



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**“DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE  
SEMILLAS DE *Juglans neotropica* Diels, EN IBARRA, IMBABURA”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal**

**Línea de investigación:** Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

**Autor:** Villagran Cachimuel Mary Luz

**Director:** Ing. Jorge Luís Cué García, PhD.

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			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100422959-5		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Villagran Cachimuel Mary Luz		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Otavalo-San Rafael-4 esquinas		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:mlvillagranc@utn.edu.ec">mlvillagranc@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	NA	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0962834365

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Determinación de tratamientos pregerminativos de semillas de <i>Juglans neotropica</i> Diels en Ibarra-Imbabura
<b>AUTORA:</b>	Villagran Cachimuel Mary Luz
<b>FECHA: (DD/MM/AAAA)</b>	24/11/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
<b>PROGRAMA:</b>	GRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Forestal
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Cué García Jorge Luis, PhD.

## 2. CONSTANCIAS

La autora 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 24 días del mes de noviembre de 2023

### LA AUTORA:



Mary Luz Villagran Cachimuel

## **CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**


Ibarra, 24 de noviembre de 2023

Ing. Jorge Luis Cué García, Ph.D.

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.

  
(f) .....  
Ing. Jorge Luis Cué García, Ph.D.

C.C.: 1754608709

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “**DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Juglans neotropica* Diels, EN IBARRA, IMBABURA**” elaborado por Mary Luz Villagran Cachimuel, previo a la obtención del título del Ingeniera Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): .....  
Ing. Jorge Luis Cus García, PhD.

C.C.:1754608709

(f): .....  
Ing. Mario José Añazeo-Romero PhD.

C.C.:0701574329

(f): .....  
Ing. Gabriel Carvajal Benavides MSc.

C.C.:1002412052

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a Dios, a mis amigos y, sobre todo, a mi madre. A Dios por que siempre ha estado conmigo, cuidándome y proporcionándome los recursos del entorno que me permitieron llevar a cabo la presente investigación. A mis amigos, por animarme con sus palabras y apoyarme en la consecución de mi objetivo. A mi madre, quien siempre ha velado por mi bienestar y educación, y ha estado presente en todo mi desarrollo profesional. Ella es mi inspiración para no dejarme vencer, a pesar de todas las adversidades que ha enfrentado a lo largo de su vida. Le dedico este pequeño esfuerzo, aunque sé que no se compara con todo lo que ha hecho por mí, como enfrentarse sola a la vida con hijo a cuestas. Además, dedico este primer logro a mi papá que está en el cielo. A pesar de no haber estado conmigo físicamente, sé que nos ha cuidado.

También quiero dedicar mi investigación a mi director y a mis asesores. A mi director, por guiarme a lo largo de mi investigación con su sabiduría y sus puntos de vista. A mis asesores por sus enseñanzas y criterios en el desarrollo de mi investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a la carrera de Ingeniería Forestal por proporcionarme el conocimiento necesario, por brindarme el espacio para llevar a cabo mi investigación y por permitirme utilizar las herramientas requeridas para la realización del experimento. Especialmente, deseo agradecer a mi madre, quien ha sido el pilar emocional y la fuente constante de ánimo que me ha impulsado a seguir adelante.

También deseo extender mi sincero agradecimiento a mi director de tesis, quien, con su orientación y apoyo, me ha ayudado a analizar el ámbito investigativo y me ha brindado valiosas indicaciones en el desarrollo de mi investigación. Además, quiero agradecer a mis asesores por sus valiosas opiniones y asesoramiento, tanto en la ejecución del experimento como en la elaboración del documento. No puedo pasar por alto el apoyo de mis amigos, quienes desinteresadamente me ayudaron con la instalación del experimento.

## RESUMEN EJECUTIVO

La latencia de la semilla de *Juglans neotropica* está relacionada con su exocarpo duro y grueso, así como por la presencia de inhibidores. El objetivo de la investigación fue evaluar los tratamientos pregerminativos. El experimento fue completamente al azar de seis tratamientos y cuatro repeticiones. Estos consistieron en citoquininas 0.01%, ácido giberélico 10%, inmersión en agua caliente, lijado del exocarpo y esmerilado. Se evaluó la calidad de semillas con las normas ISTA y se determinó el porcentaje, velocidad, tiempo promedio e índice de germinación. La citoquinina 0.01% y ácido giberélico 10% mostraron los mejores resultados con diferencias significativas en el porcentaje 77 y 73, velocidad 0.25 y 0.23, tiempo promedio 82.37 y 83.01 e índice de germinación 63.31 y 60.78 respectivamente. La citoquinina y ácido giberélico generó diferencias significativas en la germinación al romper la latencia y estimular el desarrollo del embrión en las semillas del *Juglans neotropica*.

**Palabras clave:** Exocarpo, germinación, latencia, tratamientos.



## ABSTRACT

Seed dormancy of *Juglans neotropica* is related to its hard and thick exocarp, as well as to the presence of inhibitors. The objective of the research was to evaluate pregerminative treatments. The experiment was completely randomized with six treatments and four replicates. These consisted of cytokinins 0.01%, gibberellic acid 10%, hot water immersion, exocarp sanding and grinding. Seed quality was evaluated according to ISTA standards, and the percentage, speed, average time, and germination index were determined. Cytokinin 0.01% and gibberellic acid 10% showed the best results with significant differences in percentage 77 and 73, speed 0.25 and 0.23, average time 82.37 and 83.01 and germination index 63.31 and 60.78, respectively. Cytokinin and gibberellic acid generated significant differences in germination by breaking dormancy and stimulating embryo development in seeds of *Juglans neotropica*.

**Key words:** Exocarp, germination, dormancy, treatments.

## **LISTA DE SIGLAS**

**FAO.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

**GAD.** Gobierno Autónomo Descentralizado

**ISTA.** Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas.

**INAMHI.** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador

**MAE.** Ministerio del Ambiente del Ecuador.

**SNI.** Sistema Nacional de Información

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	15
Problema de investigación. ....	15
Justificación.....	17
Objetivos .....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos .....	18
Hipótesis.....	18
Hipótesis nula .....	18
Hipótesis alterna .....	18
CAPÍTULO I .....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
1.1. Propagación Sexual .....	19
1.1.1. Semillas.....	19
1.1.3 Latencia.....	21
1.1.4 Tratamientos pregerminativos .....	22
1.2 Descripción botánica del <i>Juglans neotropica</i> .....	24
1.2.1. Fenología.....	25
1.2.2 Ecología .....	26

1.3	Estudios similares.....	26
CAPITULO II.....		29
MATERIALES Y MÉTODOS.....		29
2.1.	Tipo de investigación según los siguientes criterios:.....	29
2.2.	Ubicación del lugar .....	29
2.2.1.	Política: parroquia, cantón, provincia.....	29
2.2.2.	Geografía del sitio investigación: coordenadas .....	29
2.2.3.	Límites .....	30
2.3.	Caracterización edafoclimática del lugar.....	30
2.3.1.	Suelo .....	30
2.3.2.	Clima.....	30
2.4.	Materiales, equipos y software.....	31
2.5.	Metodología .....	32
2.5.1.	Diseño experimental .....	32
2.5.2.	Análisis estadístico.....	34
2.5.3.	Variables .....	35
2.5.4.	Instalación del experimento o ensayo. ....	38
CAPÍTULO III.....		41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		41
3.1.	Análisis de la calidad física de las semillas del <i>Juglans neotropica</i> .....	41

3.2. Comportamiento de las variables en estudio bajo tratamientos pregerminativos .....	42
CAPITULO IV.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	54
4.1. Conclusiones .....	54
4.2. Recomendaciones.....	54
CAPITULO V.....	55
REFERENCIAS.....	55



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> <i>Materiales, equipos y software aplicados en la investigación</i> .....	31
<b>Tabla 2.</b> <i>Código y detalle de los tratamientos pregerminativos aplicados en las semillas del Juglans neotropica</i> .....	32
<b>Tabla 3.</b> <i>Resumen de calidad física de las semillas colectadas del sistema agroforestal de Natabuela</i> .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> <i>Croquis experimental</i> .....	34
<b>Figura 2.</b> <i>Porcentaje de germinación en base a los tratamientos efectuados en las semillas del Juglans neotropica Diels</i> .....	42
<b>Figura 3.</b> <i>Índice de germinación de las semillas del Juglans neotropica Diels en relación a los tratamientos pregerminativos</i> .....	46
<b>Figura 4.</b> <i>Vigor de la germinación en las semillas del Juglans neotropica Diels con relación a los tratamientos pregerminativos</i> .....	47
<b>Figura 5.</b> <i>Tiempo promedio de germinación de las semillas del Juglans neotropica Diels en relación con los tratamientos</i> .....	50
<b>Figura 6.</b> <i>Velocidad de germinación en las semillas del Juglans neotropica Diels con relación a los tratamientos</i> .....	52



## INTRODUCCIÓN

### Problema de investigación.

- Problemática a investigar.

El *Juglans neotropica*, es una de las especies nativas forestales de la sierra ecuatoriana, la cual genera múltiples usos debido a su madera de alta calidad. A su vez, recupera suelos degradados causados por la minería y ganadería; brindan enriquecimiento tanto para los bosques secundarios, zonas urbanas amplias y cabe mencionar que aporta protección para las fuentes de agua, habitat y fuente de alimento para la fauna silvestre. Además, sirve como especie de sombrío en potreros y café (Ramos et al., 2022).

En el periodo 1990-2018 la remanencia de los bosques nativos del Ecuador se redujo de 68% a 56% del área forestal original, la cubierta forestal se convirtió en otro tipo uso de suelo (Sierra et al., 2021). El *Juglans neotropica* se encuentra en peligro de extinción a causa de varios factores, como la sobre explotación, el avance de la frontera agrícola y ganadera, además de la expansión urbana (Ramos et al., 2020).

En la actualidad, el *Juglans neotropica* se localiza en pequeñas poblaciones, se hallan en ecosistemas de bosques húmedos montano bajo y seco montano bajo. De manera natural, se encuentra en Loja, en la hacienda Florencia, la cual alberga un remanente de bosque montano, en el resto del país se los puede encontrar en plantaciones, sistemas agroforestales y zonas urbanas (Vaca, 2022).



La mayoría de las especies forestales leñosas, presentan semillas que no germina inmediatamente después de la caída del árbol. La germinación puede retardarse mediante una propiedad conocida como latencia, que se define como el factor que afecta el flujo de las semillas que impide la germinación en condiciones ambientales adecuadas (Lacoretz et al., 2022). La latencia de las semillas se clasifica en latencia física; la cual esta relaciona con la cubierta de la semilla que impiden el movimiento del agua, y la causada por los inhibidores de la germinación presentes en las testas establecen la latencia fisiológica de las semillas dejándolas en un estado de baja actividad metabólica (Apodaca et al., 2019).

La semilla *Juglans neotropica*, el entrar en la etapa de madurez se presenta el estado de latencia que puede durar días, meses o incluso años (Varela & Arana, 2011; Manning, 1978, como se citó en Toro & Roldán, 2018) muestra una germinación lenta y retardada, al contener inhibidores como los taninos en su cubierta, genera un bloqueo en la germinación (Atwater, 1980, como se citó en López & Piedrahíta, 1998). Considerando que es permeable al agua y a sustancias químicas, es posible la aplicación de tratamientos pregerminativos a base de hormonas como las citoquininas y ácido giberélico. Estas promueven la división celular y ayuda a romper la latencia de la semilla e incita al desarrollo del embrión. A su vez, los tratamientos físicos posibilitan la entrada de agua y oxígeno, lo cual facilita las condiciones necesarias para que inicie el proceso de germinación.

- Formulación del problema de investigación.

Información limitada acerca de los tratamientos pregerminativos aplicados a semillas de *Juglans neotropica* Diels en la provincia de Imbabura.





## Justificación

Con la aplicación de tratamientos pregerminativos para *Junglas neotropica*, se pretendió acelerar la etapa de germinación y evaluar la calidad de las semillas en su capacidad de poder germinativo. A través del estudio de los tratamientos pregerminativos, se procuró reconocer la mejor aplicación frente al estado latente de las semillas. Cabe mencionar que, con la ejecución de esta investigación, se favoreció a los futuros investigadores en cuanto a los tratamientos pregerminativos, lo cual es un avance en el campo de las ciencias forestales.

Con la práctica, se intentó romper u ablandar la testa seminal sin afectar la plúmula e hipocótilo de las semillas permitiendo el paso de agua, gases y otros elementos que estimulan al embrión para la emergencia del hipocótilo. De esta manera, se logró idear la propagación de plántulas, para combatir con la decadencia de la especie.

La parroquia de San Francisco de Natabuela emplea a la especie para el arbolado urbano y de manera escasa para cerramiento de sus cultivos como linderos. La localidad ha realizado un aprovechamiento masivo de madera y actualmente las poblaciones del *Junglans neotropica* son escasas, por ello es necesario ampliar la producción de plántulas. Con base a ello y dada las características de la latencia de su semilla, se realizó la investigación en cuanto a los tratamientos pregerminativos.



## Objetivos

### Objetivo General

Evaluar tratamientos pregerminativos en las semillas de *Juglans neotropica* Diels en el invernadero del Campus Forestal Yuyucocha

### Objetivos Específicos

- Determinar la calidad de las semillas de *Juglans neotropica* bajo las Normas Internacionales para los Ensayos de Semillas (ISTA).
- Identificar el mejor tratamiento pregerminativo para las semillas *Juglans neotropica*

### Hipótesis

#### Hipótesis nula

**H<sub>0</sub>:** Los tratamientos pregerminativos no influye en el proceso germinativo del *Juglans neotropica*

#### Hipótesis alterna

**H<sub>a</sub>:** Al menos uno de los tratamientos influye de manera significativa en el proceso germinativo del *Juglans neotropica*.



## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Propagación Sexual

Son procesos biológicos indispensables para el crecimiento y supervivencia de las plantas. La reproducción sexual inicia con; la polinización, la fecundación de las flores, la formación de frutos, la dispersión de semillas y su germinación (García, 1999, como se citó en García et al., 2011).

##### 1.1.1. Semillas

La semilla es una unidad básica de reproducción de plantas. Además, cada semilla es potencialmente un nuevo individuo que contiene la parte de la variabilidad genética presente en toda una población (Di Sacco et al., 2020). Se pueden clasificar por su tolerancia a la desecación en semillas ortodoxas, recalcitrantes e intermedias.

Las semillas ortodoxas son de larga vida y pueden secarse hasta un contenido de humedad del cinco por ciento sin sufrir daños. Cabe mencionar que la longevidad de las semillas ortodoxas aumenta a medida que disminuye el contenido de humedad (FAO, 2019). Por otro lado, las semillas recalcitrantes presentan contenidos elevados de humedad y tasas metabólicas altas; no pueden secarse a menos del 20% o 30% de humedad, puesto que son sensibles a la desecación y, por lo general, se dispersan junto con los tejidos del fruto (Doria, 2010). En cuanto a las semillas intermedias, pueden o no tener latencia, y sus contenidos de humedad y tasas metabólicas son de



nivel medio. No se ajustan a la categoría ortodoxa ni a la recalcitrante; tienen una tolerancia limitada al secado y son sensibles a las temperaturas de congelación (Rodríguez et al., 2002).

### ***1.1.2 Germinación.***

Según Pita & Pérez (1998), la germinación inicia con la entrada de agua en la semilla y finaliza con la elongación de la radícula, o termina cuando una parte del eje embrionario de las dicotiledóneas atraviesa las estructuras envolventes que la rodean (Matilla, 2016). Ratifica Foschi et al. (2022), se consideran semillas germinadas cuando la radícula emergida alcanza una longitud de 2 mm, es importante mencionar que la germinación del *Juglans neotropica* se relaciona con la retención de inhibidores, los cuales están comprendidos en la testa que es permeable al agua y semi o impermeable a algunos químicos o gases, que a su vez realiza una resistencia mecánica contra el desarrollo del embrión (Atwater, 1980, como se citó en Quintero & Jaramillo, 2012).

Entre los tipos de germinación, según la posición de los cotiledones, se encuentra: la epigea e hipogea. En la germinación epigea los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocótilo (Doria, 2010). En los cotiledones se diferencian los cloroplastos transformándolos en órganos fotosintéticos y actuando como si fueran hojas (Rosabal et al., 2014). Por otro lado, en la germinación hipogea no se desarrolla el crecimiento del hipocótilo. Por ende, los cotiledones permanecen enterrados únicamente la plúmula atraviesa el suelo (Huaman, 2021). “El hipocótilo es muy corto posteriormente, el epicótilo se alarga apareciendo las primeras hojas verdaderas que son los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula” (Doria, 2010, p.77).



### 1.1.3 Latencia

Conocida también como dormancia (Erazo & Añazco, 2023). Según Varela & Arana (2011), la latencia se produce en la etapa de la formación de la semilla y su papel consiste en restringir la germinación en la planta madre antes de su dispersión en el campo. A su vez Megías et al. (2018), menciona que las semillas pueden mantenerse en dicho estado durante días, meses o incluso años, dependiendo del tipo especie. Entre los tipos de latencia se encuentra: la latencia exógena la cual es dada por las características físicas de la cubierta, y latencia endógena que es causado por el embrión.

#### Latencia exógena

- Latencia Física

Los tejidos que rodean al embrión bloquean: la absorción de agua, el intercambio de gases, causando una limitación sobre la emergencia de la radícula ejecutando el papel de una barrera contra el escape de los inhibidores químicos del embrión (Congcong et al., 2018). La cutícula de la cubierta seminal es la primera línea de impermeabilidad, debajo de esta se encuentran líneas de células de macroesclereidas que encierran completamente al embrión, además la capa hipodermis evita el ingreso del agua (Vozzo,2010, como se citó en Hernández et al., 2021).

- Latencia Mecánica

Son semillas que presentan un pericarpio duro, por su resistencia mecánica impide que el embrión pueda romper las cubiertas e inicie el proceso de germinación (Lallana et al., 2005).



- Latencia Química

Es la acumulación de sustancias químicas presentes en el fruto o en las cubiertas de las semillas que impiden el crecimiento de las semillas (Varela & Arana, como se citó en Sánchez, 2017). Las semillas contienen diversas sustancias químicas que frenan la germinación a los cuales se les denomina inhibidores (Mérola & Díaz, 2012).

### Latencia endógena

- Latencia morfológica

Debido al subdesarrollo del embrión o el estado inmaduro la germinación no tiene lugar y necesitan un período de tiempo hasta que el embrión se desarrolle completamente (Lallana et al., 2005).

- Latencia fisiológica

Según Baskin et al, 2008, como se citó en Apodaca et al., (2019,) los inhibidores de la germinación en las testas imponen la latencia fisiológica de las semillas, ya que las deja en un estado de baja actividad metabólica disminuyendo su deterioro, es decir, que aseguran la viabilidad de las semillas, pero en temporadas de invierno resulta perjudicial para la germinación de las semillas.

#### *1.1.4 Tratamientos pregerminativos*

- **Tratamientos físicos**

Son todos los procedimientos necesarios para romper la latencia, ya que la mayoría de las semillas de especies forestales se encuentra con bloqueo natural se aplican tratamientos para: ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta con el fin de volverla permeable sin dañar al embrión (Solano, 2020). Entre los tratamientos físicos se encuentra: la inmersión en agua caliente y los tratamientos



mecánicos. La inmersión en agua caliente implica colocar las semillas en agua hirviendo, retirando inmediatamente el recipiente de la fuente de calor y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente hasta 12 horas para el enfrió (Varela & Arana, 2011). En tanto, los tratamientos mecánicos, según Varela & Arana (2011) es el proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas. Es utilizado mediante la fricción de la semilla con papel lija o corte de la testa para hacerlas permeables al agua y a los gases (Sánchez et al., 2017).

- **Tratamientos biológicos**

Las hormonas vegetales como las citoquininas y giberelinas son moléculas sintetizadas por la planta que intervienen en los procesos fisiológicos y bioquímicos, como la división celular, el crecimiento, la diferenciación de los órganos aéreos y de las raíces, cabe mencionar que también sistematiza la embriogénesis y la germinación de las semillas (Porta & Jiménez, 2019).

Dentro de los tratamientos pregerminativos biológicos se emplean las citoquininas y el ácido giberélico. Las citoquininas son hormonas esenciales en el accionar de varios procesos vinculados al crecimiento y desarrollo de las plantas y relacionados a la acción de varios genes, además de que estimula la germinación de algunas semillas (Alberca, 2018). Para la especie del *Juglans neotropica* en micro plántulas con dos citoquininas se incrementa el número de brotes tomando en cuenta que las citoquininas estimulan la división celular (Peña et al., 2014).

Por otra parte, el ácido giberélico, según Sponsel & Hedden, 2004; Davies, 2004 citado en Bautista, (2018), las giberelinas incitan la síntesis de enzimas hidrolíticas de amilasa en la capa de aleurona. Las amilasas degradan el almidón y los productos de la digestión almacenados en la aleurona y el endospermo almidonoso que posteriormente son reclutados al escutelo para iniciar el crecimiento de las plántulas, además el ácido giberélico puede romper la latencia de las semillas y reemplazar



la necesidad de estímulos ambientales (Montilla, 2019). En las semillas de *Arabidopsis*, el ácido giberélico se libera del embrión al estimular la expresión de genes implicados en el cambio y desarrollo de la pared celular, provocando el aflojamiento de las cubiertas de las semillas (Finkelstein et al., 2008, como se citó en Bijan & Noorali, 2019).

## 1.2 Descripción botánica del *Juglans neotropica*

El *Juglans neotropica* posee un alto valor comercial y socioeconómico debido a sus múltiples usos que históricamente ha brindado las comunidades de la zona andina de América del Sur; es utilizado como madera fina (Ramos et al., 2020). El árbol brinda un fruto que es similar a la nuez(tocte), a partir de este se realizan dulces típicos dependiendo del lugar, el tocte contiene componentes energéticos y aminoácidos esenciales, las hojas del *Juglans neotropica* poseen propiedades medicinales utilizadas en la medicina ancestral, la corteza contiene taninos los cuales se utilizan como tintes en la industria textil (Perales, 2012).

El *Juglans neotropica*, es un árbol de crecimiento lento presenta una altura entre 15 m y 48 m; con raíces pivotantes que pueden alcanzar hasta más de tres metros de profundidad (Toro & Roldán, 2018)

- Tronco: Cilíndrico alcanza entre 30 cm a 120 cm de diámetro a la altura del pecho posee una corteza externa agrietada de color marrón oscuro
- Hojas: Son compuestas alternas y pinadas, sin estipulas
- Especie monoica: Las inflorescencias son amentos tipo espiga
- Frutos: Son drupas de forma elipsoidal a casi circulares, con 6 cm de largo y 5 cm de ancho sostenidos por un corto pedúnculo





- Semilla: Es tipo nuez, con endocarpio surcado de manera longitudinal de color café oscuro a casi negros presentan un peso promedio de 23 g (Hurtado, 2014).

### 1.2.1. Fenología

La fenología de los árboles está influenciada por el clima, el medio ambiente y los impactos humanos, pero el cambio climático es el factor importante para afectar la fenología de los árboles como temperaturas altas, precipitaciones inusuales, inundaciones (Ramírez & Kallarackal, 2021).

### Floración

La floración del *Junglans neotropica* se produce anualmente, pero cabe mencionar que se ve afectada por la topografía, clima y lluvias de la región. Además, a mayor altura se presenta disminución de la cantidad y tiempo de duración de la floración, los autores en general afirman que la floración se da en octubre a diciembre (Barreto et al., 1990). Inicia la etapa de floración en el mes de julio y logra su máxima intensidad en el mes de agosto y decrece en el mes de octubre apreciando una caída paulatina en el transcurso de los meses desde noviembre hasta junio (Aponte & Sanmartin, 2011).

### Fructificación

El *Junglans neotropica* es una especie monoica, cuando se encuentra deshojado florece y fructifica anualmente, la recolección se da en agosto. Para América Latina, la fructificación se da en diciembre a inicios de julio, por lo que la cosecha se realiza en enero y febrero (Barreto et al., 1990). Los frutos se recolectan de manera desuniforme en enero, de junio a agosto y de octubre a diciembre, cuando estos se tornan a un color pardo oscuro (Aguirre, 2012). Pero varía dependiendo



de la época de siembra, en el lindero de Natabuela la recolección se da entre los meses de noviembre-diciembre y de febrero-marzo.

### 1.2.2 Ecología

El *Juglans neotropica* se encuentra entre los 1 400 m s.n.m. y 3 500 m s.n.m. de altitud, siendo su mejor zona de crecimiento y desarrollo natural desde 1 800 m s.n.m. a 2 800 m s.n.m., dentro de los intervalos latitudinales 9° 41' N a 14° 09' S y longitudinales de 79°49' a 69°15' O. La especie crece en suelos de textura suelta, fangosos, sueltos-arenosos, con un pH de neutro a ligeramente ácido (Toro & Roldán, 2018). Por otro lado, según Lozano (2015), la especie está distribuida en forma silvestre en la región neotropical, entre los 1 400 a 2 700 m s.n.m. En el país se registra en las provincias de Azuay, Bolívar, Chimborazo, Loja, Napo, Pichincha, Imbabura y Tungurahua.

Un aspecto importante es la fijación de carbono, estudios realizados con la metodología validada por el IPCC (Aguirre et al, 2010) en la provincia de Imbabura determinaron que *Juglans neotropica* fija 19,98 t C ha<sup>-1</sup> (Añazco et al. 2010).

### 1.3 Estudios similares

En un ensayo de tratamientos pregerminativos de *Juglans neotropica*, se evaluaron seis tratamientos que consistieron en: inmersión en agua por cinco días, escarificación mixta (lija +giberelinas), solarización, agua caliente, escarificación mecánica por cinco minutos y escarificación a base de lija grano 80 durante 10 minutos. Los tratamientos presentaron porcentajes superiores al testigo como, por ejemplo, el tratamiento a base de agua corriente mostro un porcentaje del 80% en comparación al de la lija con un 66%, pero cabe mencionar que la mayoría



de los tratamientos presentaron porcentajes mayor al 50% a excepción del tratamiento de escarificación mixta que presentó resultados similares al testigo (Ramírez et al., 2022).

En una investigación, se realizaron ocho tratamientos en las semillas de *Juglans neotropica* a base de solarización por 24, 48 y 72 horas; inmersión en agua por 24, 48 y 72 horas; escarificación a base de esmeril; inmersión en agua en movimiento durante cinco días, siendo el tratamiento más efectivo el de solarización por 48h con 81.25%, seguido del agua en movimiento con 73.44%, los tratamientos presentaron resultados superiores al testigo a excepción del esmerilado con 17.19% que se encuentra en un rango inferior al testigo (Azas, 2016).

En otro estudio se realizaron cuatro tratamientos que consistió en: remojo en agua fría, solarización, remojo en ácido sulfúrico más agua destilada por 60 minutos y escarificación mecánica a base de lija de grano 80, al cabo de 60 días el tratamiento de solarización obtuvo una germinación del 60%, seguido por ácido sulfúrico con 45%, a comparación de la escarificación y remojo que presentaron rendimientos bajos con 37% y 27% respectivamente (Maldonado, 2023).

En el estudio realizado por Ramos (2023), para superar la dormancia a través de la aplicación de tratamientos como: lijadura de la testa, exposición al sol y en arena por 48 horas, remojo en agua fría por 48 horas, aplicación de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), testigo, siendo la lija el método que genero el mayor porcentaje de germinación para este estudio.

Para el estudio de López & Piedrahíta (1998), los métodos a base de estratificación durante 30 y 60 días, además de los tratamientos de osmocondicionamiento en soluciones con potencial de -0.5, -1.0 y -1.5 MPa, y los tratamientos combinados como la estratificación más osmocondicionamiento con -1.0 MPa durante 30 y 60 días mostro diferencias significativas. Para



este estudio el osmoacondicionamiento presentó un mejor comportamiento en las semillas del *Juglans neotropica* que los de estratificación.

De acuerdo con Peña et al., (2014), los tratamientos pregerminativos de estratificación no producen un comportamiento eficaz en la latencia de las semillas del *Juglans neotropica* a comparación de los métodos en in vitro que permite alcanzar hasta el 100% de germinación en 15 días, a su vez los tratamientos de escarificación se encuentran entre el 40 a 80% de germinación.



## CAPITULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios:

La investigación fue de tipo cuantitativa, aplicada, explicativo, experimental, sincrónico y de campo.

#### 2.2. Ubicación del lugar

##### 2.2.1. Política: parroquia, cantón, provincia

La ubicación política del sistema agroforestal donde se encuentran los individuos de *Junglans neotropica*, que contribuyeron con las semillas, se encuentra en la parroquia rural de San Francisco de Natabuela del cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura. El ensayo fue realizado en el Campus Forestal Yuyucocha pertenece a la parroquia urbana de Caranqui del Cantón Ibarra en la provincia de Imbabura.

##### 2.2.2. Geografía del sitio investigación: coordenadas

El área de coleta se ubica en San Francisco de Natabuela, consta de las siguientes coordenadas geográficas Latitud: 00°20.641'NO, Longitud: 078°12.246'WO, Altitud: 2 391 m s.n.m. El Campus Forestal Yuyucocha posee coordenadas geográficas siguientes: Latitud: 00°19'38,67"N, Longitud: 78°07'52,93W, Altitud: 2 247 m s.n.m.



### 2.2.3. Límites

El área de colecta se ubica en San Francisco de Natabuela consta de los siguientes límites: Norte: Vía Atuntaqui, Sur: Calle 29 de junio, Este: Calle Cornelio Velasco, y Oeste: Fabrica Vibro poste. El Campus Forestal Yuyucocha presenta los siguientes límites: Norte: Calle Armando Hidrovo, Sur: Calle Marco Tulio Hidrovo, Este: Calle José Espinoza de los monteros, y Oeste: Avenida Eugenio Espejo

## 2.3. Caracterización edafoclimática del lugar

### 2.3.1. Suelo

El área de colecta de San Francisco de Natabuela presenta un suelo con una textura media. Según la clasificación de suelos pertenece al orden molisol y suborden ustoll (Sistema Nacional de Información [SIN], 2014). Por otro lado, el suelo del Campus forestal Yuyucocha presenta una textura franco arenoso. Según la clasificación de suelos son de orden inceptisol y suborden andepts (Cadena & Ruiz, 2013).

### 2.3.2. Clima

En el área de colecta, según el Instituto de Meteorología e Hidrología de Ecuador, el valor pluviométrico anual de San Francisco de Natabuela es de 544.7 mm, siendo los meses de mayor pluviosidad en febrero con 114.3 mm y noviembre con 97.9 mm, y se reportó que el día 18 de noviembre se obtuvo un 26.2 mm en 24 h (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador [INAMHI], 2017). Además, su temperatura promedio anual es de 8 °C en la parte alta y alcanza los 16 °C en la parte baja, en el centro poblado presenta un clima templado con una temperatura media aproximada de 15°C y una pluviosidad de 635 mm, el clima característico



corresponde al clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo (Gobierno Autonomo Descentralizado [GAD] de San Francisco de Natabuela, 2019).

En el clima del Campus forestal Yuyucocha, mediante los datos de la estación meteorológica de Ibarra, muestra que la temperatura del aire a la sombra es de 16.3°C en febrero la más baja y la más alta es en marzo con 17.2 °C (INAMHI, 2017). Por otro lado, presenta una temperatura promedio de 18.4 °C con una máxima de 26.2 °C y una mínima de 5.9 °C. tiene una humedad relativa de 68 % (GAD Municipal de San Miguel de Ibarra, 2015).

#### 2.4. Materiales, equipos y software

Los materiales de campo, equipos y software empleados en la investigación se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Materiales, equipos y software aplicados en la investigación.*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>
Tijera podadora	Laptop	Microsoft Office Software
Semillas Vitavax	GPS	ArcGIS 10.7, N. de autorización: EFL209674136.
Lijas de 80	Cámara	Programa R
Ácido giberélico	Soil Survey Instrument	Microsoft Exel
Citoquinina	Calculadora científica	Microsoft Word
Piedra de Esmerilo	Termohigrómetro ambiental	
Fundas de polietileno		
Sarán		
Estacas	Pesadora digital	
Clavos	Estufa	



Suelo del sitio, estiércol, cascarilla

Manguera

Desinfectante Cúprico

Fumigadora de 20 L

Malla metálica

Palas, caretilla, rastrillo

Cinta métrica

---

## 2.5. Metodología

### 2.5.1. *Diseño experimental*

Para el experimento se utilizó, el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro repeticiones el ensayo está representado por el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable de respuesta en la  $j$ -ésima repetición del  $i$ -ésimo tratamiento

$\mu$ : Media general

$\tau_i$ : Efecto del tratamiento  $i$ .

$\varepsilon_{ij}$ : Error aleatorio.

- **Tratamientos pregerminativos**

Los tratamientos pregerminativos aplicados en las semillas de *Juglans neotropica* se detallan en la tabla 2.





**Tabla 2**

*Código y detalle de los tratamientos pregerminativos aplicados en las semillas del Juglans neotropica Diels*

<b>Código</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Detalle</b>
<b>A</b>	Escarificación con lija en la zona del estigma	Grano de 80
<b>B</b>	Inmersión en citoquinina durante 24 horas la parte total de la semilla	Kinetin al 0.01%
<b>C</b>	Escarificación con esmeril en la zona del estigma	Grano 36, RPM 4200
<b>D</b>	Inmersión en agua caliente durante tres horas la parte total de la semilla	Recipiente de tamaño grande
<b>E</b>	Inmersión en ácido giberélico durante 24 horas	ácido giberélico al 10%
<b>F</b>	Testigo	Sin ningún tratamiento.

La selección de árboles semilleros se realizó de acuerdo con una valoración económica y ecológica, utilizando los parámetros y puntajes planteados por Heredia y Hofstede. Dentro de la valoración ecológica y económica, un árbol debe reunir un puntaje mínimo de 7 puntos, y 11 puntos respectivamente, para ser seleccionado como árbol superior (Heredia y Hofstede, 1999, citado en Ordóñez et al., 2001).



- **Distribución de unidades experimentales.**

En el Diseño Completamente al Azar se aplicó seis tratamientos y cuatro repeticiones, tomando en cuenta 25 semillas por unidad experimental con un total de 24 unidades experimentales, distribuidas aleatoriamente como se muestra en la figura 1.

**Figura 1**

*Croquis experimental*

R3TF	R1TB	R1TF	R1TE
R2TD	R4TB	R1TD	R4TA
R2TC	R2TA	R2TB	R4TC
R3TE	R2TF	R3TD	R4TD
R3TC	R2TE	R3TA	R4TE
R4TF	R1TA	R3TB	R1TC

**2.5.2. Análisis estadístico**

Las variables cuantitativas fueron analizadas estadísticamente para efectuar la aplicación del ADEVA, previamente se validó la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilks y la homocedasticidad mediante la prueba de Levene. Para las variables que cumplieron con los supuestos paramétricos se aplicó el ADEVA, el cual dio paso para realizar la comparación de Dunnet frente al testigo con una significancia de 0.05.

Para las variables que no cumplieron con la normalidad u homogeneidad a pesar de realizar las transformaciones pertinentes, se procedió a aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La prueba permitió ver las comparaciones con un nivel de significancia de 0,05 para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.



### 2.5.3. Variables

#### Objetivo 1: Calidad de semillas bajo las Normas ISTA (ISTAS, 2016)

Las variables de la calidad de semillas se analizaron antes de la siembra.

- Pureza física (Pp)

En el cálculo de pureza para obtener el peso total de la muestra se pesó las semillas con todas las impurezas con un total de ocho muestras de 75 semillas, para el siguiente dato se procedió a eliminar las impurezas y se aplicó la siguiente fórmula.

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

(Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas [ISTA], 2016)

- Contenido de humedad (CH)

Se utilizó tres muestras de 20 semillas, se obtuvo el peso de las semillas en su estado natural y para el siguiente dato se manipuló la estufa a 103°C por 24 horas de esta manera se obtuvo el peso seco.

$$\%CH = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad \text{Ec. 3}$$

(ISTA, 2016)

CH: Contenido de humedad.

- Peso específico (Pe)

Para el cálculo se tomó ocho repeticiones de 75 semillas limpias, se pesó por cada repetición para posteriormente dividir por el número de muestras.



$$\bar{X} = \frac{\Sigma \text{Peso total de semillas limpias (g)}}{\text{Número de muestras}} \quad \text{Ec. 4}$$

$\bar{X}$ : peso promedio de 75 semillas

Peso específico de 100 semillas

$$Pe = \frac{\bar{X} \times 100}{75} \quad \text{Ec. 5}$$

$$N \text{ semillas por kg} = \frac{1000 \times 1000}{\text{Peso en gramos de 1000 semillas}} \quad \text{Ec. 6}$$

N semillas por kg: Numero de semillas por kilogramo.

## Objetivo 2: Identificación del mejor comportamiento bajo tratamientos pre germinativos

Las variables se analizaron después de la siembra.

- Porcentaje de germinación (Pg)

Con la disponibilidad de semillas obtenidas se calculó el porcentaje de germinación con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Pg = \frac{Sg}{Ss} \times 100 \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

Pg: Porcentaje de germinación.

Sg: Total de semillas germinadas.

Ss: Total de semillas sembradas.



- Índice de germinación (IG)

Se relaciona con el número de semillas sembradas

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

Donde:

IG: Índice de germinación.

n: Número de semillas germinadas el día i.

t: Número de días después de la siembra.

N: Total de semillas sembrada (Ramos, 2023).

- Vigor de la germinación (VG)

Se obtuvo a partir de los registros diarios de la germinación en el cual se empleó la siguiente ecuación.

$$VG = VM \times GDM \quad \text{EC. 9}$$

Donde:

VM: Es valor máximo o pico que se presenta entre los valores de germinación y se obtienen dividiendo porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se tardó en obtenerse

GDM: Es la germinación media diaria calculada como la razón entre el porcentaje final de germinación y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor (Ríos et al., 2021).

- Tiempo promedio de germinación (T)

Mediante este parámetro se buscó medir la velocidad y dispersión de la germinación a través de la expresión.

$$T = \frac{\sum(n_i t_i)}{\sum n_i} \quad \text{Ec. 10}$$



Donde:

T: Tiempo promedio de germinación.

$t_i$ : Número de días después de la siembra

$n_i$ : Número de semillas germinadas en el día (González & Orozco, 1996, como se citó en Solano, 2020).

- Velocidad de germinación (M)

Se obtuvo a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra, relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación.

$$M = \sum \left( \frac{n_i}{t} \right) \quad \text{Ec.10}$$

Donde:

M: Velocidad de germinación.

$n_i$ : Número de semillas germinadas al día i

T: Tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla (Maguire, 1962, como se citó en Aguiar, 2020)

#### **2.5.4. Instalación del experimento o ensayo.**

Para la instalación del ensayo se realizó las siguientes actividades

- Limpieza de la platabanda del Campus Forestal Yuyucocha
- Preparación del sustrato, a base de suelo del sitio 70%, estiércol 30% y cascarilla de arroz 10%; y desinfección.
- Llenado de fundas de polietileno con dimensión de 6x10(15,24 cm x 25,4 cm) y ubicación de las mismas en el área de estudio (platabanda).



- Recolección de semillas de *Junglans neotropica* que presentaron características fenotípicas superiores en el sistema agroforestal de la propiedad de la Sra. Zoila Caiza.
- Evaluación de las variables para la calidad de las semillas de *Junglans neotropica* bajo la normativa ISTA (Cálculo de pureza, peso, contenido de humedad).
- A partir de las 600 semillas se seleccionaron 100 semillas para cada tratamiento.
- Aplicación de Tratamientos pregerminativos:
  - Para el tratamiento A, se procedió a lijar las 100 semillas, con una lija de 80 en grano, se redujo la zona del estigma.
  - Para el tratamiento B, se procedió a realizar la inmersión completa de las semillas en citoquinina durante 24 horas, luego se las dejó secar por un lapso de dos horas para posteriormente realizar la siembra
  - Para el tratamiento C, se empleó el esmeril para rebajar el grosor del endocarpio en la zona del estigma.
  - Para el tratamiento D, se colocó agua en un recipiente, en una estufa hasta que alcance su punto máximo de ebullición y se procedió a sumergir las semillas y dejarlas por un lapso de tres horas, que se ira enfriando gradualmente.
  - Para el tratamiento E, se procedió a realizar la inmersión completa de las semillas en ácido giberélico durante 24 horas, para posteriormente dejarlas secar durante dos horas
  - En el tratamiento D, no se aplicó tratamientos, debido a que es el testigo



- Después de la siembra se realizó un seguimiento, riego y limpieza a las semillas y se tomaron datos diarios después de la primera emergencia de una plántula para identificar el tratamiento más efectivo.
- Evaluación de las variables post aplicación de tratamientos pregerminativos como: el cálculo de porcentaje germinación, velocidad de germinación, vigor de germinación, tiempo promedio de germinación, índice de emergencia mediante las ecuaciones: Ec.6, Ec.7, Ec.8, Ec.9, Ec.10.





## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis de la calidad física de las semillas del *Juglans neotropica*

Los resultados de los parámetros de la calidad física de las semillas de la especie de *Juglans neotropica* del sistema agroforestal de parroquia de Natabuela se representan en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Resumen de calidad física de las semillas colectadas del sistema agroforestal, parroquia de Natabuela.*

Pureza (%)	Contenido de humedad a 103°C por 24h (%)	Peso de 1000 semillas (g)	Numero de semillas/kg
87.36	34.60	33623.3	30

Las semillas del *Juglans neotropica* del sistema agroforestal de la parroquia de Natabuela presentaron un tamaño pronunciado, debido a sus cavidades internas, las cuales están ocupadas por la almendra. El peso, el contenido de humedad y el número de semillas están directamente relacionados con las dimensiones de la semilla. En la investigación, se registró un 87% de pureza. Este dato se encuentra dentro de los rangos de investigación de fuentes semilleras de Herrera (2016), donde la calidad física de *Juglans neotropica*, se encuentra con un porcentaje de pureza que oscila entre 87.74% y el 88.24%.



Según López & Piedrahíta (1998), el contenido de humedad del *Juglans neotropica* se encuentra entre los 17.02% a 19.03% al equilibrar la respiración. Por otra parte, el contenido inicial fue cercano al 30% (Ospina et al., 2003). Por lo tanto, el 34.60% de las semillas del sistema agroforestal de la parroquia de Natabuela muestra rangos elevados debido a las dimensiones de la semilla.

Las semillas del *Juglans neotropica* presentan un endocarpio duro y grueso, y, por ende, el peso de la cubierta juega un papel determinante en el número de semillas que se alcanza a contener en un kilogramo. El dato de 30 semillas por kilogramo con un peso de 33.6 gramos cada una del sistema agroforestal de la parroquia de Natabuela, se encuentra dentro los rangos aceptables de la investigación de Palomino & Barra (2003). En el programa de reforestación para Oxapampa, el número de semillas por kilogramo estaba entre los 25 y 30 para la especie del *Juglans neotropica*, con un peso que oscilaba entre los 33.6 y 40 gramos (Palomino & Barra, 2003).

### 3.2. Comportamiento de las variables en estudio bajo tratamientos pregerminativos

- Porcentaje de germinación (Pg)

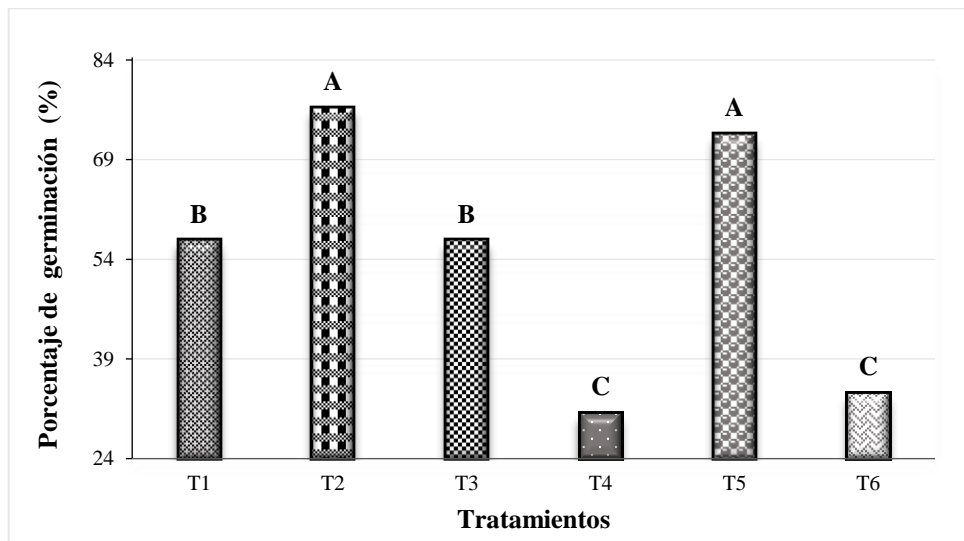
Los datos cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad, lo cual se demostró a través de la prueba de Shapiro Wilks con p-valor 0.1337, y la prueba de Levene con p-valor 0.6940, respectivamente. Ambos valores superaron el 0.05, una vez cumplido con los supuestos estadísticos, se llevó a cabo el ADEVA, el cual reveló diferencias significativas entre los tratamientos, respaldando la hipótesis alterna del experimento con un p-valor <0.0001. Además, el coeficiente de variación 18.42%, se encuentra dentro de los rangos aceptables.



La prueba de comparación de medias de Dunnet mostró que, a los 120 días de la siembra, la citoquinina al 0.01% y ácido giberélico al 10%, presentaron el mejor comportamiento en porcentaje de germinación, con un 77% y 73%, respectivamente, figura 2. Por otro lado, tanto la lija como el esmeril mostraron un 57% de germinación, lo que sugiere que ambos son medianamente efectivos. Finalmente, el tratamiento pregerminativo de agua caliente durante tres horas generó solo un 31% de germinación y no mostró diferencias significativas en comparación con la media del testigo. Por lo tanto, no se recomienda la aplicación de este tratamiento pregerminativo.

**Figura 2**

*Porcentaje de germinación en base a los tratamientos efectuados en las semillas del Juglans neotropica Diels.*



*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ); (E. E:5.05); (Desv.Est:10.09). T1(lija), T2(citoquinina), T3(esmeril), T4(agua caliente), T5(ácido giberélico), T6(Testigo).



La citoquinina al 0.01% y ácido giberélico al 10% demostraron un porcentaje de germinación superior al resto. Esto se debe a que las hormonas como las citoquininas activan la división celular en el embrión promoviendo la germinación (Rodríguez & Tampe, 2017). Por otro lado, el ácido giberélico rompe la latencia y estimula la expresión de genes implicados en el cambio y desarrollo de la pared celular, lo cual provoca el aflojamiento de las cubiertas de las semillas (Bijan & Noorali, 2019).

En el porcentaje de germinación el tratamiento pregerminativo realizado sin el desgaste de la cubierta, aplicando una inmersión de ácido giberélico al 10% durante 24 horas, generó el 73% de germinación. Sin embargo, en el tratamiento físico tomando en cuenta el tiempo de inmersión, con tres horas posterior a la aplicación del golpe de calor con agua caliente, determinó un menor porcentaje de germinación 31%. En contraste en el ensayo de evaluación de tratamientos pregerminativos, en la especie del *Juglans neotropica* realizado por Ramírez et al., (2022), el tratamiento mixto de lija más ácido giberélico al 0.01% por un lapso de una hora de inmersión generó un 27.33% de germinación. Por otro lado, el tratamiento pregerminativo de agua caliente, llevado al punto máximo de ebullición por un periodo de 12 horas, el cual se enfrió paulatinamente, alcanzó un 51.33% de germinación (Ramírez et al., 2022). La reducción en el porcentaje de germinación de esta investigación podría haber sido causada por el tiempo de inmersión.

El tratamiento pregerminativo a base de lija en grano 80, generó el 57% de germinación en contraste con Maldonado (2023), la escarificación a base de lija presentó el 37% de germinación aplicando el mismo grano, por lo que se asume que, el factor determinante es la temperatura y la humedad del ambiente como del sustrato. El tratamiento pregerminativo a base del esmerilado alcanza un valor igual al lijado en la presente investigación, generando mejores resultados en



comparación con lo obtenido por Azas (2016), que al esmerilar 5 mm el endocarpio del ápice de las semillas presentó un 17.19% de germinación. La disminución de porcentaje en la experiencia de Azas (2016), pudo estar dado por el procedimiento del esmerilado.

En el contexto de esta investigación, se valora la viabilidad técnica de producir plántulas en campo. Se observa que la inmersión en citoquininas al 0.01% durante 24 horas, logró alcanzar una tasa de germinación del 77%. Esto resalta la complejidad de la propuesta presentada por Peña et al., (2014), quienes, mediante el uso de citoquininas en cultivos in vitro, lograron un aumento en el número de brotes generados por micro plántulas de *Juglans neotropica*, alcanzando un 80% de propagación. Sin embargo, es importante señalar que la adaptación de esta propuesta resulta rigurosa y trabajosa, y su aplicabilidad se limita al laboratorio, lo que la hace inadecuada para su implementación en el campo.

- Índice de germinación (IG)

Los datos de la presente variable cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad, lo cual se demostró a través de la prueba de Shapiro Wilks con p-valor 0.3523, y la prueba de Levene con p-valor 0.9261, respectivamente. Ambos valores superaron el 0.05, una vez cumplido con los supuestos estadísticos, se llevó a cabo el ADEVA, el cual muestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos pregerminativos, aceptando la hipótesis alterna del experimento con un p-valor de 0.0001, con un coeficiente de variación 19.34 %, que se encuentra entre los rangos aceptables.

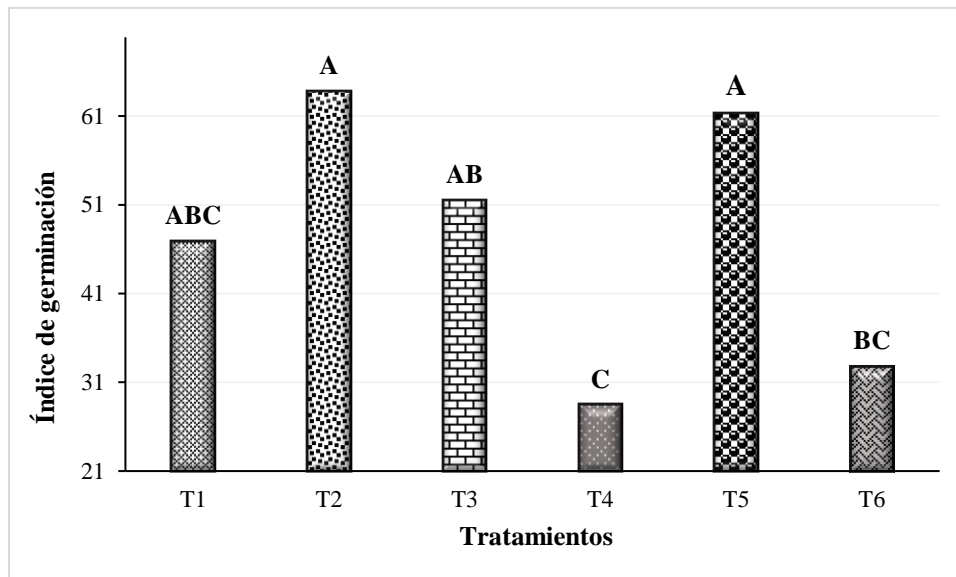
La prueba de comparación de medias de Dunnet, demostró que los tratamientos de citoquinina al 0.01% y ácido giberélico al 10% mostraron los mejores resultados en el índice de germinación con



63.31 y 60.78 respectivamente, en comparación con el resto de los tratamientos, figura 3. En contraste, el esmeril exhibió un índice de germinación persistente con 50.98, seguido por la lija con 46.4. Sin embargo, la inmersión en agua caliente solo mostró 27.92 un índice de germinación bajo, en comparación con los tratamientos pregerminativos.

**Figura 3**

*Índice de germinación de las semillas del Juglans neotropicalis Diels en relación con los tratamientos pregerminativos.*



Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ); (E. E:4.54); (Desv.Est:9.07). T1(lija), T2(citoquinina), T3(esmeril), T4(agua caliente), T5(ácido giberélico), T6(Testigo).

En el índice de germinación, los tratamientos pregerminativos de citoquinina y ácido giberélico mostraron los mejores resultados. Esto se debe a que las hormonas rompieron la latencia e indujeron la germinación. Además, los tratamientos pregerminativos a base de hormonas, citoquinina al 0.01% y ácido giberélico al 10% influyeron en el índice de germinación con 63.31 y 60.78 respectivamente.



En el estudio de Trujillo et al., (2014) sobre las semillas *Ferocactus townsendianus*, reveló que estas requieren un período de maduración más prolongado, lo que resultó en índices de germinación bajos debido a factores ambientales y al tamaño de las semillas. Del mismo modo, en el caso de las semillas de *Juglans neotropica*, su mayor tamaño también conlleva la necesidad de un tiempo prolongado para lograr un índice de germinación significativo.

La lija presentó un índice de germinación inciertamente efectivo, con 46.4. Cabe mencionar que, a los 120 días de la siembra, obtuvo el 57% de germinación. De acuerdo con la investigación de Ramos (2023), el tratamiento a base de lija en las semillas del *Juglans neotropica* a los 163 días de la siembra mostró un mejor comportamiento en el índice de germinación 13.08, con el 51% de germinación.

- Vigor de la germinación (VG)

Las pruebas paramétricas determinaron que los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad. Sin embargo, después de aplicar transformaciones a los datos, lograron cumplir con los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilks con un p-valor 0.0670 y homogeneidad en la prueba de Levene con un p-valor 0.1022, superando el 0.05. En respuesta a este resultado, se realizó la prueba de ADEVA, que arrojó un p-valor de 0.6378, el cual es mayor al 0.05, lo que confirma que no existen diferencias significativas entre los tratamientos pregerminativos.

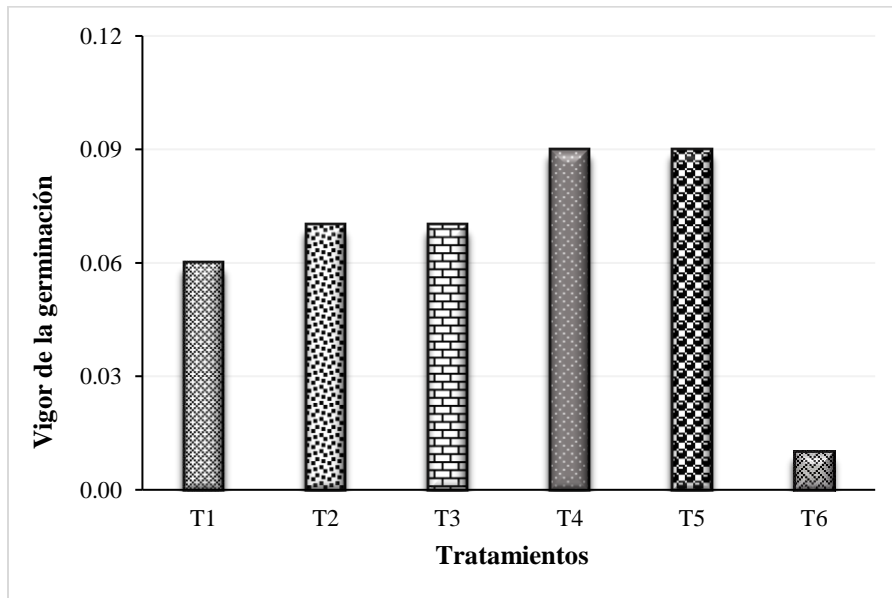
En el vigor de la germinación, los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas del *Juglans neotropica* no demostraron niveles significativos, como se muestra en la Figura 4. Exhibieron una media que va desde los 0.06 a los 0.09. Es importante señalar que, a pesar de que



el tratamiento de inmersión en agua caliente y ácido giberélico fueron los primeros en germinar, no generó un vigor de germinación significativo. En resumen, los resultados no reflejaron una tasa de vigor representativa en esta investigación.

**Figura 4**

*Vigor de la germinación en las semillas del Juglans neotropica con relación a los tratamientos pregerminativos.*



Nota. Las medias sin letras no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ); (E. E:0.03); (Desv.Est:0.069). T1(lija), T2(citoquinina), T3(esmeril), T4(agua caliente), T5(ácido giberélico), T6(Testigo).

En este estudio el vigor de la germinación no mostró diferencias significativas. Presentó medias que oscilan entre 0.06 a 0.9 a los 120 días de la siembra. Sin embargo, a medida que transcurrieron los 100 días se observó un deterioro en las semillas. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos con menos horas de aplicación no presentan diferencias significativas en comparación con los métodos de osmocondicionamiento, los cuales aumentan el nivel de actividad en las semillas del *Juglans neotropica*.





De acuerdo con López & Piedrahíta (1998), la aplicación osmoacondicionamiento durante 15 días permitió un aumento del vigor de las semillas en un rango de 0.30 a 0.45. Además, la combinación de osmoacondicionamiento con estratificación durante 60 días exhibe una rápida de germinación con un vigor de 0.40. En otro contexto, las semillas del *Juglans jamaicensis* sometidas a un remojo en agua a temperatura ambiente con cambio cada 12 horas generaron un vigor de 0.38 (Rodríguez & Aguilar, 2019).

- Tiempo promedio de germinación (T)

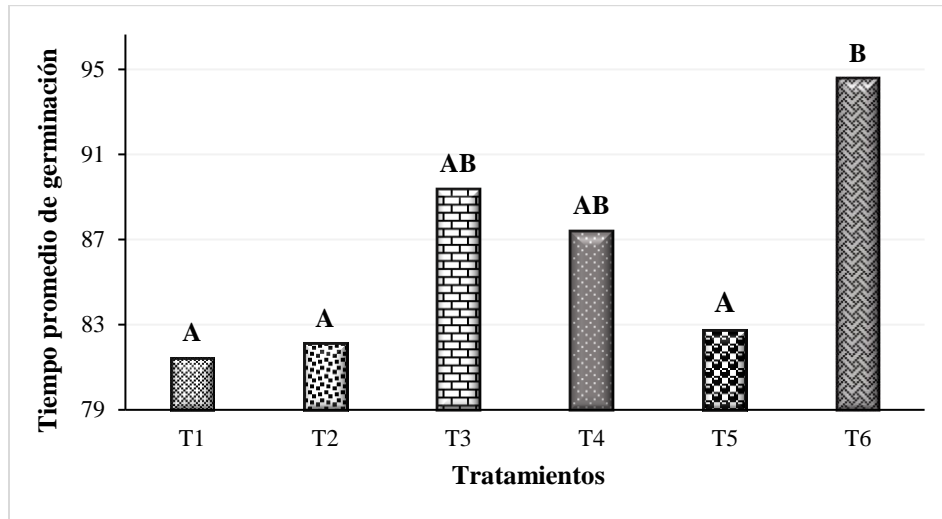
Las pruebas paramétricas determinaron que los datos no cumplían con la normalidad en la prueba de Shapiro Wilks, a pesar de las transformaciones realizadas, con un p-valor inferior a 0.05. Sin embargo, se cumplió con la homogeneidad, según la prueba de Levene, con un p-valor 0.0487. Por lo tanto, se ejecutó el análisis de la varianza no paramétrico de Kruskal Wallis, que arrojó un p-valor 0.0285, siendo inferior a 0.05. Se aceptó la hipótesis alterna: al menos uno de los tratamientos mostró diferencias significativas.

El tiempo promedio de germinación de las semillas de *Juglans neotropica* en relación con los tratamientos pregerminativos, mostraron los mejores comportamientos: en la lija con 81.68 días, citoquinina al 0.01% con 82 días y ácido giberélico al 10% con 83 días, figura 5. Por otro lado, los tratamientos de inmersión en agua caliente y esmeril con 87 días y 89 días respectivamente son medianamente efectivos, presentaron una resistencia a la germinación.



**Figura 5**

*Tiempo promedio de germinación de las semillas del *Juglans neotropica* Diels en relación con los tratamientos*



Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ); (Desv.Est:4.74). T1(lija), T2(citoquinina), T3(esmeril), T4(agua caliente), T5(ácido giberélico), T6(Testigo).

En el tiempo promedio de germinación, considerando que las semillas del *Juglans neotropica* posee un tegumento impermeable al agua y al oxígeno, el cual obstaculiza la inmediata germinación, frente a este hecho, la aplicación de tratamientos mecánicos y hormonas incidió en el tiempo promedio de germinación. Para este estudio la lija, citoquinina al 0.01% y el ácido giberélico al 10% mostraron un mejor tiempo de germinación con 81.68, 82.37 y 83 días, respectivamente, produciendo más del 50% de germinación en el caso de la lija y más del 70% de germinación para las hormonas.

De acuerdo con Ramírez et al (2022), el tratamiento mixto de lija más ácido giberélico mostró un tiempo promedio de germinación de 75 días. Por lo tanto, se entiende que este tratamiento mixto presenta un mejor comportamiento, aunque con una baja tasa de germinación. En el mismo estudio



de Ramírez et al (2022), la escarificación a base de lija mostró un tiempo promedio de germinación de 63 días, con un 66% de germinación. En la presente investigación, la inmersión en ácido giberélico al 10% sin el desgaste de la cubierta muestra un tiempo promedio de germinación prolongado, pero con una germinación alta. Por otro lado, la lija 81.68 no presenta un mejor comportamiento en términos de tiempo, ya que la germinación inició a los 59 días. No obstante, es importante resaltar que los resultados fueron favorables en comparación con el estudio de Ramos (2023), donde el tratamiento de lija presentó un tiempo promedio de germinación de 100 días.

- Velocidad de germinación(M)

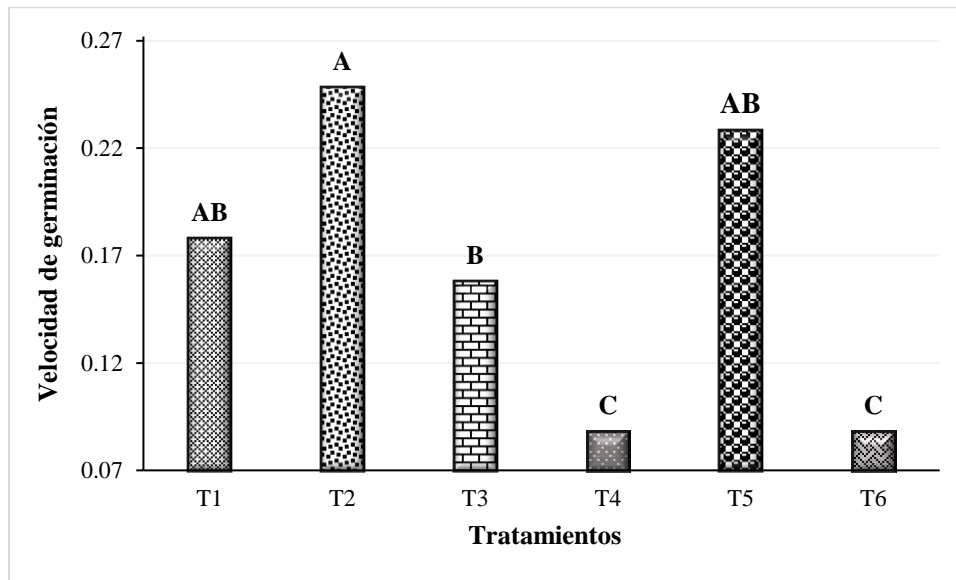
Los datos de la variable en cuestión exhibieron normalidad con 0.1179 y homogeneidad con 0.2607, superando el 0.05 en las pruebas de Shapiro Wilks y Levene, respectivamente. Una vez que se cumplieron los supuestos, se consideró apropiado llevar a cabo el ADEVA. Dicha prueba reveló que existen diferencias significativas entre los tratamientos, ya que el p-valor  $<0.0001$  es menor al 0.05, se aceptó la hipótesis alterna. Además, el coeficiente de variación 18.27% se encuentra dentro los rangos aceptables.

Se determinó que la velocidad de germinación fue más acelerada con la citoquinina al 0.01% con 0.25, seguido por el ácido giberélico al 10% con 0.23, figura 6. Es preciso mencionar que la lija, con 0.18 presentó una velocidad de germinación medianamente efectiva. En contraste, el esmeril con 0.16, generó una velocidad de germinación modesta. Lamentablemente, la inmersión en agua caliente no mostró diferencias significativas frente al testigo.



**Figura 6**

*Velocidad de germinación en las semillas del Juglans neotropica Diels con relación a los tratamientos.*



*Nota.* Medías con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ); (E.E:0.02); (Des. Est:0.30).  
 T1(lija), T2(citoquinina), T3(esmeril), T4(agua caliente), T5(ácido giberélico), T6(Testigo).

Los tratamientos aplicados influyen en la velocidad de germinación, excepto la inmersión en agua caliente. Cabe destacar que las citoquininas mejoran la germinación de las semillas, al igual que el ácido giberélico, que acelera este proceso. Además, el ácido giberélico debilita el endospermo, activa el desarrollo del embrión y reemplaza los estímulos ambientales (Rodriguez et al., 2020).

El tratamiento pregerminativo de inmersión en ácido giberélico reveló una notable velocidad de germinación 0.23. Este resultado demuestra su eficacia en estimular el proceso de germinación. En contraste, los hallazgos obtenidos por Ramírez et al., (2022), indican que el tratamiento combinado de lijado junto con ácido giberélico arrojó una velocidad de germinación de tan solo 0.08, lo que sugiere una diferencia significativa en la eficiencia de los tratamientos evaluados.



Por otro lado, los tratamientos físicos influyen moderadamente en la velocidad de germinación. En el estudio realizado, el tratamiento pregerminativo de lija mostró una velocidad 0.18 con un 57% de germinación. En contraposición, según Ramos (2023), el tratamiento de lija presentó una velocidad de germinación, 0.32 y generó un 51% de germinación.

Se observaron diferencias significativas en los tratamientos pregerminativos de menor duración. Es importante destacar que la aplicación de citoquinina al 0.01% y ácido giberélico al 10% durante 24 horas, generó un aumento significativo en la velocidad de germinación, en contraste con la investigación realizado por López & Piedrahíta (1998). En su estudio, emplearon tratamientos combinados de osmoacondicionamiento más estratificación durante 60 días para lograr una mayor velocidad de germinación (Lopez & Piedrahíta, 1998).



## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Las semillas del *Juglans neotropica* Diels colectadas del sistema agroforestal de la parroquia de Natabuela presentaron una calidad física aceptable en términos de pureza y contenido de humedad.
- Los tratamientos pregerminativos con hormonas vegetales de citoquinina y ácido giberélico influyeron significativamente en la germinación de las semillas del *Juglans neotropica* Diels.

#### 4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios para el almacenamiento de las semillas de *Juglans neotropica* Diels.
- Se recomienda aplicar los tratamientos pregerminativos a base de hormonas vegetales de citoquinina y ácido giberélico para producción en vivero.



## CAPITULO V

### REFERENCIAS

- Aguiar, M. (2020). *Evaluación de las tasas de germinación y supervivencia de cinco especies vegetales en vivero y en áreas degradadas en los bosques montanos del noroccidente de Pichincha*. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador].  
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7429/1/T3225-MCCSD-Aguiar-Evaluacion.pdf>
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
- Alberca, J. (2018). *Efecto individual y combinado de giberelinas, auxinas y citoquininas en la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) variedades “criollo” y “selva” en Lambayeque*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3608/BC-TES-TMP-2416.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apodaca, M., Cetina, V., Mata, J., López, M., González, H., Uscanga, E., & García, A. (2019). Ruptura de la latencia física y germinación de semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* (Malvaceae). *Botanical Sciences*, 97(2), 214-215.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/bs/v97n2/2007-4476-bs-97-02-211.pdf>



- Aponte, R., & Sanmartin, J. (2011). *Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector, el bosque de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja].
- <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5345/1/FENOLOG%C3%8DA%20Y%20ENSAYOS%20DE%20GERMINACI%C3%93N%20DE%20DIEZ%20ESPECIES%20FORESTALES%20NATIVAS%2C%20CON%20POTENCIAL%20PRODUCTIVO.pdf>
- Azas, R. (2016). *Evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotrópica Diels) en el recinto Pumin provincia de Bolívar*. [Tesis de Grado, ESPE-Universidad de las Fuerzas Armadas].
- <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/10697/T-ESPE-002791.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barreto, G., Herrera, J., & Trujillo, E. (1990). *Juglans Neotropica*. Bogotá, Colombia: PAFC, PLANIF, INDERANA.
- <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Juglans%20Neotr%C3%B3pica.pdf>
- Bautista, J. (2018). *Tratamientos pregerminativos en semillas de tumbo serrano (Passiflora mollissima)*. Lima, Peru: [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria la Molina].
- <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32168.26882>
- Benítez, E., González, S., Escobar, C., & Rodríguez, L. (2019). Caracterización morfológica de frutos y calidad de semillas de árboles semilleros seleccionados de *Cariniana estrellensis*





(Raddi) Kuntze. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 24(1), 37-38.

<https://doi.org/https://doi.org/10.32480/rscp.2019-24-1.36-47>

Bijan, N., & Noorali, S. (2019). Seed germination induction and response of seedling growth of primrose (*Primula vulgaris*) to different treatments of mechanical scarification and chemical Pre-treatment (In Persian). *Seed Science and Technology*, 8(1), 4-3.

<https://doi.org/10.22034/ijssst.2018.115210.1125>

Cadena, J., & Ruiz, E. (2013). *Efecto de azolla sp., en la productividad y mejoramiento del suelo en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica del Norte].

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2068/1/03%20RNR%20164%20TESIS.pdf>

Congcong, G., Yongbao, S., & Fenghou, S. (2018). Investigating seed dormancy in *Pinus bungeana* Zucc. ex Endl.: Understanding the Contributions of Enclosing Tissues and Temperature on Germination. *Forests*, 9(401), 2-3.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f9070401>

Di Sacco, A., Way, M., León, P., Suarez, C., & Díaz, J. (2020). *Manual de recolección, procesamiento y conservación de semillas de plantas silvestres*. Chile: Royal Botanic Gardens, Kew e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://doi.org/10.34885/175>



- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>
- FAO. (2019). *Materiales Para Capacitación: Modulo 6: Almacenamiento de Semillas*. Roma: la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Roma.  
<https://www.fao.org/3/ca1495es/CA1495ES.pdf>
- Foschi, L., Mariano, J., Pacual, B., & Pascual, N. (2022). The Imbibition, Viability, and Germination of Caper Seeds (*Capparis spinosa* L.) in the First Year of Storage. *Plants*, 2(202), 1-2. <https://doi.org/10.3390/plants11020202>
- García, A., Sánchez, J., García, L., & León, F. (2011). Reproducción sexual e influencia de sustratos en el desarrollo de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). *Polibotánica* (32), 119-133. <https://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n32/n32a7.pdf>
- García, F. (2017). *Maduración y Germinación de las Semillas*. ETSMRE, UPV.  
<http://www.euita.upv.es/varios/biologia//Temas%20PDF/Tema%2017%20Maduraci%F3n%20y%20germinaci%F3n%20de%20semillas.pdf>
- Gobierno Autonomo descentralizado de San Francisco de Natabuela. (2019). *Actualización Plan De Desarrollo De Ordenamiento Territorial De La Parroquia San Francisco de Natabuela*. Ibarra: SEMPLADEZ; GAD Provincial de Imbabura.  
<https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT%20NATABUELA.pdf>



Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra*. Ibarra, Ecuador.

<https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Cantonal/PDOT%20IBARRA.pdf>

Gómez, M. (2004). Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de diomate (*Astronium graveolens* Jacq.) sometidas a diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 57(1), 2215-2228.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a06v57n1.pdf>

Hernández, S., Rodríguez, D., Granados, D., & Cadena, J. (2021). Latencia física, morfoanatomía y análisis proximal de la semilla de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 9(23), 2-3.

<https://doi.org/https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79675>

Herrera, C. (2016). *Evaluación de fuentes semilleras de especies forestales nativas, como apoyo a programas y políticas de reforestación de la provincia de Loja*. Universidad Nacional de Loja.

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/9919/1/TESIS%20FINAL%20Clemencia.pdf>

Huaman, D. (2021). *Efecto de la Disminución de Humedad y Conservación de Semillas del Pan de Árbol (*Artocarpus camansi* F. Blanco) en el Proceso de Germinación*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria De La Selva].

[http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2088/TS\\_DFHA\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2088/TS_DFHA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



Hurtado, L., Urgiles, N., Eras, V., Muñoz, J., Encalada, M., & Quichimbo, L. (2020, Diciembre 10). Aplicabilidad de las Normas ISTA: Análisis de la calidad de semillas en especies forestales en el Sur del Ecuador. *Latindex*, 44.

[https://drive.google.com/file/d/1Cue9a0\\_0qsp\\_ImCXKArrYcYrZIUfRJxv/view](https://drive.google.com/file/d/1Cue9a0_0qsp_ImCXKArrYcYrZIUfRJxv/view)

Hurtado, P. (2014). *Evaluación de la actividad gastroprotectora del extracto hidroalcohólico de las hojas de Juglans neotropica Diels “nogal Peruano”*. [Tesis de Grado] Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3748/Hurtado\\_mp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3748/Hurtado_mp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

INAMHI. (2017). Anuario Meteorológico. 53-2013, 142. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía.

[https://www.inamhi.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf)

ISTA. (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas*. Montevideo, Uruguay: International Seed Testing Associat.

[https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf)

Kidd, F., & West, C. (1919). *Physiological Pre-Determination: The influence of the physiological condition of the seed upon the course of subsequent growth and upon the yield*. <https://us.docs.wps.com/l/sABHq0CXTxZRaopXox6unFA>

Lacoretz, M., Malavert, C., Madanes, N., Cristiano, P., & Tognetti, P. (2022). Latencia y germinación de semillas de especies leñosas nativas y exóticas invasoras de un bosque



templado en peligro de extinción en la Pampa Argentina. *Ecología y gestión forestal*,

526. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120577>

Lallana, V., Elizald, J., & García, L. (2005). *Germinación y Latencia de semillas y yemas*.

Universidad Nacional de Entre Ríos.

<http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Germinaci%C3%B3nyLatenciadesemillasyyemas.pdf>

Lallana, V., Garcia, L., & Elizalde, J. (2011). *Importancia de la calidad de semillas*. Parana,

Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.

[http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV\\_2010/mat\\_did/UT\\_FV11\(2da%20Parte\).pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT_FV11(2da%20Parte).pdf)

Lamichhane, S., Thapa, R., Thapa, P., & Ahamad, K. (2021). Effect Of Different Pre-Sowing

Treatments On Germination Of Persian Walnut (*Juglans regia* L.) In Rukum (East)

District, Nepal. *Tropical Agroecosystems*, 2(1), 57-61.

<https://doi.org/http://doi.org/10.26480/taec.01.2021.57.61>

Lopez, J., & Piedrahíta, E. (1998). Respuesta de la semilla de cedro negro (*Juglans neotropica*

Diels) a la aplicación de tratamientos pregerminativos. *Revista Facultad Nacional de*

*Agronomía Medellín*, 51(1), 217-235. <https://doi.org/10.15446/rfnam>

Lozano, P. (2015). *Especies Forestales Árboreas y Arbustivas De Los Bosques Montanos Del*

*Ecuador*. Quito, Ecuador: MAE. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>

MAE. (2012). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*.

<http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>



- Maldonado, N. (2023). *Efecto de cuatro tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels), Jaén, Cajamarca*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5622/TESIS-%20MALDONADO%20MONTENEGRO%20NERLY%20NATAL%c3%8d-NOGAL-Nerly%20N-%20EMPASTADO%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Matilla, Á. (2016). Desarrollo y germinación de las semillas. En J. Azcón, & M. Talón, *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (Segunda ed., págs. 16-17). McGraw Hill. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Matilla-2008.pdf>
- Medina, J., Quizhpe, W., Déleg, J., & Gonzalez, K. (2021). Are Juglans neotropica Plantations Useful as a Refuge of Bryophytes Diversity in Tropical Areas? *Life*, *11*(5), 434. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/life11050434>
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018). *Organos vegetales Semilla*. España: Facultad de Biología: Universidad de Vigo. <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/o-v-semilla.pdf>
- Mérola, R., & Díaz, S. (2012). *Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras*. [Post-grado, Universidad de la Empresa]. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12563/1/Pasantia-Post-grado-Merola-Saulo-Diaz-2012.pdf>
- Montilla, V. (2019). Efecto De Hormonas Vegetales En La Germinación De Semillas De Sombrero (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard). *Academia*, *18*(42), 49-63. [http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/46333/art\\_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/46333/art_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



Ordóñez, L., Aguirre, N., & Hofstede, R. (2001). *Sitios de Recolección de Semillas Forestales Andinas del Ecuador*. Quito, Ecuador: ECOPAR.

[https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1316&context=abya\\_yala](https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1316&context=abya_yala)

Ospina, C., Hernández, R., & Aristizabal, F. (2003). *El cedro negro*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. <https://www.cenicafe.org/es/publications/bot025.pdf>

Palomino, J., & Barra, M. (2003). *Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad*.

Programa selva central Oxapampa. <https://docplayer.es/14487587-Especies-forestales-nativas-con-potencial-para-reforestacion-en-la-provincia-de-oxapampa-y-fichas-tecnicas-de-las-especies-de-mayor-prioridad.html>

Peña, D., Rocano, M., Salazar, J., & Torres, C. (2014). Inducción de la brotación in vitro de microplántulas de Nogal (*Juglans neotropica*) tratadas con Thidiazuron (TDZ) y 6-Bencilaminopurina (BAP). *Maskana*, 5(2), 81-85.

<https://doi.org/10.18537/MSKN.05.02.07>

Perales, E. (2012). *Ficha técnica de Flora: Juglans neotropica Diels*. Lima: UNALM.

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/download/654/638&ved=2ahUKEwiGtpz46IT1AhX8TDABHXiDDrIQFnoECAQQAQ&usg=AOvVaw1KxlXiZ5XdklQeBFnWrHMD>

Pillaca, S. (20 de Octubre de 2016). *Scrib*. Retrieved 25 de Diciembre de 2021, from

<https://es.scribd.com/document/328330905/La-Semilla-Resumen>



- Pita, J., & Perez, F. (1998). *Gérmínación de las Semillas*. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2090.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf)
- Porta, H., & Jiménez, N. (2019). Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 22, 2.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.160>
- Quintero, C., & Jaramillo, S. (2012). Rescate y germinación in vitro de embriones inmaduros de cedro negro (*Juglans neotropica* Diels). *Acta agronomica*, 61(1), 52-60.
- <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v61n1/v61n1a07.pdf>
- Ramírez, F., & Kallarackal, J. (2021). The phenology of the endangered Nogal (*Juglans neotropica* Diels) in Bogota and its conservation implications in the urban forest. *Urban Ecosystems*, 24, 1327–1342. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11252-021-01117-3>
- Ramírez, J., Vallejos, H., & Añazco, M. (2022). Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de *Juglans neotropica* Diels. *Bosques Latitud Cero*, 13(1), 83-93.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1737>
- Ramos, A., Murillo, O., & Gallo, L. (2020). Potencial de mejoramiento genético en *Juglans neotropica* Diels, a los 10 meses de edad en Tunshi, Chimborazo. *KnE Engineering*, 20, 562-565. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6278>
- Ramos, R. (2023). *Métodos mecánicos y químicos para superar la dormancia en semillas de nogal (*Juglans neotropica* Diels) en Bambamarca, Cajamarca*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma De Chota].





[http://185.209.223.160/bitstream/handle/20.500.14142/399/Ramos\\_Carranza\\_RY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://185.209.223.160/bitstream/handle/20.500.14142/399/Ramos_Carranza_RY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ramos, R., Vera, R., Grijalva, J., & Ramos, M. (2022). Biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, en la etapa de vivero. *AlfaPublicaciones*, 4(3.2), 97-114.

<https://doi.org/https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.2.280>

Ríos, V., Córdoba, L., Ramírez, P., Copete, J., & Ramos, P. (2021). Métodos de Escarificación Química y sus Efectos en la Germinación de Semillas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 12(1), 165-177.

<https://doi.org/https://doi.org/10.22490/21456453.3727>

Rodrigues, A., Santos, M., Hass, J., Paschoal, B., & De Paula, O. (2020). What kind of seed dormancy occurs in the legume genus *Cassia*? *Scientific Reports*, 7-8.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-020-69215-4>

Rodríguez, J., & Aguilar, C. (2019). Morphological structure, germination and vigor of *Juglans*. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(3), 297-304.

<https://doi.org/https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/475>

Rodríguez, M., & Tampe, J. (2017). Efectos del ácido giberélico, N6-bencilaminopurina y fluridona sobre la germinación in vitro de *Aristotelia chilensis*. *Bosque*, 38(3), 593-597.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002017000300017>

Rodríguez, S., Vergara, M., Ramos, J., & Sainz, C. (2002). *Germinación Y Manejo De Especies Forestales Tropicales*. CONAFOR-CONACYT.



<https://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>

Rosabal, L., Martínez, L., Reyes, Y., Dell'Amico, J., & Nuñez, M. (2014). Aspectos fisiológicos, bioquímicos y expresión de genes en condiciones de déficit hídrico. Influencia en el proceso de germinación. *Cultivos Tropicales*, 24-35.

<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232155003.pdf>

Sánchez, B., Pacheco, E., Lugo, G., Reyes, A., & Garcia, E. (2017). Métodos de Escarificación en Semillas de *Guaiacum coulteri*, Especie Amenazada del Bosque Tropical Caducifolio del Norte de Sinaloa, México. *Gayana Bor*, 74(2), 262-268.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/gbot/v74n2/0717-6643-gbot-74-02-00262.pdf>

Sánchez, D. (2017). *Ensayos de germinación de semillas de especies arbóreas nativas del refugio de vida silvestre Pasochoa*. [Tesis de Grado, UdlA].

<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7357/1/UDLA-EC-TIAM-2017-12.pdf>

Sierra, R., Calva, O., & Guevara, A. (2021). *La Deforestación en el Ecuador, 1990 – 2018: Factores, Promotores y Tendencias Recientes*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica; Ministerio de Agricultura y Ganadería.

[https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/06/Deforestacio%CC%81n\\_Ecuador\\_com2.pdf](https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/06/Deforestacio%CC%81n_Ecuador_com2.pdf)

Singh, R., & Sharma, B. (2019). *Biotechnological Advances, Phytochemical Analysis and Ethnomedical Implications of Sapindus species*. Uttar Pradesh, India : University of Allahabad. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-981-32-9189-8>



SNI. (31 de 12 de 2014). *Sistema Nacional de Información*. <https://sni.gob.ec/coberturas>

Solano, K. (2020). *Tratamientos pregerminativos en semillas de “Lagenaria Siceraria (Molina) Standl”*. [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena ].

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-2021-0021.pdf>

Toro, E., & Roldán, I. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de Juglans neotropica Diels., en zonas andinas. *Madera y Bosques*, 24(1), 1-10.

<https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411560>

Trujillo, G., Espinoza, A., & Ortega, J. (2014). Efecto del tiempo de almacenamiento de la semilla en la germinación y sobrevivencia de Ferocactus townsendianus Britt & Rose. *Interciencia*, 39(10), 732-735.

<https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932433009>

Vaca, J. (2022). *Estructura, productividad de madera y regeneración natural de Juglans neotropica Diels en la Hacienda la Florencia del cantón y provincia de Loja*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja].

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24993/1/Jason%20Alejandro%20Vaca%20Llivi%C3%B1a.pdf>

Varela, S., & Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas tratamientos pregerminativos*. Bariloche, Argentina: Grupo de Ecología Forestal, INTA EEA.

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp->



inta\_latencia.pdf&ved=2ahUKEwiJvpLw0v3zAhXBm2oFHU\_LA8oQFnoECAQQAQ&  
 usg=AOvVaw0IcRE51Y8NILXTgV3Llzur

Zanping, H., Lixia, K., Zhenzhen, Z., Jun, Z., ShuLei, G., & Haiying, L. (2014). QTLs for Seed Vigor-Related Traits Identified in Maize Seeds Germinated under Artificial Aging Conditions. *Plos One*, 9(3), 1-2. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092535>

Zeberio, J. M., & Pérez, C. A. (2020). Tratamientos pregerminativos en especies leñosas del Monte Patagónico para su uso en restauración ecológica. *Foresta Veracruzana*, 22(1), 12-15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49765033005>



**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
 Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC  
 Resolución No. 001-073-CEAACES-2013-13



Ibarra - 4 de enero del 2022

Sra. Caiza Zoila

Propietaria del sistema agroforestal de *Juglans neotropica* en San José de Chaltura.

Permiso de estudio, con el fin de recolección de semillas de Nogal.

De mis consideraciones,

Reciba un cordial saludo y los mejores éxitos tanto en su vida personal, como en las laborales que desempeña diariamente.

De Villagrán Cachimuel Mary Luz, con número de cédula 1004229595, estudiante de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.

Me dirijo a usted Sra. Caiza Zoila, muy cordialmente, la razón de esta misiva es para solicitarle me otorgue un permiso de estudio por 1 año, para toma de datos, de los árboles de nogal en su propiedad; desde el 4 de enero del 2022 hasta enero del 2023, ya que se debe esperar a que los árboles estén en fructificación para la recolección de semillas, que sería el medio de la investigación.

Cabe mencionar, no se realizará ningún daño a los árboles ni a la propiedad, ya que la investigación es netamente para recolección. El motivo de este estudio es para elaborar el tema de titulación "Determinación de tratamientos pregerminativos de semillas de *Juglans neotropica* en Imbabura-Ecuador"

Le agradezco de antemano su atención,

Saludos cordiales

Zoila Caiza

Firma

Sra. Caiza Zoila

1002167537



**CERTIFICACIÓN:**

Certifico que se realizó las revisiones respectivas del documento del Trabajo de Integración: **DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Juglans neotropica* Diels, EN IBARRA, IMBABURA**, de autoría de la señorita **Villagrán Cachimuel Mary Luz**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Forestal.

El documento cumple con las exigencias científicas y técnicas en sus componentes y es apto para ser presentada para su defensa.

El interesado está facultado a dar uso al presente.

Ibarra, 11 de octubre de 2023



.....  
**Ing. Guillermo David Varela Jácome Mgs.**  
**BIOMETRISTA CIF**