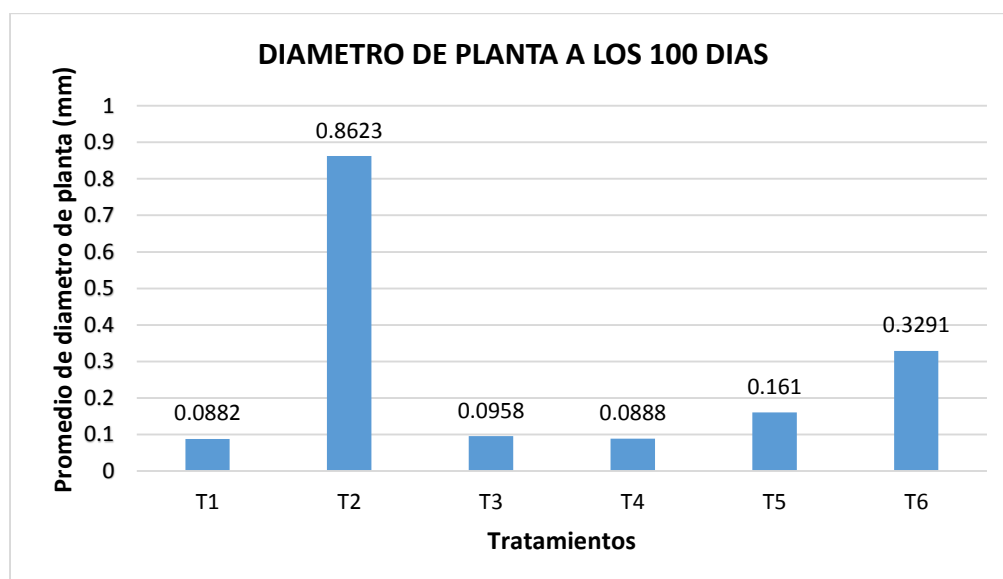
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Diámetro de Planta (mm)</b>
<b>Mayor</b>	T2
<b>Menor</b>	T1

**Tabla 10:** Comparación de medias de Tukey al 0.05% para diámetro de planta

<b>Tratamientos</b>	<b>Diámetro de planta (mm)</b>	<b>GRUPO</b>
<b>T2</b>	0.8623	A
<b>T6</b>	0.3291	AB
<b>T5</b>	0.1610	B
<b>T3</b>	0.0958	B
<b>T4</b>	0.0888	B
<b>T1</b>	0.0882	B

En la tabla 10 se puede observar que el diámetro de planta (DP), el tratamiento T2 (Exposición al sol) obtuvo un promedio de diámetro de planta de 0.8623 mm, seguido por el tratamiento T6 (inmersión en agua) que obtuvo un promedio de diámetro de planta de 0.3291mm; en cambio el tratamiento T1 (Testigo) que obtuvo un promedio de diámetro de planta de 0.0882mm.

**Figura 4:** Promedio de diámetro de plantas de nogal a los 100 días después de la siembra.



En la figura 4 se puede observar que el promedio de diámetro de plantas a los 100 días tratamiento T2 (Exposición al sol) obtuvo un mayor diámetro promedio de planta de 0.863 mm, seguido por el tratamiento T6 (inmersión en agua fría) que obtuvo un diámetro promedio de 0.3291mm; en cambio el tratamiento T1 (Testigo) que obtuvo un menor diámetro promedio de planta de 0.0882mm.

**Tabla 11:** Análisis de varianza para altura de planta

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	SIG
Tratamientos	5	711.6	142.329	15.34	0.00***
Evaluación	3	164.8	54.935	5.54	0.0016*
Error	15	9829.2	9.308		
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>11569.0</b>			

C. V = 0.7436%

\* = Significativo

\*\* \* = Altamente significativo

En la tabla 11 se puede observar que todos los tratamientos mostraron diferencias significativas y altamente significativas resaltando así T2 (Exposición al sol) con una diferencia altamente significativa en comparación con el testigo T1 (testigo) y los demás tratamientos respectivamente; pero a su vez todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticas.

**Tabla 12:** Comparación de la altura de planta según Tukey al 0.05

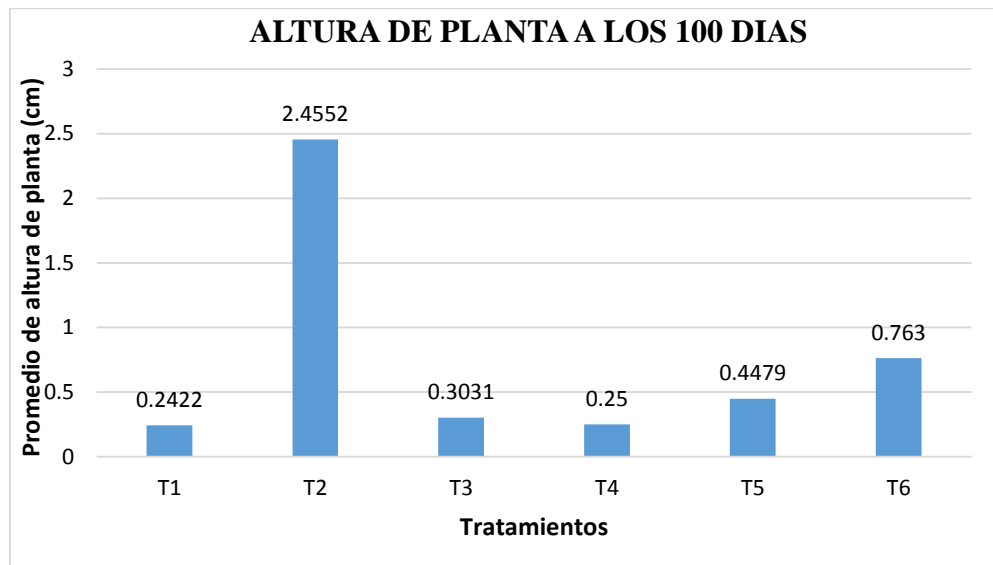
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>
<b>Mayor</b>	T2
<b>Menor</b>	T1

**Tabla 13:** Comparación de medias de Tukey al 0.05 para altura de planta

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de Planta (cm)</b>	<b>GRUPO</b>
<b>T2</b>	2.4552	A
<b>T6</b>	0.7630	B
<b>T5</b>	0.4479	B
<b>T3</b>	0.3031	B
<b>T4</b>	0.2500	B
<b>T1</b>	0.2422	B

En la tabla 13 se puede observar que la altura de planta (AP), el tratamiento T2 (exposición al sol) obtuvo una mayor altura promedio de planta de 2.4552cm, los demás tratamientos obtuvieron una altura homogénea, resaltando que el tratamiento T1 (testigo) obtuvo una altura promedio menor de planta de 0.2422cm

**Figura 5:** Promedio de altura de planta de nogal a los 100 días después de la siembra.



En la figura 5 se puede observar que a los 100 días después de la siembra el tratamiento T2 (Exposición al sol) obtuvo un mayor promedio de altura de planta de 2.4552cm, seguido por el tratamiento T6 (inmersión en agua fría) que obtuvo una altura promedio de planta de 0.763cm; en comparación con el tratamiento T1 (Testigo) que obtuvo una altura promedio menor de planta de 0.2422cm.

## V. DISCUSIÓN

La mejor metodología de escarificación para la germinación de semillas de nogal fue el tratamiento T2 (exposición al sol) con 61% de Germinación, seguido por tratamiento T3 (corte mecánico de la testa de la semilla) con 48% de germinación a diferencia del tratamiento T1 (Testigo) con 11% de germinación. Según Pretell Chiclote, (1985) manifiesta que en Perú se acostumbra escarificar las semillas de nogal mediante temperatura, donde se extiende y expone al sol durante algunas horas o incluso unos pocos días hasta que las semillas se abran por sus fisuras, dichas fisuras se rellena con arena fina para evitar que se cierren. Azas Azogue, (2016) realizaron un experimento similar denominado “Evaluación del efecto de los tratamientos Pregerminativos en semillas de nogal (*Juglans neotropica* Diels)” encontrando que el mejor tratamientos pre germinativo es solarización por 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 mejor metodología de escarificación para tiempo de germinación de semillas de nogal fue el tratamiento T3 (Corte mecánico de la testa de la semilla), donde se obtuvo que a los 40 días se obtuvo un porcentaje de germinación de 48%, seguido del tratamiento T2 (exposición al sol) con 46%. Según Martinez,(2005) manifiesta que las semillas sometidas a escarificación contienen inhibidores y promotores del crecimiento, por lo que al aplicar tratamientos se altera el balance inhibidor y promotor que controla la latencia.

INDERENA, (1986) en el manual sobre manejo de semillas forestales reporta que las semillas de nogal la germinación se inicia a los 66 días y finaliza hacia los 102 con un promedio de germinación de 61%.

El tratamiento de escarificación T4 (inmersión en agua caliente), obtuvo un porcentaje de germinación de 17%, indicando que no fue eficiente para romper la latencia de semillas de nogal. 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.

Azas Azogue, (2016) realizaron un experimento similar denominado “Evaluación del efecto de los tratamientos Pregerminativos en semillas de nogal (*Juglans neotropica*, Diels)” encontrando que los tratamientos pre-germinativos utilizando agua a temperaturas superiores a los 60 oC, no se obtuvieron ningún resultado.

La mejor metodología de escarificación para el crecimiento de plantones de nogal fue el tratamiento T2 (exposición al sol) con un diámetro promedio de planta de 0.8623 mm, y altura promedio de planta de 2.4552 cm; en comparación con el T1 (Testigo) que obtuvo el menor promedio de diámetro de planta de 0.0882 mm; y una menor altura promedio de planta de 0.2422 cm. Según Azas Azogue, (2016) realizaron experimentos similares denominado “Evaluación del efecto de los tratamientos Pregerminativos en semillas de nogal (*Juglans neotropica*, Diels) en el recinto Pumin Provincia de Bolívar”, encontrando que 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.



## VI. CONCLUSIONES

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

- ✓ La mejor metodología de escarificación de semillas de nogal a los 100 días después de la siembra fue el tratamiento T2 (exposición al sol), con 61% de germinación, seguido por el tratamiento T3 (corte mecánico de la testa de la semilla) con 48% de germinación.
  
- ✓ La metodología de escarificación de semillas de nogal que germinaron a los 40 días después de la siembra fue el tratamiento T3 (Corte mecánico de la testa de la semilla) con un porcentaje de germinación de 48%, seguido por el tratamiento T2 (exposición al sol), con un porcentaje de germinación de 46 %.
  
- ✓ El mejor metodología de escarificación para el crecimiento de plantones a los 100 días después de la siembra fue tratamiento T2 (exposición al sol), con un diámetro promedio de planta de 0.8623 mm; y una altura promedio de planta de 2.4552 cm.
  
- ✓ Los tratamientos T4 ( escarificación con estiércol fresco de vacuno), T5 (inmersión en agua caliente), T6 (inmersión en agua fría) y el tratamiento T1(testigo) no fueron eficientes para romper la dormancia de semillas de nogal

## **VII. RECOMENDACIONES**

Una vez que se han obtenido los resultados, discusiones y conclusiones se hace las siguientes recomendaciones:

- ✓ Probar con otras metodologías de escarificación en comparación con la investigación realizada.
  
- ✓ Colectar semillas de ramas de nogales que tengan buenos caracteres agronómicos y que estén en su madurez fisiológica.
  
- ✓ Hacer germinar las semillas en ambientes controlados como son invernaderos.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Duarte, L. E. (1985). Arboles de la zona cafetalera Colombiana. *Banco Cafetalero y Almadelco*, 100.
- Azas Azogue, R. D. (2016). Evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de Nogal(*Juglans neotropica* Diels) en el recinto Pumin Provincia de Bolivar. *Departamento de ciencias de la vida y de la agricultura*, 12-48.
- Barreeto Avila, G., & Herrera Gomez, J. D. (1989). Estudio de las variables que inciden de la germinacion de *Juglans neotropica*. *Ficus soatensis Dugand*, 40.
- Bermejo J, Z. (1985). El arbol en apoyo de la agricultura. *Sistemas agroforestales en la sierra peruana*(4), 39.
- Bondero, V. (1980). *Viveros forestales*. Quito- Ecuador.
- Bonner, T. (1993). *Análisis de Semillas Forestales*. (A. R. Trejo, Trad.) Mexico. Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de <http://www.chapingo.mx/noticias/img/revista/45rtículos/doc/25fa7dfaff67c12566186718cd>
- Cantillo Higuera, E. (1989). Efecto de la fertilizacion en vivero en el crecimiento de *Alnus jorullensis* H. B. K, *Cedrela montana* turez, *Juglans neotropica* donde y *laphoersia speciosa* diferentes dosis de N. P. K. *Tesis (Ingeniero Forestal)*. Bogota.
- CATIE. (2000). Manejo de semillas de 75 especies forestales de America Latina. *CATIE( Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR)*, 204.
- Chilenut. (10 de 12 de 2008). *Beneficios de la Nuez*. Obtenido de Beneficios de la Nuez: <http://www.chilenut.cl/index.php>
- Dairon Cardenas, L., & Salinas R, N. (2006). *Libro Rojo de Plantas de Colombia ( Especies Maderables Amenazadas)*. BOGOTA.
- FAO. (21 de Marzo de 2013). *Escritorio Regional de la FAO para America Latina y el Caribe*. Obtenido de Escritorio Regional de la FAO para America Latina y el Caribe: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/229979/>
- Flinta, C. (1960). *Practicas de plantaciones forestales en America Latina*. Roma.
- Flores, G. (1994). *Manual del Extensionista Forestal Andino* (Vol. 1). Quito- Ecuador.
- Francis, J. (2000). *Hymenaeacourbaril* L. Algarrobo. *Department of Agriculture, Forest*, 279-283. Recuperado el 11 de 12 de 2016, de <http://www.chapingo.mx/noticias/img/documents/articulos/doc/25fa7dfaff67c1256618671>

- Fuller, J., & Rinchie, D. (1984). Evaluacion de tres tratamientos pregerminativos y cuatro tipos de sustratos para la propagación de pumamaqui(Oreopamax ecuadorensis Kunt)). *Tesis de Grado. Ing. Forestal ESPOCH.*
- Garcia, F., & Mostacera, J. (2009). *Flora ento medicinal de la Region Amazonas, Perú.* Chachapoyas-Perú.
- Gomez, M., & Toro, J. (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque andino.* Medellin-Colombia.
- Herrera Herrera, C. (2016). Evaluación de fuentes semilleras de especies forestales nativa, como apoyo a programas y políticas de reforestación de laprovincia de Loja. *Evaluación de fuentes semilleras de especies forestales nativa, como apoyo a programas y políticas de reforestación de laprovincia de Loja.*, 96.
- Hurtado Manrique, P., Jurado Teixeira, B., Ramos Blica, E., & Calixto Cotos, M. (2015). Evaluacion de la actividad antioxidante del extracto hidroalcoholico estandarizado de hojas de Juglans Neotropica Diels(nogal peruano). *Revista de la sociedad Quimica del Peru.*
- INDERENA. (1986). Manual general sobre el uso de semillas forestales. *BANCO NACIONAL DE SEMILLAS*, 55.
- Juro, S., Flores, V., Mendoza, Y., & Del Carpio, C. (2010). Efecto cicatrizante de las diferentes formas farmaceuticas topicas elaboradas con el extracto hidroalcoholico de Juglans neotropica Diels"nogal" en ratones albinos. *Folia dermatol.Peru*, 19-24.
- Lemus, G. (2004). *Instituto de investigacion agropecuaria INIA.* Recuperado el 10 de 10 de 2016, de Instituto de investigacion agropecuaria INIA:  
<http://www.indap.gob.cl/Docs/Documentos/Fructicultura/Nogal/Cultivo%20del%20Nogal%20>
- Leyva Galvis, A., & Cescas de Leyva, M. (1980). *Arboles de la Sabana de Bogotá* (Unidas ed.). Colombia.
- Lopez Carvajal, J., & Piedrahita Cardona, E. (2015). Respuesta de la semilla de Cedro Negro (Juglans neotropica Diels) a la Aplicacion de Tratamientos Pregerminativos. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomia*, 404.
- Lopez, J. (1997). Tratamientos pregerminativos aplicados a semillas de cedro negro(Juglans neotropica) para producir su periodo de germinación. *Universidad Nación de Colombia-facultad de ciencias agropecuarias*, 75.
- Mañas, E., Camacho, M., & Talavera, A. (2000). *Guia para la recoleccion Manejo de semillas de especies forestales.* Mexico.
- Martinez, S., & Garcia, J. (1994). Efecto de cuatro tratamientos pregerminativos en semilla de Acacia bilimekii(Tehuixtle). *Instituto de Hidrologia de la Universidad Tecnologica de Mexico.*
- Martinez, V. (2005). Manejo de semillas en Especies del Género Juglans. *Serie Temas Forestales(4)*, 66.

- Mozo Marron, T. (1972). *Algunas especies aptas para la reforestacion en Colombia*. Colombia: ABC.
- Muñoz Valencia, A. (1980). *Ensayos de germinacion de algunas especies forestales de Colombia*. Colombia.
- Orosco, & Segovia, A. (1991). Latencia de las semillas, una interpretacion desde el punto de vista de la fisiologia ecologica. *Sociedad Botanica de Mexico*, 3-6.
- Palomino, F., & Barra, M. (2003). Especies Forestales Nativas con Potencial para Reforestación en la provincia de Oxapampa y Fichas Tecnicas de las Especies de Mayor Prioridad. *PPONATURALEZA*.
- Patiño, F. (1983). *Guia para la recolección de semillas de especies forestales*.
- Poulsen, K., & Stubaard, F. (2000). Tecnicas para la escarificación de semillas forestales. *Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE)*, 36:60. Recuperado el 13 de 12 de 2016, de [http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/7fa8\\_RIUQ](http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/7fa8_RIUQ)
- Pretell Chiclote, J. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra nativa peruana*. Lima.
- Ratera, E., & Ratera, M. (1980). *Plantas empleadas en medicina popular* (Primera edición ed.). Buenos Aires. Recuperado el 13 de 12 de 2016, de <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/Q13-08-naom.pdf>
- Reynel, C., & Marcelo, J. (2009). *Arboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Manual de identificacion de especies* (Vol. 9). (I. F. INT, Ed.) Lima.
- Roberts, E. (1972). *La viabilidad, su inactividad y la supervivencia de la semilla forestales* (2006 ed.).
- Rodriguez Montenegro, L. (1988). Caracterizacion anatomica de las maderas latifoliadas y claves macro y microscopicas para la identificacion de 120 especies. Francisco Jose de Caldas.
- Rodriguez, C., Vazquez, & Yanez. (1992). *La conservación de plantas en peligro de extinción a traves del almacenamiento a largo plazo de semillas*.
- Rojas. (1998). *Manual del reforestador*. Costa Rica. Recuperado el 13 de 12 de 2016, de <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebrache/Q13-08-araos.pdf>
- Rojas Rodriguez , F., & Torres Cordoba, G. (2008). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *KURÚ*, 1-3.
- Rojas Rodriguez, F., & Torres Cordova, G. (2008). Arboles del Valle central de Costa Rica: Reproducción. *KURU.Revista forestal de Costa Rica*, 3.
- Standl, I., & Williams, O. (1998). *Especies maderables no tradicionales del bosque humedo tropical de Honduras*. Honduras.

- Suarez, F. (1985). *Evaluación de la Calidad y Comportamiento de las semillas Juglans neotropica*, Diels. Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de <http://www.beisa.dk/Publications/BEISE%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf>
- Torres Romero, J. H. (1983). Contribucion al conocimiento de las plantas tintoreas en Colombia. *INICIATUR Y COLCIENCIAS*, 200.
- Weaver, J., & Robert. (1999). *Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura* . Mexico: Trillas S.A.
- Wiliams R. (1990). *Juglans nigra L., nogal*. En: Quemaduras RM, Honkala BH (techcoords) ecología de América del Norte, Hardwoods. *USDA para Serv Agric manual*, 654.

## IX. ANEXOS

### Resultados de Análisis de varianza

Statistix 8.0

05/12/2016, 10:58:43 p.m.

#### Analysis of Variance Table for PG

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	35.479	7.09583	49.06	0.0000
EVA	3	2.104	0.70139	4.85	0.0036
Error TRAT*EVA*REP	87	12.583	0.14464		
Error	1056	205.833	0.19492		
Total	1151	256.000			

Grand Mean 0.3333

CV(TRAT\*EVA\*REP) 114.09

CV(Error) 132.45

#### Analysis of Variance Table for DP

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	88.78	17.7568	15.74	0.0000
EVA	3	15.13	5.0448	4.47	0.0057
Error TRAT*EVA*REP	87	98.15	1.1282		
Error	1056	1191.41	1.1282		
Total	1151	1393.48			

Grand Mean 0.2709

CV(TRAT\*EVA\*REP) 392.13

CV(Error) 392.14

#### Analysis of Variance Table for AP

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	711.6	142.329	14.34	0.0000
EVA	3	164.8	54.935	5.54	0.0016
Error TRAT*EVA*REP	87	863.3	9.923		
Error	1056	9829.2	9.308		
Total	1151	11569.0			

Grand Mean 0.7436  
CV(TRAT\*EVA\*REP) 423.63  
CV(Error) 410.30

## Resultados Comparaciones múltiples

Statistix 8.0  
05/12/2016, 11:02:18 p.m.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PG for TRAT

TRAT	Mean	Homogeneous Groups
2	0.6094	A
3	0.4844	AB
6	0.3750	ABC
5	0.2552	BCD
4	0.1667	CD
1	0.1094	D

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison  
0.0849

Critical Q Value 4.029 Critical Value for Comparison  
0.2420

Error term used: TRAT\*SUBM\*REP, 271 DF

There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means  
are not significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DP for TRAT

TRAT	Mean	Homogeneous Groups
2	0.8623	A
6	0.3291	AB
5	0.1610	B
3	0.0958	B
4	0.0888	B
1	0.0882	B



Alpha 0.05 Standard Error for Comparison  
0.1957

Critical Q Value 4.029 Critical Value for Comparison  
0.5577

Error term used: TRAT\*SUBM\*REP, 271 DF

There are 2 groups (A and B) in which the means  
are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AP for TRAT**

TRAT	Mean	Homogeneous Groups
2	2.4552	A
6	0.7630	B
5	0.4479	B
3	0.3031	B
4	0.2500	B
1	0.2422	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison  
0.5489

Critical Q Value 4.029 Critical Value for Comparison  
1.5637

Error term used: TRAT\*SUBM\*REP, 271 DF

There are 2 groups (A and B) in which the means  
are not significantly different from one another.

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 1:** Árbol de donde se colecto las semillas de Nogal



**Fotografía 2:** Disco de con el cual se cortó la testa de la semillas de nogales.



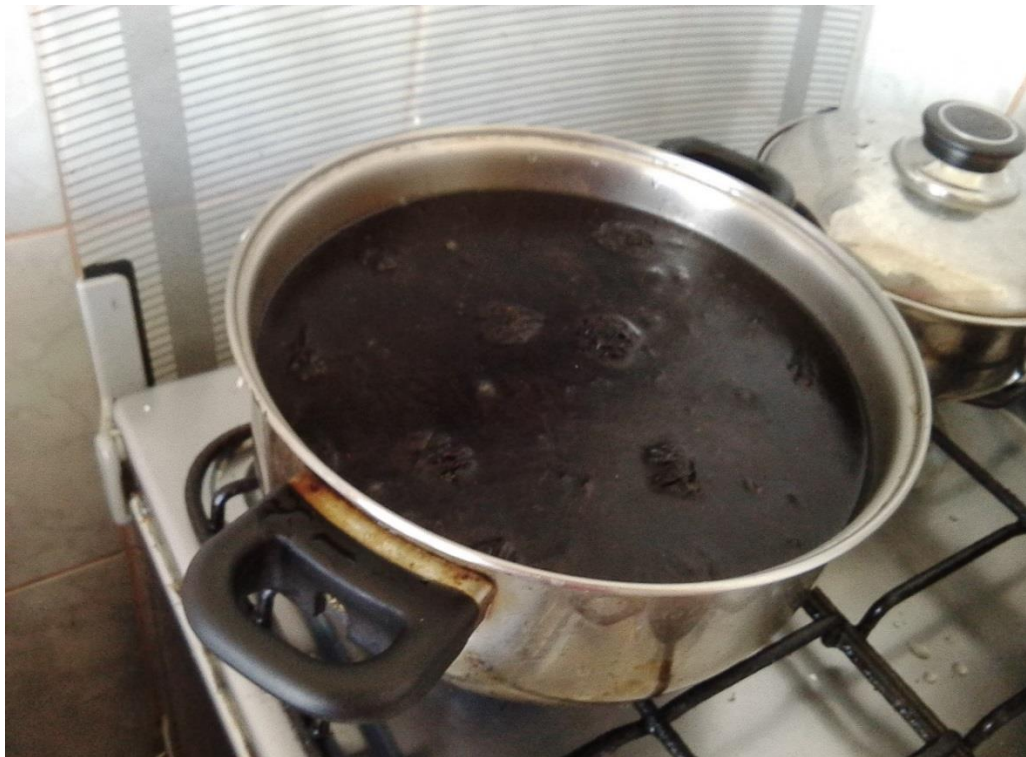
**Fotografía 3:** Escarificación de semillas en estiércol de vacuno.



**Fotografía 4:** Semillas después de 22 días de escarificación en estiércol de vacuno.



**Fotografía 5:** Exposición al de semillas de nogal



**Fotografía 6:** Inmersión en agua hervida de semillas de nogales.



**Fotografía 7:** Siembra de semillas de nogal.



**Fotografía 8:** Germinación de semillas de nogal.



**Fotografía 9:** Semillas deterioradas de nogales.



**Fotografía 10:** Crecimiento de plantones de nogal.



**Fotografía 11:** Crecimiento de plantones de nogal.



**Fotografía 12:** Siembra en campo definitivo de plantones de nogales