



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACION

INFORME FINAL DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**“PROPAGACION SEXUAL DE *Juglans neotropica* Diels. CON TRATAMIENTOS
PREGERMINATIVOS FISICOS Y QUIMICOS”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

Autor: Bryan Fabricio Esparza Terán

Director: Ing. Jorge Luis Cue García, Ph.D.

Ibarra, 2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003985858		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Esparza Terán Bryan Fabricio		
DIRECCIÓN:	Otavalo, Miguel de Jijón y José Pose Pardo		
EMAIL:	bfesparzat@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06)2923470	TELÉFONO MÓVIL:	0998438741

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Propagación sexual de <i>Juglans neotropica</i> Diels con tratamientos pregerminativos físicos y químicos.
AUTOR (ES):	Bryan Fabricio Esparza Terán
FECHA: DD/MM/AAAA	11/12/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de diciembre de 2023

EL AUTOR:

Bryan Fabricio Esparza Terán

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 11 de diciembre de 2023

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

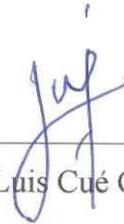


Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

C.C.:1754608709

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Propagación sexual de *Juglans neotropica*. *Diels* con tratamientos pregerminativos físicos y químicos” elaborado por Bryan Fabricio Esparza Terán, previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

C.C.: 1754608709



Ing. Andrés Manolo Carrión Burgos, MSc.

C.C.: 1001695129

DEDICATORIA

Le dedico a Dios por guiar mi camino en la vida y en mi etapa estudiantil. También por saber ser la luz en momentos difíciles y aclarar los pensamientos para poner encaminar mi vida.

El apoyo brindado mis padres Fabian Esparza y Esthela Terán quienes, supieron orientarme a lo largo de mi vida y en los momentos difíciles, ya que han sido un rayo de luz a lo largo de mi vida.

A mi hermana Silvana que supo aconsejarme en los momentos difíciles y ayudarme abrir los ojos para entender la realidad.

AGRADECIMIENTOS

Le estoy muy agradecido a las personas que formaron parte de mi camino universitario porque de ellos aprendí cosas sumamente valiosas que me ayudaron a mejorar como persona

Gracias a la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad de poder estudiar y titularme de Ingeniero Forestal.

Estoy muy agradecido con el agradezco al , Ing. Jorge Luis Cué, Ing. Manolo Carrión, por ayudarme, orientarme y guiarme en mi trabajo de titulación.

También quiero agradecer a personas que estuvieron conmigo en la vida universitaria y me brindaron su apoyo a Smith, Edison, Bryan, Inty, Gaby, Kelly, Cinthya, Lennin, Oscar y Jean Pierre, gracias por la amistad y todo lo que compartimos.

Resumen Ejecutivo

Las semillas de *Juglans neotropica* Diels, presentan una latencia física impuesta por la testa, lo que dificulta la germinación en estado natural. El ensayo tuvo como objetivo estudiar el efecto de los tratamientos pregerminativos en la germinación. Para la investigación se empleó un diseño irrestricto al azar con un arreglo bifactorial, con tres repeticiones. Se aplicaron los siguientes tratamientos: escarificación con lija por 10 min + inmersión en agua oxigenada, por 24 horas (T1), escarificación con lija por 10 min + inmersión en cloro 5% por 24 horas (T2), inmersión en agua durante 5 días + inmersión en agua oxigenada por 24 horas (T3), inmersión en agua durante 5 días + inmersión en cloro al 5% por 24 horas (T4), estratificación en arena fina por 24 horas + inmersión en agua oxigenada por 24 horas (T5), estratificación en arena fina por 24 horas + inmersión en cloro 5% por 24 horas (T6). Se utilizó un sustrato de 50 % tierra negra y 30 % cascarilla de arroz y 20% de pomina. Se evaluó el porcentaje, índice, velocidad y tiempo promedio de germinación hasta los 90 días después de la siembra. Se presentaron diferencias entre todos los tratamientos, siendo el (T3) y (T4) los mejores del ensayo. Se concluye que los tratamientos que consisten en inmersión en agua y después inmersión en los químicos tienen un efecto positivo en la germinación.

Palabras clave: semillas, tratamientos pregerminativos, latencia, testa, inmersión

ABSTRACT

Juglans neotropica Diels seeds have a physical dormancy imposed by the testa, which makes germination difficult in their natural state. The objective of the trial was to study the effect of pregerminative treatments on germination. For the research, an unrestricted randomized design with a bifactor arrangement, with three repetitions, was used. The following treatments were applied: scarification with sandpaper for 10 min + immersion in hydrogen peroxide for 24 hours (T1), scarification with sandpaper for 10 min + immersion in 5% chlorine for 24 hours (T2), immersion in water for 5 days + immersion in oxygenated water for 24 hours (T3), immersion in water for 5 days + immersion in 5% chlorine for 24 hours (T4), stratification in fine sand for 24 hours + immersion in oxygenated water for 24 hours (T5), stratification in fine sand for 24 hours + immersion in 5% chlorine for 24 hours (T6). A substrate of 50% black earth and 30% rice husk and 20% pomina was used. The percentage, index, speed and average time of germination were evaluated up to 90 days after sowing. There were differences between all treatments, with (T3) and (T4) being the best in the trial. It is concluded that treatments that consist of immersion in water and then immersion in chemicals have a positive effect on germination.

keywords: seeds, pre-germination treatments, dormancy, testa, immersion.

LISTA DE SIGLAS

- **INAMHI:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
- **ADEVA:** Análisis de la Varianza
- **ISTA:** Reglas Internacionales para el análisis de semillas.
- **PG:** Porcentaje de germinación
- **IG:** Índice de germinación
- **VG:** Velocidad de germinación
- **TPG:** Tiempo promedio de germinación

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	14
□ Problema de investigación	15
□ Problemática a investigar	15
□ Formulación del problema de investigación	15
□ Justificación	15
□ Objetivos.....	16
□ General.....	16
□ Específicos	16
□ Hipótesis	16
CAPITULO I	17
1. MARCO TEORICO	17
1.1. Semilla	17
□ Tipos de semillas por su conservación.....	17
□ Partes de la semilla	18
□ Calidad de la semilla	18
□ Calidad física	18
□ Calidad genética	19
□ Calidad fisiológica	19
□ Calidad fitosanitaria	19
□ Pureza física	19
□ Contenido de humedad.....	19
□ Peso específico	19
1.2 Germinación	20
□ Tipos de germinación.....	20
□ Fases de germinación	20
□ Poder germinativo.....	21
□ Porcentaje de germinación	21
□ Velocidad de germinación.....	21
□ Índice de germinación	21
□ Tiempo promedio de germinación.....	22
1.3 Latencia	22
□ Tipos de latencia	22
1.4 Tratamientos pregerminativos	23
- Tratamientos pregerminativos físicos	23

o	Inmersión en agua.....	23
o	Estratificación.....	24
o	Escarificación	24
-	Tratamientos pregerminativos químicos	24
o	Hipoclorito de sodio.....	24
o	Peróxido de hidrogeno	25
1.5	<i>Juglans neotropica</i> Diels.....	25
□	Distribución geográfica.....	25
□	Suelo	25
□	Fenología.....	25
□	Descripción Botánica	26
CAPITULO II.....		27
2.	METODOS Y MATERIALES	27
2.1.	Ubicación del lugar	27
2.2.	Características edafoclimáticas del lugar	27
2.2.1.	Suelo	27
2.2.2.Clima	27
2.3.	Materiales, equipos y software	28
2.4.	Metodología	29
2.4.1.	Para las investigaciones experimentales	29
2.4.2.	Recolección de semillas	29
2.4.3.	Ubicación del lugar de la recolección de semillas	30
2.5.	Factores y niveles.....	30
2.6.	Distribución de unidades experimentales	32
2.7.	Análisis estadístico	33
2.8.	Instalación del experimento	33
Objetivo 1:	35
□	Pureza física	35
□	Contenido de humedad.....	35
□	Peso específico	36
Objetivo 2: ‘	36
□	Porcentaje de germinación	36
Velocidad de germinación	36
□	Índice de germinación.....	37

□ Tiempo promedio de germinación.....	37
CAPITULO III	38
3. RESULTADOS Y DISCUSION	38
3.1. Análisis de la calidad de las semillas	38
3.1.1. Pureza.....	38
3.1.3. Peso Especifico.....	39
3.2. Análisis de los tratamientos pregerminativos en semillas de <i>Juglans neotropica</i> 40	
3.2.1. Porcentaje de germinación	40
3.2.2. Velocidad de germinación.....	41
3.2.3. Índice de germinación.....	43
3.2.4. Tiempo promedio de germinación.....	44
CAPITULO V.....	46
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
4.1. Conclusiones	46
4.2. Recomendaciones.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.	28
Tabla 2 Codificación de los tratamientos del estudio	312

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación de cómo se van a ubicar de los tratamientos y sus niveles	33
Figura 2 Porcentaje de germinación en semillas de nogal a los 90 días.	42
Figura 3 Velocidad de germinación de los 7 tratamientos en las semillas de nogal	44
Figura 4 El grafico muestra los índices de germinación de cada tratamiento	45
Figura 5 Tiempos promedios de germinación de los siete tratamientos en semillas de nogal.....	46

INTRODUCCION

Las semillas de algunas especies forestales nativas son de difícil propagación natural, presentando una testa dura y gruesa, lo que complica empezar con los procesos de regeneración natural en los bosques andinos (Restrepo, 2007).

El *Juglans neotropica* es una de las especies más representativa de la provincia de Imbabura, muy apetecida por los escultores de madera en San Antonio de Ibarra debido a su color, dureza, olor y su trabajabilidad, también se utiliza para la decoración de parques, jardines en sistemas agroforestales y linderos (Toro & Roldan, 2018). Las semillas de nogal presentan una baja capacidad germinativa y una latencia profunda, debido a que posee una testa dura lo que muestra que no es apta para la sucesión vegetal. Con la implementación de tratamientos pregerminativos se pretende romper la latencia física impuesta por la testa de la semilla con el objetivo de encontrar un tratamiento pregerminativo físico y químico que ayuden a provocar una rápida germinación (Lozano, 2015) .

En diferentes investigaciones se aplicaron tratamientos pregerminativos físicos y químicos mostrando excelentes resultados en la germinación de nogal, porque estimulan la maduración del embrión acelerando su ciclo biológico, con la finalidad de potenciar el poder germinativo de las semillas y reducir los tiempos de germinación.

- **Problema de investigación**

- **Problemática a investigar**

Las especies forestales nativas son de difícil propagación natural en campo por las características del epicarpio, lo que limita procesos de regeneración natural en los bosques andinos. Las semillas de *Juglans neotropica* presentan una baja capacidad germinativa y latencia profunda, lo que muestra que no es apta para la sucesión vegetal, con la implementación de tratamientos pregerminativos se pretende romper la latencia de las semillas provocando una rápida germinación del fruto.

- **Formulación del problema de investigación**

Las semillas del *Juglans neotropica* presentan una latencia física impuesta por la testa, lo que dificulta la germinación en estado natural además no se existe suficiente información del efecto de tratamientos pregerminativos físicos y químicos combinados en la germinación.

- **Justificación**

En la presente investigación se optará por combinar tratamientos pregerminativos físicos y químicos para activar la maduración del embrión acelerando su ciclo biológico, con la finalidad de potenciar el poder germinativo de las semillas y reducir los tiempos de germinación. Los tratamientos pregerminativos buscarán estimular el embrión para la salida de la plúmula, además se evaluará cual es el mejor tratamiento y como puede ayudar a futuras investigaciones de propagación sexual.

La demanda de madera de *Juglans neotropica* por parte de las empresas es muy alta, la buscan por su densidad, dureza y trabajabilidad para la elaboración de muebles y esculturas. En muchas partes de la provincia de Imbabura se puede encontrar de manera natural, en linderas, sistemas agroforestales y plantaciones.

Los viveros buscan producir plántulas de manera más rápida y reducir costos, por lo cual deben optar por prácticas que ayuden a este fin, en muchas empresas se usan diferentes tratamientos pregerminativos para acelerar la germinación de las plantas y aumentar el poder germinativo con el fin de abastecer a todo el mercado.

La información del proyecto de investigación servirá para la germinación de *Juglans neotropica* a todas las personas que estén interesadas en la producción de manera comercial y ornamental, también ayudará para el cumplimiento de planes y programas forestales de las especies nativas más importantes del callejón interandino.

- **Objetivos**

- General

Evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativos físicos y químicos en la germinación de *Juglans neotropica*.

- Específicos

- Determinar la calidad de las semillas de *Juglans neotropica* bajo criterios internacionales de normas (ISTA).
- Identificar el mejor tratamiento pregerminativo físico y químico para la germinación de *Juglans neotropica*.

- **Hipótesis**

Ho: Los tratamientos pregerminativos estudiados no influyen de manera significativa en el proceso de germinación de las plántulas de *Juglans neotropica*.

Ha: Al menos uno de los tratamientos pregerminativos estudiados influye de manera significativa en el proceso de germinación de las plántulas de *Juglans neotropica*.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1.Semilla

Es la parte del fruto que guarda el material genético de la mayoría de las plantas terrestres, es el principal órgano de reproducción y tiene como función la renovación, dispersión, perpetuación de la especie, regeneración de los bosques y sucesión biológica (Courtis, 2013).

La semilla se desarrolla mediante la interacción con algunos factores externos como son: la humedad, temperatura, suelo y clima. Por tal motivo se activan diferentes características fisiológicas y bioquímicas dentro de la semilla donde contiene (proteínas, carbohidratos y lípidos) que brindan las condiciones necesarias para la germinación (Rosseti, 2014).

- **Tipos de semillas por su conservación**

- **Semillas ortodoxas**

Son semillas que poseen características fisiológicas para ser secadas y soportar contenidos de humedad entre 5 a 10% sin presentar daños en el tejido embrionario, pueden permanecer viables por varios años si son conservadas en de manera adecuada (Romero et al ., 2016).

- **Semillas recalcitrantes**

Son semillas que pierden rápidamente su viabilidad por tal motivo no pueden ser conservadas en contenidos de humedad por debajo del 30 a 35% porque el tejido embrionario presentaría daños y no sería factible la germinación de la especie. Lo mejor para la propagación de las semillas es sembrarlas inmediatamente después de su recolección (Romero et al ., 2016).

- **Partes de la semilla**

- **Embrion**

Es la parte central de la semilla que está unido por dos cotiledones, la parte de encima es el epicolito que se encarga de formar las hojas. La parte inferior se llama hipocótilo es la zona intermedia entre el tallo y la raíz (Troiani et al ., 2017).

- **Endospermo**

Es el tejido que guarda todos los nutrientes que se encuentran cubriendo el embrión. Se considera un tejido de reserva que se encarga de brindar nutrientes en las primeras fases de desarrollo de la planta (Mejias, 2018).

- **Epispermo**

Es la cubierta protectora encargada de preservar y cuidar la semilla de la desecación y lesiones mecánicas que pueden ser causadas por cualquier agente externo, algunas semillas pueden sufrir cambios en su estructura para la dispersión, como la aparición de pelos y alas (Troiani et al ., 2017).

- **Calidad de la semilla**

Son un conjunto de características físicas, genéticas, fisiológicas y fitosanitarias deseables, que buscan encontrar los mejores atributos en las semillas para la siembra (Farras, 2010).

- **Calidad física**

Es la evaluación del grado de pureza física presente en la parte externa de la semilla, es decir se inspecciona la presencia de: materiales inertes, insectos, semillas de otras especies o restos en descomposiciones (Valenzuela et al ., 2016).

- **Calidad genética**

Consiste en evaluar la estabilidad del genotipo y su perpetuidad a lo largo del tiempo, buscando prevenir la degeneración de las semillas, para así proteger las características genéticas (Farras, 2010).

- **Calidad fisiológica**

Es la facultad que tiene la semilla para germinar, emerger y producir una nueva planta, el momento de madurez cuando se presenta la máxima viabilidad, después su metabolismo se reduce y comienza a envejecer. (Valenzuela et al ., 2016)

- **Calidad fitosanitaria**

Es la evaluación de la presencia de microorganismos patógenos causantes de la pérdida de la viabilidad y enfermedades. (Farras, 2010)

- **Pureza física**

Es el estado de la semilla, después de haber realizado una limpieza de las impurezas que se encuentran en la testa (FAO, 2019).

- **Contenido de humedad**

Es el tamaño que expresa la cantidad de agua de un material sólido y se puede expresar en términos de una masa seca y una masa húmeda (Martinez et al ., 2010).

- **Peso específico**

Es la relación que existe entre el peso y el volumen que ocupa un cuerpo en el espacio (Lopez, 2013).

1.2 Germinación

Es un proceso que empieza cuando el agua entra a la semilla, después de haberse hidratado comienza a aumentar su actividad metabólica en el embrión, después se abren las cubiertas seminales y empieza aparecer la radícula para posteriormente emerger del suelo e iniciar la respiración de la planta (Pita et al ., 2009).

- **Tipos de germinación**

- **Germinación hipogea**

Los cotiledones quedan enterrados en el suelo, debido a esto el hipocótilo presenta un crecimiento casi nulo, después el epicolito se alarga y emerge del suelo mostrando en las primeras hojas verdaderas, órganos encargados de comenzar el proceso fotosintético (Jhade, 2019).

- **Germinación epigea**

Los cotiledones emergen del suelo, debido a que presentan un alargamiento y elevación del hipocótilo, después se transforman en órganos fotosintéticos como si fueran hojas. Finalmente se desarrolla el epicotíleo para dar origen a las hojas verdaderas (Jhade, 2019).

- **Fases de germinación**

- **Fase de hidratación**

Es el proceso de absorción de agua por parte de la semilla madura, esto sucede por diferencias de potencial hídrico entre el ambiente y la semilla, dependerá del tipo de semilla (tamaño, peso, permeabilidad de la cubierta seminal, cantidad de sustratos hidratables, toma de oxígeno, etc.) cuantos días necesite hidratarse y de las condiciones externas (Matilla, 2013).

– **Fase de germinación**

Después de la fase de absorción de agua, la semilla comienza a activar diferentes procesos metabólicos de biotransformación dando lugar a la absorción de macromoléculas de reserva, en moléculas solubles mucho más sencillas y accesibles al embrión (Morales et al ., 2017).

– **Fase de crecimiento**

Es la última fase que se caracteriza por el aumento en la actividad metabólica y la actividad respiratorio. Se conoce como la emergencia de la radícula, acción donde el eje embrionario atraviesa los tejidos envolventes, marcando así el fin de la germinación y comenzado en crecimiento de la plántula (Matilla, 2013).

• **Poder germinativo**

Es la capacidad que tiene el embrión para poder iniciar su crecimiento y producir un nuevo individuo, solo sucede si las condiciones ambientales favorables, la mayoría de las semillas consiguen su poder germinativo después de la fertilización (Canales et al ., 2020).

• **Porcentaje de germinación**

Es la relación que existe entre el número de semillas germinadas con respecto al número de semillas sembradas (Gonzales et al ., 1996).

• **Velocidad de germinación**

Es la relación entre el número de semillas germinadas y el tiempo de germinación (Gonzales et al ., 1996).

• **Índice de germinación**

Proporciona una medida del tiempo de necesitan para germinar las semillas con relación a la capacidad de germinación (Gonzales et al ., 1996).

- **Tiempo promedio de germinación**

Es un indicador del tiempo promedio de germinación que necesitan las semillas para germinar (Gonzales et al ., 1996).

1.3 Latencia

Es la capacidad que tiene una semilla para germinar, manteniendo su viabilidad bajo condiciones óptimas de temperatura y humedad impuesta por la cubierta seminal. La última cumple funciones muy importantes como son: regular la absorción de agua, intercambio gaseoso, ser una barrera contra el ataque de patógenos y facilita los procesos químicos dentro del embrión (Hernández et al ., 2021).

- **Tipos de latencia**

- **Latencia fisiológica**

Es la más común de las plantas que el embrión le falta algún nutriente para poder germinar, mantiene sus procesos metabólicos intactos esperando las condiciones óptimas para empezar la emergencia también se caracteriza por el efecto que causan ciertos unos inhibidores fisiológicos de la semilla como el ABA (Acido abscísico) entre otros que faltan para empezar el proceso de inhibición (Baskin, 2014).

- **Latencia física**

Es impuesta por la testa o las capas impermeables presentes en la cubierta seminal de la semilla. Se puede romper esta condición impuesta por el fruto con tratamientos pregerminativos que ayudan a ablandar la testa y comenzar con el proceso de germinación (Baskin, 2014).

- **Latencia morfológica**

Este tipo de dormancia ocurre cuando el embrión no alcanza la madurez necesaria para poder germinar, no obstante, los cotiledones el hipocótilo y la radícula ya están

formados, pero no presentan un estado de maduración en sus órganos para poder germinar. (Delva, 2016).

1.4 Tratamientos pregerminativos

Son técnicas utilizadas en la agricultura para romper la latencia de las semillas, buscando que se activen sus procesos metabólicos que ocurren dentro del embrión y tengan la capacidad de germinar cuando también las condiciones ambientales sean favorables en: temperatura, luz agua y humedad (Ponce, 2017)

Los tratamientos pregerminativos tiene como objetivo agrietar, desgastar, debilitar la testa de la semilla, además aumentar el número de poros germinativos. El embrión es capaz de percibir si las condiciones ambientales son favorables para empezar procesos metabólicos y comenzar el proceso de germinación (Urbina et al ., 2015).

- Tratamientos pregerminativos físicos

Son técnicas empleadas directamente en la semilla, mediante una acción mecánica ejercida en la cubierta, con el objetivo de ablandar, rasgar o debilitar la testa con el fin de generar permeabilidad con el ambiente, sin dañar el embrión. También se utilizan los tratamientos pregerminativos para mejorar el intercambio de oxígeno y humedad del embrión con el ambiente (Solano, 2020).

o Inmersión en agua

Es la técnica más utiliza para romper la latencia física, consiste en dejar reposar en agua fría o caliente durante un determinado tiempo con la finalidad de ablandar la testa de la semilla y estimular el embrión para que entre en la primera fase de la germinación (González et al ., 2014).

- **Estratificación**

Consiste en exponer a las semillas a sol durante un determinado tiempo dejarlas reposar en arena, turba, tierra o vermiculita con la finalidad que capturen el calor y estimulen el embrión (De La Cruz Castillo et al ., 2013).

- **Escarificación**

Consiste en aplicar rozamiento con algún solido que pueden ser (lija, piedra entre otros) en la superficie, buscando debilitar la testa de la semilla y se produzca una permeabilidad con el ambiente (Charuc, 2016).

- **Tratamientos pregerminativos químicos**

Son procedimientos encargados de eliminar los microorganismos externos, ayudando ablandar la testa de la semilla, facilitando que pueda romperse para comenzar el proceso de germinación. Los químicos se encargan del ablandamiento de la semilla aumentando los poros germinativos. Este tipo de técnicas consiste en sumergir las semillas por determinado tiempo con la finalidad que el reactivo actúe escarificando la parte externa de la testa (Almeida Guevara, 2020).

- **Hipoclorito de sodio**

Es un compuesto oxidante que se utiliza como agente blanqueador también como desinfectante de superficies, Se usa principalmente de forma domestica. Entre sus propiedades incluyen una rápida acción ante actividad antimicrobiana. Para su uso en tratamientos pregerminativos ayuda a eliminar la barrera de microorganismos que se encuentran en la testa de la semilla, destapando los poros germinativos (Zeberino et al ., 2020).

- **Peróxido de hidrogeno**

Es un agente oxidante y blanqueador que se utiliza como desinfectante de heridas y superficies (Zeberino et al ., 2020).

Se emplea en los tratamientos germinativos con el objetivo de retirar el resto de materia orgánica, eliminando todos los microorganismos presentes y algunos ácidos que se encuentran unidos a las semillas (Pincay et al ., 2021).

1.5 *Juglans neotropica* Diels

- **Distribución geográfica**

El nogal se distribuye en algunos lugares de America del sur especialmente en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (Azas Azogue, 2016). Se encuentra de manera natural en la región interandina, en los valles y las estribaciones de la cordillera de los andes entre 1800 m y 2800 m de altitud. En Imbabura se puede encontrar sistemas agroforestales, linderos y como arboles ornamentales en todos los cantones (Toro & Roldan, 2018).

- **Suelo**

Se adapta a suelos profundos, permeables con una textura de franco a franco arenosa y con una buena capacidad de acumulación de agua. Su pH puede ser de neutro a acido en un rango de 6.5 a 7.5, un contenido de materia orgánica de 1.2 1 2% y arcilla de 18 y 25% (Chusquillo, 2014).

- **Fenología**

Es una especie caducifolia que presenta un ciclo fenológico determinado por las condiciones climáticas, en temperaturas invernales disminuye su actividad metabólica significativamente (Bianchi, 2010). Las hojas se presentan en casi todo el año menos en septiembre, las flores solo aparecen el en mes de octubre (Rojas & Torres, 2008). Los

frutos verdes aparecen desde el mes de enero, después sufren una de maduración lenta hasta agosto y de octubre a diciembre se tornan de un color pardo oscuro (Lozano, 2015).

- **Descripción Botánica**

El nogal en su ambiente natural puede alcanzar hasta los 30 m de altura (Albán, 2015). Posee un sistema radicular muy desarrollado, formado por una raíz principal pivotante, llegando alcanzar hasta los 4 metros de profundidad (Tapia, 2017). El nogal es una especie leñosa que posee un fuste cilíndrico, recto que es capaz de superar el metro de diámetro, se encuentra cubierto por una corteza externa fisurada de color gris plateado o pardo grisáceo y la corteza interna es fibrosa de color castaño claro (Vilanova et al ., 2018). Posee hojas compuestas alternas e imparipinadas, ubicadas al final de las ramas, su tamaño varía entre 20 a 60 cm de largo y 18 a 30 cm de ancho (Lozano, 2015). Presenta una panícula de 5 a 30 cm de largo axilar o terminal de color verde claro a rojizo. La inflorescencia está sobre un eje cilíndrico, escamoso, que lleva flores anaranjadas y amarillas, en corimbos espigados (Cornejo, 2022). Su fruto es una drupa carnosa que posee una sola semilla de forma ovalada a redonda, su tamaño varía entre 6 a 9 cm de longitud y de 4 a 6 cm de diámetro. Tiene una testa dura y gruesa con fisuradas, en estado de inmadurez es de color verde, su pericarpio es de apariencia carnosa y consistencia fibrosa (Esperanza, 2021).

CAPITULO II

METODOS Y MATERIALES

2.1.Ubicación del lugar

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en dos lugares: el Campus Forestal Yuyucocha ubicado en la parroquia de Caranqui ($0^{\circ}21'24''$ N - $78^{\circ}07'18''$ W, 2256 m.s.n.m.) y en el laboratorio de biotecnología situado en la parroquia el Sagrario ($0^{\circ}34'69''$ N - $78^{\circ}11'38''$ W, 2246 m.s.n.m.) de la Universidad Técnica del Norte en la ciudad de Ibarra perteneciente a la provincia de Imbabura.

2.2.Características edafoclimáticas del lugar

2.2.1. Suelo

Los suelos que presenta el cantón San Miguel de Ibarra son con textura media a gruesa, según la clasificación de suelos son de orden molisol y suborden ultisol (Sistema Nacional de Información[SNI], 2014)

La textura de los suelos de Ibarra es arcillo-arenosa y tiene una coloración rojiza con estructura granular lo que es idóneo para algunos tipos de cultivos (Morillo, 2018).

2.2.2. Clima

El cantón San Miguel de Ibarra presenta una temperatura promedio anual de 16.3°C y un valor pluviométrico medio anual de 623 mm, siendo los meses de mayor pluviosidad en febrero con 114,3mm y noviembre con 97,9 mm. El centro poblado presenta un clima templado con una temperatura media aproximada de 18°C y una pluviosidad de 635 mm (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología[INAMHI], 2020).

2.3. Materiales, equipos y software

Tabla 1

Materiales, equipos y software que se empleó en la investigación.

Materiales	Equipos	Software
Tijera podadora	Laptop	Microsoft (Power Point, Excel, Word)
Semillas	GPS	Software ArcGIS 10.8
Funda de polietileno	Horno de secado	InfoStat
Cloro clean		
Agua oxigenada	Balanza digital	
lija grano 80	Calculadora científica	
Pala		
Caretilla		
Libreta de campo		
Azadón		
Sarán		
Estacas		
Agua		
Estufa		
Sustrato		
Manguera		

2.4. Metodología

2.4.1. Para las investigaciones experimentales

La investigación se realizó bajo un Diseño Irrestricto al Azar (DIA) con un arreglo bifactorial A x B + 1 presente en el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad \text{Ec.1}$$

μ = es el efecto medio global.

α_i = es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A.

β_j = el efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor A y el nivel j del factor B.

ϵ_{ijk} = el efecto del error aleatorio.

2.4.2. Recolección de semillas

La recolección de semillas se realizó directamente del árbol con una tijera aérea para evitar el deterioro por agentes externos físicos y biológicos. Para la recolección de las semillas se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- a. Árbol recto, de buena conformación
- b. Altura entre 10m a 20m y diámetro superior a los 10 cm
- c. No presentar bifurcaciones, si presenta que sean mínimas o escasas.

- d. Debe estar libre de ataques de hongos o insectos o presentar una buena tolerancia a enfermedades, deficiencias y plagas
- e. No debe presentar daños o heridas
- f. Los individuos deben tener una apropiada forma y tamaño de copa, ya que de ellos se extraerán las semillas.
- g. No deben ser arboles de edad inferior a los 9 años
- h. Se deben recolectar como mínimo de 5 a 12 árboles con características sobresaliente.

2.4.3. Ubicación del lugar de la recolección de semillas

Las semillas fueron recolectadas en el barrio de Chorlaví perteneciente a la parroquia de San Antonio de Ibarra en la provincia de Imbabura.

2.5. Factores y niveles

Factor A: tratamientos pregerminativos físicos

A1: Escarificación mecánica en el ápice de la semilla (Lija No 80, por 10 min)

A2: Inmersión en agua (durante 5 días)

A3: Dejar reposar en sol y arena fina (durante 24 horas)

Factor B: tratamientos pregerminativos químicos

B1: Inmersión en peróxido de hidrógeno (H_2O_2 , por 24 horas)

B2: Inmersión en hipoclorito de sodio ($NaClO$, al 5% por 24 horas).

Tabla 2*Codificación de los tratamientos del estudio*

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1+B1	Escarificación mecánica (Lija No 80, por 10 min) + Inmersión del peróxido de hidrogeno (H_2O_2 , por 24 horas)
T2	A1+B2	Escarificación mecánica (Lija No 80, por 10 min) + Inmersión en hipoclorito de sodio ($NaClO$, al 5% por 24 horas)
T3	A2+B1	Inmersión en agua (durante 5 días) + Inmersión del peróxido de hidrogeno (H_2O_2 , por 24 horas)
T4	A2+B2	Inmersión en agua (durante 5 días) + Inmersión en hipoclorito de sodio ($NaClO$, al 5% por 24 horas)
T5	A3+B1	Estratificación en arena fina por 24 horas + Inmersión del peróxido de hidrógeno (H_2O_2 , por 24 horas)
T6	A3+B2	Estratificación en arena fina por 24 horas + Inmersión en hipoclorito de sodio ($NaClO$, al 5% por 24 horas)
T7	Testigo	Sin tratamiento

Número total de tratamientos: 7

Numero de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 21

Número de semillas por unidad experimental: 25 semillas.

2.6. Distribución de unidades experimentales

En la investigación se empleó un diseño irrestricto al azar, que cuenta con siete tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental constó de 25 semillas, para realizar el ensayo se necesitó un total de 525 semillas y los tratamientos fueron distribuidos de forma aleatoria como se muestra en la figura a continuación:

Figura 1

Representación de cómo se van a ubicar de los tratamientos y sus niveles

Repetición I	Interacciones	Tratamientos
T7	A1+B1	T1
T1	A2+B1	T2
T5	A3+B1	T3
T6	A1+B2	T4
T3	A2+B2	T5
T4	A3+B2	T6
T2	Testigo	T7
Repetición II		
T4		
T3		
T1		
T7		
T2		
T5		
T6		
Repetición III		

T5
T1
T4
T6
T3
T2
T7

Nota: El gráfico muestra la ubicación de los tratamientos en la platabanda, sus repeticiones y niveles.

2.7. Análisis estadístico

Para evaluar las variables cuantitativas del experimento, se analizó de manera estadística mediante un ADEVA con un nivel de significancia del 0.05, previamente se validó con una prueba de normalidad de Shapiro-Wilks y una prueba de homocedasticidad de Levene con un nivel de significancia de 0.05, en caso de no cumplir los supuestos paramétricos, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Después de haber realizado las pruebas respectivas, si se evidencia que existen diferencias significativas se procederá aplicar una prueba de Dunnett para determinar cuáles tratamientos presentan los mejores resultados.

2.8. Instalación del experimento

- Primero se comenzó limpiando el aérea donde se instaló el experimento en el Campus Yuyucocha en la parroquia de Caranqui del cantón Ibarra.
- Preparación del sustrato, a base de arena, tierra negra y cascarilla de arroz, para llenar fundas de polietileno con dimensión de 15,24 x 20,32 cm.

- Recolección de las semillas de nogal de 10 a 15 árboles que presenten madurez en el fruto.
- Evaluación de las semillas de nogal cumpliendo con el primer objetivo de la investigación bajo la normativa ITSA (Cálculo de pureza física, peso específico, contenido de humedad).
- Con base a las 525 semillas recolectadas se procedió a realizar cada tratamiento.
- Aplicación de tratamientos pregerminativos físico:
 - ✓ El tratamiento A1, consto de limado del ápice de la nuez de 75 semillas con lija de grano 80 durante 10 minutos.
 - ✓ El tratamiento A2, consto de inmersión de 75 semillas en agua durante 5 días.
 - ✓ El tratamiento A3, se trata de dejar 75 semillas en arena durante el sol por 24 horas un día antes de la siembra, la arena se ubicó en un contenedor de metal que ayudo a la concentración de calor y la nuez será cubierta hasta la mitad.
- Aplicación de tratamientos pregerminativos químicos.
 - ✓ El tratamiento B1, se trató de dejar reposar en Hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% durante 24 horas.
 - ✓ El tratamiento B2, consistió en dejar reposar las semillas en Peróxido de hidrogeno (H_2O_2) durante 24 horas.
- En el tratamiento C, es el testigo no se debe realizar nada.
- Sembrar las semillas de nogal con respecto a la distribución de unidades experimentales.

- Realizar el seguimiento de cada uno de los tratamientos combinados, limpieza de malezas, riego y se va a tener en cuenta todas las variables que se va a estudiar tomando datos todos los días.
- Obtención de los datos de germinación en base al seguimiento respectivo durante los tres meses posteriores a la siembra
- Análisis de los resultados mediante el programa estadístico InfoStat.
- Evaluar cuál es la mejor combinación de tratamientos mediante los resultados.
- Elaborar los resultados y discutir cuál es el mejor tratamiento pregerminativo.

Objetivo 1:

- **Pureza física**

Para obtener el porcentaje de pureza se realizó las mediciones en el laboratorio de biotecnología vegetal ubicado en el Campus San Vicente de Paul, donde se empleó una balanza de precisión. Se tomó el peso de 25 semillas con cuatro repeticiones en estado natural, después se procedió a eliminar todas las impurezas de manera manual, posteriormente se pesó las 25 semillas con cuatro repeticiones en estado puro, para obtener el segundo dato y después se aplicó la siguiente formula:

$$\% \text{ Pureza} = \frac{\text{Peso total de la semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100 \quad \text{Ec.2}$$

- **Contenido de humedad**

El dato de contenido de humedad se lo consiguió empleando una balanza digital de precisión del laboratorio de biotecnología vegetal ubicado en el Campus San Vicente de Paul. Después de calcular el peso inicial de las 25 semillas en cuatro repeticiones, se procedió a dejar en el horno de secado a una temperatura constante de 80°C durante 72 horas, después se pesó las 25 semillas en cuatro repeticiones para determinar el peso. Para obtener el porcentaje de humedad de las semillas se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Contenido Humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad \text{Ec. 3}$$

- **Peso específico**

Para el cálculo se tomó cuatro repeticiones de 25 semillas limpias, se pesó por cada repetición para posteriormente dividir por el número de muestras.

$$\bar{X} = \frac{\Sigma \text{Peso total de semillas limpias (g)}}{\text{Número de muestras}}$$

Ec. 4

\bar{X} : peso promedio de 75 semillas

Peso específico de 100 semillas

$$Pe = \frac{\bar{X} \times 100}{75} \quad \text{Ec. 4}$$

Número de semillas por kilogramo:

$$\text{Semillas por kg} = \frac{100 \times 1000}{\text{Peso de 100 semillas (g)}} \quad \text{Ec. 5}$$

Objetivo 2: ‘

- **Porcentaje de germinación**

Se comenzó con la toma de datos los días 30 posteriores de la siembra, donde se registró la emergencia de la semilla hasta los tres meses después, luego se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{numero de semillas germinadas}}{\text{numero de semillas sembradas}} \times 100 \quad \text{Ec.6}$$

(Gonzalez Zertuche & Orozco Segovia, 1996)

Velocidad de germinación

Para la obtención de esta variable se tomó datos todos los días, después de la siembra contando el número de semillas germinadas y el día que germinan, para posteriormente aplicar la siguiente fórmula a continuación:

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right) \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

M= velocidad de germinación

n_i= número de semillas germinadas el día i.

t= tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

(Gonzalez Zertuche & Orozco Segovia, 1996)

- **Índice de germinación**

Para la obtención de la variable se tomó datos todos los días y contando el número de semillas germinadas, los días después de la siembra, después se aplicará la formula a continuación:

$$IG = \frac{\sum(n_i t_i)}{N} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

IG= índice de germinación

n_i= número de semillas germinadas el día i.

t_i= número de días después de la siembra.

N= total de semillas sembradas. (Gonzalez Zertuche & Orozco Segovia, 1996)

- **Tiempo promedio de germinación**

Para la obtención de la variable se va a realizar un seguimiento del experimento tomando el tiempo desde que la primera semilla germinada hasta la última por cada tratamiento, después se aplicara la formula a continuación:

$$T = \frac{\sum(n_i t_i)}{\sum n_i} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

t_i: número de días después de la siembra

n_i: número de semillas germinadas. (Gonzalez Zertuche & Orozco Segovia, 1996)

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Análisis de la calidad de las semillas

- **Pureza**

El porcentaje de pureza en las semillas de nogal evaluadas en la investigación fue de 87%, siendo la submuestra N3 la más representativa con 91,30% sobresaliendo al resto, el valor más bajo fue presentado por la submuestra N2 con 80,20%. En los estudios realizados por (Ospina et al., 2003), con *Juglans neotropica* se muestra rangos de pureza entre 86,78% y 96,98%, lo cual se está de acuerdo con lo obtenido en el ensayo.

En la investigación realizada por (Herrera, 2016) en la provincia de Loja se obtuvo un 88,24% pureza en semillas de *Juglans neotropica* mostrando un valor cercano al encontrado en la investigación.

Las semillas evaluadas, fueron recolectadas de árboles con alturas superiores a los nueve metros, también presentaron buen estado fitosanitario y maduración en el fruto. La pureza física depende de las características ya mencionadas como señalo (Cevallos & Lopez, 2007), también se presume que la edad del árbol es otro factor fundamental para tener un buen porcentaje de pureza como menciona (Hurtado et al., 2020).

- **Contenido de humedad**

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que las semillas de nogal después de 72 horas a 80°C presentaron un contenido de humedad del 18%, con un peso inicial de 707g posteriormente se volvió a pesar y se obtuvo un peso final de 578g.

Las semillas de *Juglans neotropica* presentaron un valor diferente en el contenido de humedad, al presentado por (Gómez et al., 2013) que fue del 16%, sin embargo, el resultado coincide con (Cevallos & Lopez, 2007) que reportan rangos 12 al 25% en el contenido de humedad.

La variación que presentan las semillas de *Juglans neotropica* en el contenido de humedad, depende del sitio de recolección y de la maduración del fruto como mencionó (Ospina Penagos et al ., 2003). También existen otros factores que influyen directamente como son: la altura, edad y estado fitosanitario. En el ensayo realizado se recolecto semillas de árboles que presentaron una altura superior a los 9 metros, lo que indica que el contenido de humedad es aceptable a lo comparado con otras investigaciones.

- **Peso Especifico**

El peso específico en una semilla de *Juglans neotropica* fue de 12,22 g por unidad. En la investigación realizada por (Septimo, 2020) se obtuvo un peso de 25g por unidad, donde se observó que, si existen diferencias significativas con lo presentado en el ensayo. En el ensayo realizado por (Fonseca Cevallos et al ., 2023) se obtuvo un peso promedio de 16,6 g por unidad.

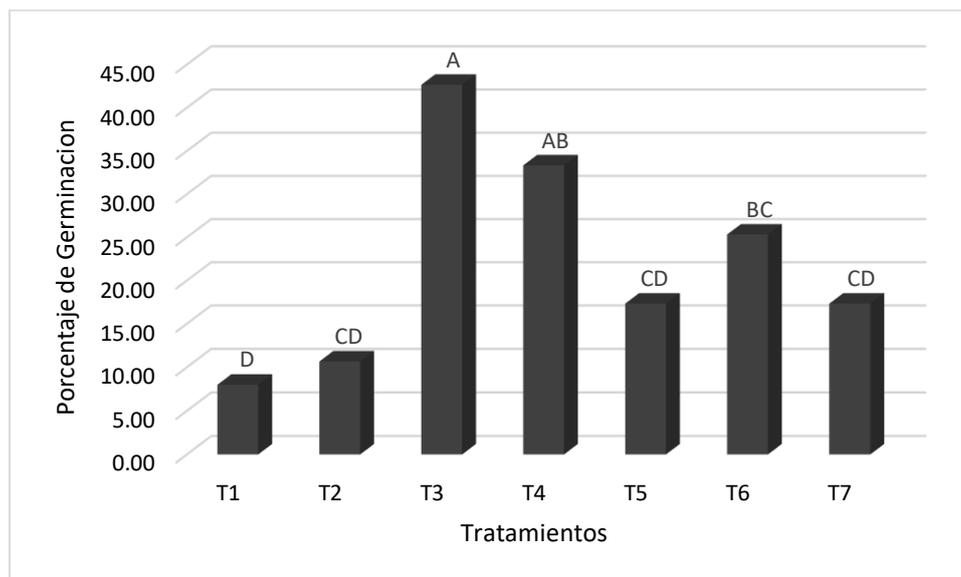
Las semillas evaluadas en la investigación mostraron un peso promedio similar al obtenido por (Fonseca Cevallos et al ., 2023), sin embargo, el número de semillas por un kilogramo encontrados en el ensayo es igual al obtenido por (Septimo, 2020), dónde se asume que las condiciones que fructifica el *Juglans neotropica* son diferentes.

3.2. Análisis de los tratamientos pregerminativos en semillas de *Juglans neotropica*

3.2.1. Porcentaje de germinación

Figura 5

*Porcentaje de germinación en semillas de *Juglans neotropica* a los 90 días.*



Nota: Letras iguales no presentan diferencias significativas del 0,05

T1: 10 min lija 80, 24 h H₂O₂, **T2:** 10 min lija 80, 24 h NaClO, **T3:** 5 días en agua, 24 h H₂O₂, **T4:** 5 días en agua, 24 h NaClO, **T5:** 24 h en sol, 24 h H₂O₂, **T6:** 24 h en sol, 24 h NaClO, **T7:** Testigo

Los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas en la germinación de *Juglans neotropica* con respecto al testigo después de los 90 días, se observó que los mejores tratamientos fueron: T3 (inmersión en agua + inmersión en agua oxigenada) y T4 (inmersión en agua + inmersión en cloro), sin embargo el que sobresale es el primero con un porcentaje de 42,66%, por el contrario el que presentó el peor comportamiento fue T1 (escarificación con lija N80 + inmersión en agua oxigenada) con 6,67%, el resto de los tratamientos presentan valores en este rango.

En la investigación que realizó (Ramírez et al., 2022) se obtuvo un porcentaje de germinación del 80%, en el tratamiento inmersión en agua corriente durante 5 días siendo el mejor del ensayo. Como nos señala (Maldonado, 2023) el mejor tratamiento de su

investigación fue el T2 solarización durante 72 horas teniendo como resultado un 60% de germinación.

El comportamiento de los tratamientos T1 y T2 que consisten en escarificación manual con lija de grano 80 produjo un desgaste en la testa, lo que originó que el químico entre al interior de la semilla y dañe del embrión. Como menciona (Mancera et al ., 2020) “El desgaste de la testa en la semilla de manera directa sobre la calidad física puede ocasionar la pérdida o inestabilidad de diversos componentes celulares”.

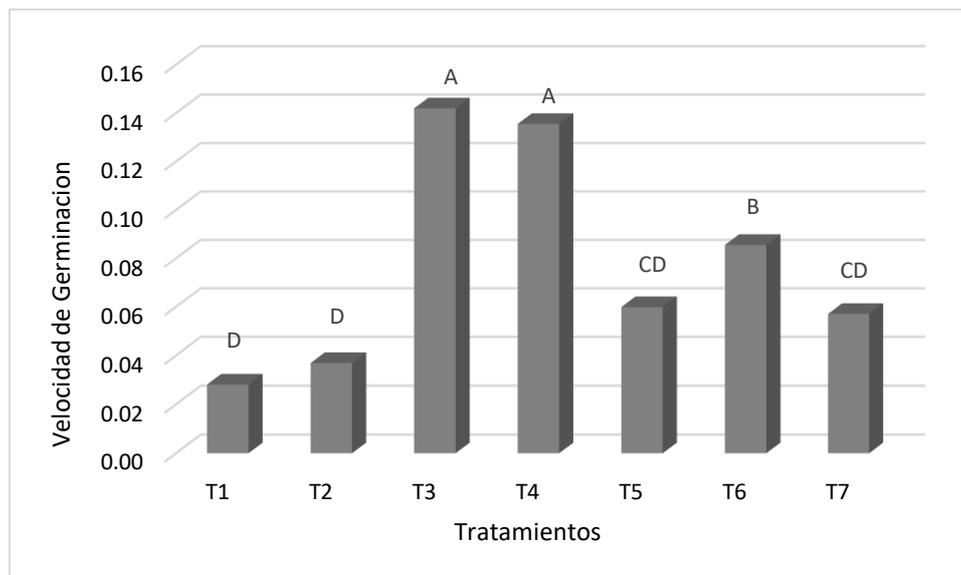
Los tratamientos aplicados tenían como objetivo estimular la primera fase de la germinación (inhibición), el cual consiste en ablandar la testa de la semilla con la finalidad el agua pueda entrar más fácil y de paso a diferentes procesos metabólicos, acelerando la biotransformación de macromoléculas hasta la germinación de la semilla. También se observó que los tratamientos por escarificación y estratificación presentaron menores porcentajes de germinación en comparación a los que consistieron en inmersión en agua.

En el ensayo realizado, se presentan diferencias con respecto a los resultados obtenidos por (Ramirez et al ., 2022) y (Maldonado, 2023), donde los tratamientos pregerminativos lograron romper la latencia física impuesta por la testa de la semilla, después tenían como objetivo estimular el embrión con el intercambio de agua y gases con respecto al entorno. La diferencia en el porcentaje de germinación, con respecto al ensayo realizado, se puede deber al momento de aplicar el químico, se concluye pudo haber entrado al embrión de algunas semillas y afectar su viabilidad.

3.2.2. Velocidad de germinación

Figura 6

Velocidad de germinación de los tratamientos en las semillas de Juglans neotropica a los 90 días.



Nota: Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas al 0,05.

T1: 10 min lija 80, 24 h H₂O₂, **T2:** 10 min lija 80, 24 h NaClO, **T3:** 5 días en agua, 24 h H₂O₂, **T4:** 5 días en agua, 24 h NaClO, **T5:** 24 h en sol, 24 h H₂O₂, **T6:** 24 h en sol, 24 h NaClO, **T7:** Testigo.

Los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas, en la velocidad de germinación con respecto al testigo después de 90 días de la siembra, siendo el T3 y T4 los mejores del ensayo con 0,14, finalmente se observó que el tratamiento T1 presentó el menor valor en el ensayo con 0,09 siendo el inferior a todos.

En la investigación realizada por (Ramos, 2023), nos indica que el mejor tratamiento fue (lijadura de la testa) con 0,32 en la velocidad de germinación en semillas de *Juglans neotropica*, mostrando un valor más alto al presente ensayo. En la investigación realizada por (Pedraza, 2002) en semillas de *Juglans pyriformis* la velocidad de germinación fue 0,50, igualmente mostrando un valor superior al obtenido en la investigación realizada.

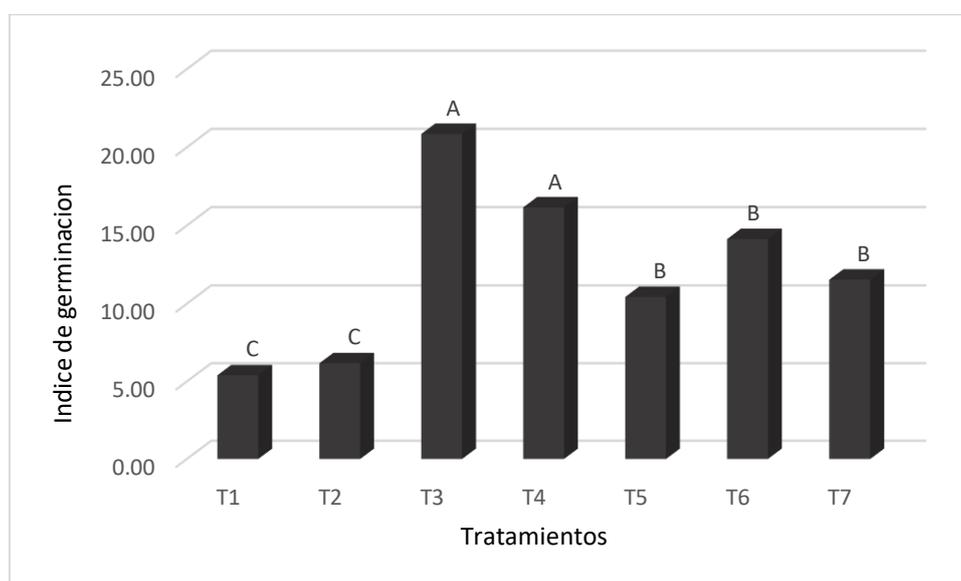
Las semillas que sufren cambios de temperatura con respecto al ambiente pueden aumentar su actividad interna para estimular el embrión y aumentar la velocidad de germinación como menciona (Apodaca et al., 2019). En la primera investigación de (Ramos, 2023) menciona que las semillas de *Juglans neotropica* fueron tratadas en un vivero, lo que permite trabajar bajo condiciones controladas, como una temperatura constante y un riego programado, facilitando que se presente una humedad constante en el sustrato. Por lo tanto,

lo más probable es que esto ayudo a mejorar la velocidad de germinación en las semillas. Mientras mayor sea el número de semillas germinadas la velocidad de germinación tendrá un valor mejor como nos señala (Ponce, 2017).

3.2.3. Índice de germinación

Figura 7

Índices de germinación de los tratamientos en semillas de *Juglans neotropica* a los 90 días.



Nota: tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas al 0,05.

T1: 10 min lija 80, 24 h H₂O₂, **T2:** 10 min lija 80, 24 h NaClO, **T3:** 5 días en agua, 24 h H₂O₂, **T4:** 5 días en agua, 24 h NaClO, **T5:** 24 h en sol, 24 h H₂O₂, **T6:** 24 h en sol, 24 h NaClO, **T7:** Testigo

Los tratamientos pregerminativos evaluados presentan diferencias estadísticamente significativas, con respecto al testigo después de los 90 días de la siembra, siendo el T3 y T4 los mejores, sin embargo, el que mejor se comportó fue el T3 con 20,85, seguido por el T4 con 16,16, finalmente el T1 con 5,40 presentó el valor más bajo del ensayo.

El resultado obtenido por (Ramos, 2023) es diferente al que se encontró en el ensayo, donde obtuvo un 13,08 con lijadura de la testa en semillas de *Juglans neotropica*. En la

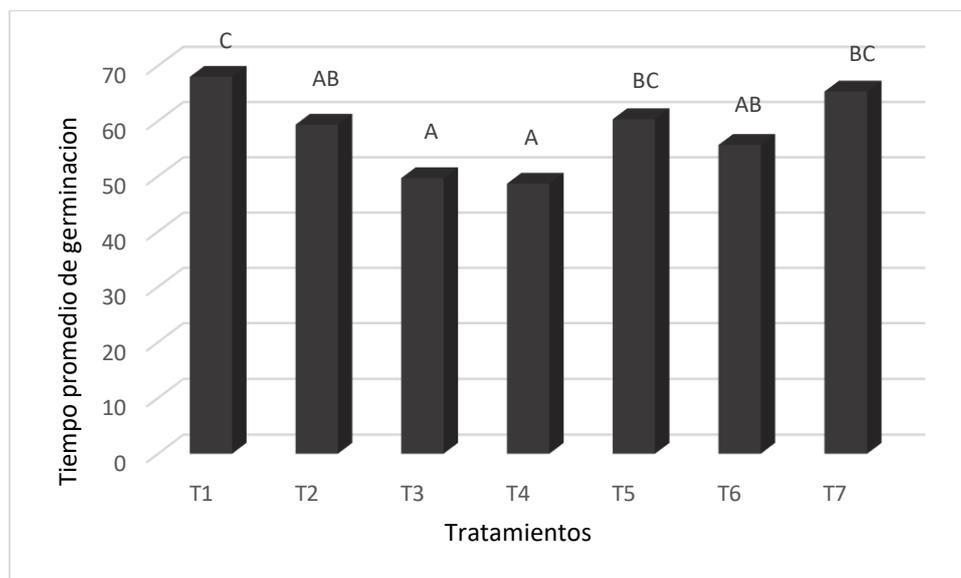
investigación realizada por (Rodríguez et al ., 2014) se obtuvo un valor de 78,45 en el índice de germinación, siendo más alto al obtenido en la investigación, no obstante, cabe aclarar que el tratamiento fue realizado en *Lactuca sativa*.

Las semillas de *Juglans neotropica* presentan testa dura, lo que dificulta la germinación, siendo una característica propia del género Juglandaceae, donde la maduración del fruto depende de la edad y el estado fitosanitario del árbol como menciona (Torres, 2010), donde aclara que el índice de germinación es una característica propia de la especie o el género.

3.2.4. Tiempo promedio de germinación

Figura 8

Tiempo promedio de germinación de los tratamientos en semillas de *Juglans neotropica* a los 90 días



Nota: Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas al 0,05.

T1: 10 min lija 80, 24 h H₂O₂, **T2:** 10 min lija 80, 24 h NaClO, **T3:** 5 días en agua, 24 h H₂O₂, **T4:** 5 días en agua, 24 h NaClO, **T5:** 24 h en sol, 24 h H₂O₂, **T6:** 24 h en sol, 24 h NaClO, **T7:** Testigo.

Los tratamientos evaluados presentaron diferencias estadísticamente significativas, en el tiempo promedio de germinación con respecto al testigo a los 90 días, después de la siembra. Se observó que los tratamientos T3 y T4 fueron los mejores del ensayo, sin embargo

el T4 presenta un menor tiempo promedio de germinación con 49 días, no obstante solo supera al T3 con un día, el tratamiento que tuvo el mayor tiempo promedio de germinación es el T1 con 68 días, los demás tratamientos se mantienen en este rango.

En la investigación realizada por (Ramos, 2023) el T2 (exposición al sol y en arena por 48 horas) obtuvo el menor tiempo promedio de germinación con 87 días, mostrando diferencias con respecto a la investigación realizada. Como nos menciona (Azas, 2016) en su investigación, el mejor tratamiento fue T1 (inmersión en agua durante 48 horas) obteniendo un tiempo promedio de germinación de 69 días, mostrando diferencias con el ensayo realizado.

En la investigación de (Ramos, 2023), las semillas fueron obtenidas en la ciudad de Chota en Perú, presentando condiciones ambientales diferentes con respecto al ensayo, las semillas se trataron en un vivero lo que influyó en la diferencia con los resultados obtenidos en la investigación. También se observó que los tratamientos sometidos a inmersión en agua, presentaron un menor tiempo promedio de germinación, con respecto a los tratamientos de escarificación y estratificación, debido a que ayudaron a ablandar la testa de la semilla facilitando la entrada de agua y el intercambio de gases con el embrión.

CAPITULO V

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Las semillas recolectadas en la investigación mostraron un adecuado comportamiento de calidad en relación con su pureza física, contenido de humedad y peso específico.
- Los tratamientos pregerminativos influyen de manera positiva en la germinación de las semillas de *Juglans neotropica*. Los tratamientos de hidratación de semillas e inmersión en hipoclorito de sodio y peróxido de hidrogeno mostraron los mejores resultados.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda en futuras investigaciones, de la carrera de Ingeniería Forestal se realicen estudios de nuevas alternativas de tratamientos pregerminativos y extender las mismas hasta el crecimiento inicial de las plantas.
- Se sugiere que los resultados obtenidos sean empelados por los viveristas en la producción de *Juglans neotropica* con la finalidad de aumentar el porcentaje y reducir el tiempo de germinación de las plántulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albán Gordillo, G. E. (2015). *Extracción mecánica y Nanoencapsulación del aceite de Juglans neotropica mediante Spray-drying*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Almeida Guevara, P. E. (2020). *Efecto del sustrato enriquecido con Trichoderma spp. mas citoquininas, en cinco metodos de escarificacion en semillas de nogal (Juglans neotrópica Diels)*. Escuela Superior Politecnica del Chimborazo.
- Apodaca, M., Cetina, V. M., Jasso, J., Lopez, M. A., Gonzales, H., Uscanga, E., & Garcia , A. (2019). Ruptura de la latencia física y germinación de semillas de Chiranthodendron pentadactylon (Malvaceae). *Botanical Sciences*, 97(2), 211-217.
<https://doi.org/https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/2094>
- Azas Azogue, R. D. (2016). *Evaluacion del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotrópica Diels) en el recineto Pumin provincia de Bolivar*. ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS.
<https://doi.org/https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10697/1/T-ESPE-002791.pdf>
- Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2014). *Germination Ecology of Seeds with Morphophysiological Dormancy*. University San Diego.
- Bianchi, R., & Jessica, M. (2010). *Manual de Manejos Productivos del Nogal en Chile*. CHILENUT. <https://doi.org/https://www.chilenut.cl/wp-content/uploads/2020/12/manual-final.pdf>
- Canales Gutiérrez, Á., & Huarasa Vilca, Y. R. (2020). Poder germinativo de Polylepis incana con aplicación de diferentes tratamientos de agua. *Revista cubana de ciencias forestales*, 3(495), 6 - 7.
- Charuc Chip, J. F. (2016). *Evaluacion de metodos de escarificacion en semillas de pacaina (Chamaedorea sp); Chimaltenango*. Universidad Rafael Landivar.
- Chusquillo Calapiña, L. A. (2014). *Diseño de un proceso para la obtencion de compuestos fenolicos del pericarpio de la semilla de nogal (Juglans neotropica Diels.) y extraccion*

- del aceite de la nuez*. Escuela Politecnica Nacional.
<https://doi.org/https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8645/3/CD-5815.pdf>
- Cornejo Farias, D. E. (2022). *Virulencia en ramillas de nogales cv. Chandler por Botryosphaeriaceae spp.* Universidad de Talca.
<https://doi.org/http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/12894/3/2022A000719.pdf>
- Courtis, A. (2013). *Germinacion de semillas*. Facene.
- De La Cruz Castillo, J., López Medina, E., Zavaleta Salvatierra, C., Mendoza Miranda, W., & Gonza Carnero, A. (2013). Efecto de la estratificación en la germinación de semillas de ciruelo europeo, *Prunus domestica*. *REBIOLEST. Revista Científica de Estudiantes*, 1(1), 49 - 53.
- Esperanza Ortega, S. D. (2021). *Estudio etnofarmacológico de Juglans neotropica (tocte) y sus aplicaciones en la industria*. Universidad Central del Ecuador.
- FAO. (2019). Obtenido de <https://www.fao.org/3/ca1492es/CA1492ES.pdf>
- Farras, T. (2010). *Instituto Nacional de Semillas*. Obtenido de https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/180_2775.pdf
- Fonseca Cevallos, D. F., Potosí Díaz, E. F., Sono Toledo, D. D., Carvajal Benavides, J. G., Varela Molina, E. M., & Garzón Flores, B. H. (2023). Analisis de Tratamientos Pregerminativos Quimicos en Semillas de Juglans neotropica. Diels De Procedencia de San Blas, Canton Urcuqui Imbabura-Ecuador. *Ciencia Latina Internacional*, 7(4).
https://doi.org/file:///C:/Users/PC/Downloads/Analisis_de_Tratamientos_Pregerminativos_Quimicos_.pdf
- Gómez Restrepo, M. L., Toro Murillo, J. L., & Piedrahita Cardona, E. (2013). *corantoquia*. Obtenido de corantoquia: <https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Arboreas-Nativas.pdf>
- Gonzales, L. Z., & Orozco, A. S. (1996). Metodos de analisis de datos en la germinacion de semillas, un ejemplo: Manfreda Brachystachya. *Boletin de la sociedad botanica de Mexico*, 58, 17-20. <https://doi.org/10.17129/botsoci.1484>
- González Rodríguez, F., Borges Gómez, L., Pinzón López, L., Magaña Magaña, M., Sanginés García, R., & Urrestarazu Gavilán, M. (2014). Inmersión de semillas de maíz en agua caliente en la producción de germinados para forraje. *Agronomía Mesoamerica*, 25(1), 53 - 55. <https://doi.org/2215-3608>

- Hernández Epigmenio, S., Rodríguez Trejo, D. A., Granados Sánchez, D., & Cadena Meneses, J. A. (2021). Latencia física, morfoanatomía y análisis proximal de la semilla de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. *entreciencias*, 9(23), 3. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79675>
- Herrera Herrera, C. M. (2016). *Evaluación de fuentes semilleras de especies forestales nativas, como apoyo a programas y políticas de reforestación de la provincia de Loja*. Universidad de Loja. <https://doi.org/https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/9919/1/TESIS%20FINAL%20Clemencia.pdf>
- Hurtado Trejo, L., Urgiles Gómez, N., Eras Guamán, V. H., Muñoz Chamba, J., Encalada Cordova, M., & Quichimbo Saraguro, L. (2020). Aplicabilidad de las Normas ISTA: Análisis de la calidad de semillas en especies forestales en el Sur del Ecuador. *Latitud Cero*, 10(2), 45-57. https://doi.org/https://drive.google.com/file/d/1Cue9a0_0qsp_lmCXKArrYcYrZIUfRJxv/view?pli=1
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (Enero de 2020). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/>
- Jhade, K. (2019). Types and Stages of Seed Germination. En K. Jhade, *Plant Propagation and Nursery Management* (pág. 3). JNKVV, College of Horticulture, Chhindwara (M.P.).
- Delva, A. J. (2016). *Respuesta germinativa de cuatro especies forestales nativas del macizo del Cajas*. Universidad de Cuenca.
- Lopez, F. (2013). *academia.edu*. Obtenido de https://www.academia.edu/17871314/DENSIDAD_Y_PESO_ESPECIFICO
- Lozano, P. (2015). *Especies forestales abroscas y arbustivas de los bosques montañosos del Ecuador*. Ministerio del Ambiente. <https://doi.org/file:///C:/Users/PC/Desktop/BRYAN%20U/LIBREF%20arbustivas%20y%20arbores%20de%20bosques%20montañosos%20del%20Ecuador.pdf>
- Lozano, P. (2015). *Especies Forestales Arbores y Arbustivas de los Bosques Montañosos del Ecuador*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. <https://doi.org/https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>

- Maldonado Montenegro, N. N. (2023). *Efecto de cuatro tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels), Jaen, Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
<https://doi.org/https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5622/TESIS-%20MALDONADO%20MONTENEGRO%20NERLY%20NATAL%20c3%8d-NOGAL-Nerly%20N-%20EMPASTADO%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mancera Rico, A., Ramírez Jaspeado, A., VenegasOrdoñez, M. d., Vásquez-Siller, L. M., & Villaseñor-Perea, C. A. (2020). Daño tisular y calidad fisiológica en semillas de maíz sometidas a compresiones equivalentes a ruptura. *SCielo*, 42(4), 3-10.
https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000400393
- Martinez, E. L., & Lira, L. C. (2010). Analisis y aplicacion de las expresiones del contenido de humedad en solidos. *Centro Nacional de Meteorologia*, 1.
<https://doi.org/https://www.cenam.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010-vp01b.pdf>
- Matilla, A. (2013). *Desarrollo y germinacion de semillas*. Barcelona: McGraw-Hill.
- Morales Santos, M. E., Peña Valdivia, C. B., García-Esteva, A., Aguilar Benítez, G., & Kohashi Shibata, J. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plantulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y progenie. *Agrociencia*, 51(1), 44-47.
- Morillo, L. (2018). *Determinacion de la capacidad de campo de los suelos arcillosos-arenosos Ibarra-Ecuador*. Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.
https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/324245459_IBARRA_PROVINCIA_DE_IMBABURA_ECUADOR_PONTIFICIA_UNIVERSIDAD_CATOLICA_DEL_ECUADOR_SEDE_IBARRA#:~:text=textura%20es%20franco%20arcillo%20arenoso,una%20profundidad%20de%2025%20cm
- Ospina Penagos, C. M., Hernandez Restrepo, R. J., Aristizabal Valencia, F. A., Patiño Castaño, J. N., & Salazar Cstaño, J. W. (2003). *El Nogal negro* .
- Pedraza, R. A. (2002). Germinación en condiciones de vivero y campo del nogal (*Juglans pyriformis* Liebm.). *Amaranto*, 16(3), 7-9.
<https://doi.org/https://www.uv.mx/personal/rpedraza/files/2014/12/Germinacion-Juglans.pdf>

- Pincay Ganchozo, R. A., Luna Murillo, R. A., Espinosa Cunuhay, K. A., & Espinales Suárez, H. O. (2021). Escarificación química y biológica en la emergencia y crecimiento de *Clitoria ternatea*. *Centro de Investigaciones Agropecuarias Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas*, 48(3), 54- 56. <https://doi.org/http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v48n3/0253-5785-cag-48-03-53.pdf>
- Pita, J. M., & Perez, F. (2009). Germinación de semillas. En J. M. Pita, & F. Perez, *Hojas divulgadoras* (págs. 4-5-6). Universidad Técnica Agraria.
- Ponce, J. A. (2017). *Tratamientos Pregerminativos en semillas de Castaña (Bertholletia excelsa HBK) en fase de laboratorio*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. https://doi.org/http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1309/JEPA_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramirez Lopez, J., Vallejos Alvarez, H., & Añazco Romero, M. (2022). Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de *Juglans neotropica* Diels. en el norte del Ecuador. *Bosques Latitu Cero*, 14(1), 89-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1737>
- Ramos Carranza, R. Y. (2023). *Métodos mecánicos y químicos para superar la dormancia en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels) en Bambamarca, Cajamarca*. Universidad Nacional Autónoma de Chota. https://doi.org/https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/399/Ramos_Carranza_RY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Restrepo Gomez, M. L. (21 de Diciembre de 2007). *issuu*. Obtenido de Issuu Inc.: https://issuu.com/corantioquia/docs/boletin_semillas_bosque_andino__1_
- Rodriguez Romero, A. J., Robles Salazar, C. A., Ruiz Picos, R. A., Lopez Lopez, E., Sedeño Diaz, J. E., & Rodriguez Dorantes, A. (2014). Indices de germinación y elongación radical de *Lactuca sativa* en el biomonitorio. *Revista Internacional de Contaminación Del Ambiente*, 30(3), 307-3016. <https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v30n3/v30n3a7.pdf>
- Rodriguez Romero, A. J., Robles Salazar, C. A., Ruiz Picos, R. A., Lopez Lopez, E., Sedeño Diaz, J. E., & Rodriguez Dorantes, A. (2014). Índices de germinación y elongación radical de *Lactuca sativa* en el biomonitorio de la calidad del agua del río Chalma. *SCielo*, 30(3), 5-7.

https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000300007

Rojas Rodríguez, F., & Torres Córdoba, G. (2008). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *Revista Forestal Kuru*, 5(13), 2.

<https://doi.org/https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/479/408>

Romero, J. M., & Perez, C. (2016). Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación ex situ de las especies leñosas en los bosques secos Tumbesinos. *Ecosistemas*, 2(25), 2-3.

Rosseti, S. (2014). *Análisis de factores que afectan la germinación de semillas de Panicum coloratum*. Universidad Católica de Argentina.

<https://doi.org/https://core.ac.uk/download/pdf/32621071.pdf>

Septimo Diaz, R. E. (2020). *Efecto de las fitohormonas en la germinación de la semilla de nogal (Juglans pyriformis Liebmann) en el invernadero de la ciudad universitaria de Shancayan*. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.

https://doi.org/http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4605/T033_45279611_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Solano Ortiz, K. J. (2020). *Tratamientos pregerminativos en semillas de "Lagenaria siceraria (Molina) Standl"*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Tapia Landeta, D. C. (2017). *Análisis del extracto de nogal por cg-me (método cromatográfico) y su potencial uso en el control de la brotación de tubérculos de papa variedad yema de huevo (Solanum tuberosum l. var. phureja)*. Universidad Técnica de Ambato.

Toro Vanegas, E., & Roldan Rojas, I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *SciELO*, 24(1), 3- 5.

Torres Guevara, J. (2010). *Zonas Áridas*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

<https://doi.org/https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas-Zonas-Aridas/26.pdf#page=197>

Troiani, H. O., Prina, A. O., Muiño, W. A., Tamame, M. A., & Beinticinco, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. Universidad Nacional de la Pampa.

<https://doi.org/https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/110/lb-trobot017.pdf?sequence=3>

Urbina, G., Lagunes, L. C., Garcia, E., & Bautista, C. C. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *SciElo*, *II*(5), 5 - 7.

Valenzuela, P., Martinez, B., & Medina, V. (2016). *intragri*. Obtenido de https://www.intagri.com/public_files/La%20Calidad%20de%20la%20Semilla%20en%20Cultivos%20Hortícolas.pdf

Vilanova, A., Garcia, D., Abello, L., Rovira, M., & Aleta, N. (2018). Balance de una producción cambiada: madera de nogal y avellana. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, *44*(2), 109-111.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31167/csef.v0i44.17558>

Zeberino, J. M., & Perez, C. A. (2020). Tratamientos pregerminativos en especies leñosas. *Foresta Veracruzana*, *22*(1), 11 - 20. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49765033005>

