



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA: INGENIERÍA FORESTAL

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

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS
QUÍMICOS DE SEMILLAS DE *Juglans neotropica* Diels
PROVENIENTE DE LA PARROQUIA SAN BLAS, CANTÓN
URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA.”**

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

Línea de investigación: Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible.

Autor: Diego Fernando Fonseca Cevallos

Director: Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc

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:	1003154778		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Fonseca Cevallos Diego Fernando		
DIRECCIÓN:	San Antonio – Tanguarin / Línea Férrea km 166+600		
EMAIL:	dffonsecac@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062-550-516	TELÉFONO MÓVIL:	0989986876

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS QUÍMICOS DE SEMILLAS DE <i>Juglans neotropica</i> Diels PROVENIENTE DE LA PARROQUIA SAN BLAS, CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA”
AUTOR:	Fonseca Cevallos Diego Fernando
FECHA:	12/09/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
ASESOR /DIRECTOR:	Dr. Daniel David Sono Toledo, PhD. Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc.

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 02 días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:

Firma:

Nombre: Fonseca Cevallos Diego Fernando

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 02 de octubre de 2023

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc.

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. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc.
C.C.: 1002412052

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS QUÍMICOS DE SEMILLAS DE *Juglans neotropica* Diels PROVENIENTE DE LA PARROQUIA SAN BLAS, CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA” elaborado por Diego Fernando Fonseca Cevallos, previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Firmado electrónicamente por:
JOSE GABRIEL
CARVAJAL BENAVIDES

(f):.....

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc.
C.C.:1002412052



Firmado electrónicamente por:
DANIEL DAVID SONO
TOLEDO

(f):.....

Dr. Daniel David Sono Toledo, PhD.
C.C.:1714331913

DEDICATORIA

La primera semilla de la abundancia, es el agradecimiento, por eso, la presente Tesis la dedico primeramente a Dios porque gracias a él todo es posible, a mi madrecita querida quien me dio la vida, su amor y paciencia, a mi hermano Andrés que sin importar nada ha visto la manera de apoyarme moral, mental, emocionalmente y junto a mi tía Jenny económicamente, a toda mi familia que siempre han estado cuando los necesitaba, a mi padre que lo llevaré siempre en mi corazón y de manera especial a mi amada hija Elizabeth por ser mi más grande motivación para seguir adelante.

A ti, pequeño colibrí, que, con tus alas, has logrado lo que parecía imposible. Gracias.

RESUMEN EJECUTIVO

Las semillas de *Juglans neotropica* Diels al poseer una testa muy resistente a las condiciones adversas, producen una interferencia en la germinación a nivel de vivero, por lo que existe una baja producción de plantas en dicha especie, la cual posee una importancia en los aspectos sociales, culturales, medicinales, entre otros. Por tal motivo, es necesario determinar el efecto de tratamientos pregerminativos de origen químico y enriquecimiento de sustratos en la germinación de semillas de *J. neotropica* Diels provenientes de la parroquia San Blas, cantón Urcuquí, provincia de Imbabura. En la investigación se realizó en el Campus Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte, donde se realizó tanto las pruebas de calidad de las semillas y de germinación con base a lo establecido por las normas ISTA. Los tratamientos empleados fueron la escarificación química con remojo en soluciones de hidróxido de sodio, así como también el enriquecimiento del sustrato con citoquininas. La semilla de *J. neotropica* presentaron un 10% de contenido de humedad, mientras que el porcentaje de pureza fue de 97.66%; con un peso promedio por semilla de 16.6 g; es decir que en un kilogramo llevará 60 semillas. En cuanto al el efecto de la interacción de tratamientos pre – germinativos de origen químico y enriquecimiento de sustrato sobre la germinación de *J. neotropica* se evidenció que el mejor tratamiento fue el que contó con la escarificación química por 32 horas en una solución de hidróxido de sodio al 4%, con la aplicación del enriquecimiento de sustrato con citoquininas.

Palabras clave: *J. neotropica* Diels; Semilla; Tratamientos; Citoquinina; Hidróxido de sodio; Germinación

ABSTRACT

The seeds of *Juglans neotropica* Diels, having a very resistant testa to adverse conditions, interfere with germination at the nursery level, so there is a low production of plants in this species, which is important in different aspects: social, cultural, medicinal, among others. For this reason, it is necessary to determine the effect of pre-germination treatments of chemical origin and enrichment of substrates on the germination of *J. neotropica* Diels seeds from the San Blas parish, Urcuquí canton, Imbabura province. The research was carried out at the Yuyucocha Campus of the Técnica del Norte University, where both the seed quality and germination tests were carried out based on the provisions of the ISTA standards. The treatments used were chemical scarification with soaking in sodium hydroxide solutions, as well as enrichment of the substrate with cytokinins. The *J. neotropica* seed presented a 10% moisture content, while the percentage of purity was 97.66%; with an average weight per seed of 16.6 g; that in a kilogram it will carry 60 seeds. Regarding the effect of the interaction of pre-germination treatments of chemical origin and substrate enrichment on the germination of *J. neotropica*, it was evidenced that the best treatment was the one that had chemical scarification for 32 hours in a solution of hydroxide. 4% sodium, with the application of substrate enrichment with cytokinins.

Keywords: *J. neotropica*; Seed; Treatments; Cytokinin; Sodium hydroxide; Germination

LISTA DE SIGLAS

COA. Código Orgánico ambiental

MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería

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

ISTA. Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas.

INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
Problema de investigación.....	xv
Justificación	xvi
Objetivos.....	xviii
Objetivo General	xviii
Objetivos Específicos	xviii
Hipótesis	xviii
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Fundamentación teórica	1
1.1.1 <i>Juglans neotropica</i> Diels.	1
1.1.2 Propagación	3
1.1.3 Germinación.....	3
1.1.4 Tratamientos pregerminativos	5
1.1.5 Calidad de la semilla.....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1 Ubicación del lugar	11
2.1.1 Política: parroquia, cantón, provincia	11
2.1.2 Geografía del sitio investigación: coordenadas y mapa.....	12
2.1.3 Límites	13
2.2 Caracterización edafoclimática del lugar	13

2.2.1	Suelos.....	13
2.2.2	Clima.....	14
2.3	Materiales, equipos y software.....	14
2.4	Metodología	14
2.4.1	Fase 1: Obtención de frutos	15
2.4.2	Fase 2: Calidad de semilla	15
2.4.3	Fase 3: Propagación sexual.....	16
2.4.4	Variables	17
2.4.5	Instalación del experimento o ensayo.....	19
2.4.6	Recolección de información	21
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1	Calidad de semilla.....	22
3.2	Propagación sexual.....	23
3.2.1	Porcentaje de germinación.....	23
3.2.2	Índice de velocidad de emergencia (IVE).....	25
3.2.3	Vigor germinativo.....	27
3.2.4	Tiempo medio de germinación (TGM).....	29
3.2.5	Índice de velocidad de germinación (IVG).....	31
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
4.1	Conclusiones	33
4.2	Recomendaciones.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.	14
Tabla 2 Tratamientos en estudio.....	17
Tabla 3 Tratamientos pregerminativos con hidróxido de sodio.	20
Tabla 4 Parámetros de calidad en semilla de <i>Juglans neotropica</i>	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de Ubicación del área de estudio fase 1: Obtención de frutos.	12
Figura 2. Mapa de Ubicación del área de estudio fase 2 y 3: Determinación de calidad de semillas y Propagación sexual.....	12
Figura 3. Porcentaje de germinación en semillas de Juglans neotropica.....	24
Figura 4. Índice de velocidad de emergencia en semillas de Juglans neotropica.....	26
Figura 5. Vigor germinativo en semillas de Juglans neotropica.....	28
Figura 6. Tiempo medio de germinación en semillas de Juglans neotropica	30
Figura 7. Índice de velocidad de germinación en semillas de Juglans neotropica	31

INTRODUCCIÓN

La semilla de *Juglans neotropica*, posee una germinación hipogea, es decir los cotiledones de esta semilla no emergen a la superficie con facilidad. Por el contrario, esta permanece cubierta por la testa dura de la semilla y por ende se debe sembrar con la radícula en posición horizontal, es decir que esta especie posee una germinación criptocotiledonar (Barreto, Herrera y Trijullo, 1990).

Según Valverde (2016) *Juglans neotropica*, no tolera procesos de estrés como el repique, por los que se debe realizar siembra directa para lo cual es preciso dejar descubierta la semilla con exposición al sol por al menos 2 horas como método pre – germinativo hasta evidenciar cierta rajadura, se esparce arena para evitar que se cierre y al momento de colocar la semilla se debe procurar colocarla de manera horizontal con el lado puntiagudo hacia el centro de la funda, cuyo sustrato debe estar previamente humedecidas.

En lo que respecta a la escarificación esta se realiza para alcanzar las condiciones que permiten romper la latencia, de tal manera que se induzca a la germinación; este método puede ser: mecánica o química (Vásquez, et al., 2019).

En cuanto a las citoquininas Segura (2013) expresa que esta es una denominación genérica de la combinación de una serie de sustancias naturales o sintéticas que cumplen la función de estimular la división celular en presencia de auxinas. En la actualidad se conoce que, las citoquininas cumplen diversas funciones sobre el desarrollo de las plantas; sin embargo, la interacción entre auxinas y citoquininas son la base esencial en el desarrollo de diferentes procesos fisiológicos como la regulación celular.

De la misma manera Taiz y Zeiger (2006) indican que, desde el descubrimiento de las citoquininas se ha demostrado la modificación de diversos procesos fisiológicos y el desarrollo de estos, que incluye la germinación de la semilla. Así también, las citoquininas contribuyen al desarrollo de plantas que poseen limitación lumínica y la compensación de los cloroplastos dentro del metabolismo autotrófico con respecto a la expansión del cotiledón y de las hojas primarias.

En lo que respecta a la germinación Aceros Duarte (1985, como se citó en Silva, 2017) menciona que por lo general las semillas de *Juglans neotropica* dura más de un mes para geminar, la germinación inicia a los 66 días, con un periodo de emergencia de 36 días, con

un máximo de energía germinativa hacia los 31 días. Se debe considerar que, por tratarse de una semilla con alto contenido de grasa, su capacidad germinativa decae velozmente.

Pedraza (2014) en su estudio desarrollado en el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero ex Xalapa – México realizó un ensayo de germinación de semillas de *Juglans pyriformis*, con la finalidad de comparar el comportamiento en cuatro condiciones: bosque, bordes (linderos) pastizal y vivero. Donde los mejores resultados se presentaron a nivel de vivero, con un inicio de la geminación a los 73.5 días y un porcentaje de geminación acumulado de 54%; mientras que en el bosque y bordes presentaron valores similares tanto para inicio de germinación (236 y 226 días respectivamente) y porcentaje de germinación (8.6% y 11.6); mientras que en el pastizal el auto no registra resultados.

Por su parte López Carvajal y Piedrahíta Cardona (1998) establecieron un ensayo de germinación de *Juglans neotropica* en el Invernadero del Jardín Botánico de Medellín (Colombia), donde probaron los tratamientos de estratificación (enfriamiento), osmoacondicionamiento (imbibición controlada) en diferentes periodos de tiempo y un tratamiento testigo, donde registraron porcentajes de germinación entre el 17% y 35%; siendo el mejor la combinación de estratificación y osmoacondicionamiento. El inicio de la fase germinativa fue a partir del día 27 y la semilla completa el periodo germinativo en aproximadamente 50 a 70 días. Los autores manifiestan que se evidenció un alto porcentaje de deterioro de las semillas debido posiblemente a la alta humedad del sustrato que se mantuvo en el 60%.

De igual manera, Silva (2017) probó cinco metodologías de escarificación para la propagación de plántulas de *Juglans neotropica* en la Estación Experimental de Huambo, provincia de Rodríguez de Mendoza – Perú; el porcentaje de germinación obtenido a los 100 días de la siembra fue de entre 11% para el testigo y 61% para el tratamiento de exposición al sol; cabe mencionar que el autor, no realizó una evaluación de los días de geminación; sin embargo en su primera medición, a los 40 días, se observó una germinación promedio de 27.5%.

Así también Rodríguez Sosa y Aguilar Espinosa (2019) determinaron el poder germinativo y vigor de las semillas de *Juglans jamaicensis* de árboles del Parque Nacional Turquino – Cuba, la toma de datos de la germinación fue a partir del séptimo día hasta los 90 días; el porcentaje de germinación promedio fue de 73%; el inicio de la germinación fue entre las cuatro y ocho semanas en promedio.

Asimismo, Séptimo Diaz (2020) realizó su investigación en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias UNASAM ubicado en la Ciudad Universitaria Shancayan, distrito de Independencia, provincia de Huaraz – Perú, con la finalidad de probar el efecto de fitohormonas en la geminación de *Juglans pyriformis*, las hormonas probadas fueron ácido giberélico, ácido indol butírico y agua de coco; donde el mejor tratamiento fue la aplicación de ácido giberélico, donde a los 100 días registró el 100% de germinación; mientras que el tratamiento testigo no presentó ninguna semilla germinada. Además, el tratamiento con ácido giberélico, presentó una longitud de raíces a los 100 días, de 17 cm; una altura de planta de 47 cm.

Problema de investigación.

a) Problemática a investigar.

Según la Corporación de Desarrollo Forestal y Maderero del Ecuador y la Organización Internacional de Maderas Tropicales [CORMADERA-OIMT] (1997), consideran a *Juglans neotropica* Diels (nogal) como una de las especies más representativas en el Ecuador, esto se debe a su amplia presencia en el país, ya que se encuentra en toda la cordillera de los Andes, siendo usado como: madera, alimento, medicina, tintura, entre otros.

Villacis (2013) menciona que, el uso variado del nogal en el Ecuador ha generado una tala indiscriminada de los bosques generalmente aquellos cercanos a zonas de vertientes andinas. Así también, el autor manifiesta que, en la actualidad ya no existen bosques de esta especie; por el contrario, son árboles ocasionales, quienes forman parte de huertos familiares o en asociación con otros frutales y cercas vivas junto a otras especies en distintas zonas del país, por lo que se la considera una especie en peligro de extinción.

En concordancia con lo antes mencionado, Toro Vanegas y Roldán Rojas (2018) afirman que esta especie está considerada en peligro de extinción, por el hecho de ser sobre aprovechada con fines maderables, debido a que su madera es definida como una de las más valiosas del mundo. De la misma manera, los autores indican su importante uso, ya que se han encontrado sustancias activas potenciales para la agroindustria, industria textil, medicinal y alimento.

En este sentido Ospina, et al. (2013) explican que, la nuez de este árbol ha sido consumida desde hace siglos y su demanda aumenta en periodos de fiestas navideñas. Es por lo que, se

considera al nogal como uno de los árboles con enfoque de alimenticio más antiguos del mundo, debido al fruto que ofrece esta especie.

Para la producción de plantas de nogal, Pedraza (2014) indica que el método más usual es la propagación sexual a través de semillas; sin embargo, Azas (2016) manifiesta que las semillas de esta especie se ven limitadas en el proceso de germinación, ya que poseen una capa (testa) dura e impenetrable que la testa impide la entrada de agua en el embrión y genera latencia en la semilla, por los que se han desarrollado diversos procesos para debilitar la testa de tal manera que su germinación sea pronta y eficaz (CORMADERA-OIMT, 1997).

Las semillas del género *Juglans* presentan dormición o latencia, permitiendo que las plantas se protejan de condiciones adversas, sin embargo, a nivel de vivero esta latencia representa un gran inconveniente ya que interfiere y retrasa la germinación, disminuyendo el proceso productivo (Flores, Poggi, García, Catraro y Gariglio, 2017). Estas semillas poseen una latencia combinada, endógena de tipo fisiológica y exógena por el endocarpio grueso y duro, debido a esto presentan una baja capacidad germinativa, baja uniformidad de su germinación y latencia profunda (López Carvajal y Piedrahíta Cardona, 1998).

b) Formulación del problema de investigación.

Por lo mencionado anteriormente, existe baja producción de plantas de *Juglans neotropica* debido a las complicaciones que esta presenta en la germinación, producto del tipo de latencia combinada endógena y exógena.

Justificación

a) Relevancia social

El nogal es una especie ampliamente apreciada en el callejón interandino, debido a sus múltiples usos y beneficios; por lo que es necesario contar con una forma de propagación que permita contar con plantas para su producción. En este sentido CORMADERA-OIMT (1997) mencionan que en el Ecuador la importancia del nogal abarca aspectos sociales, culturales, medicinales, industriales, biológicos y económicos, lo que hace necesario mejorar la producción de la planta, ya que en la actualidad se encuentra limitada de manera natural por sus complicaciones en la germinación.

b) Implicaciones practicas

Contar con una metodología de propagación de nogal, permitirá una mayor producción de plantas, de tal manera que se puedan establecer agroecosistemas con esta especie. Debido a que como mencionan Loewe y González (2001) indican las diversas adversidades que se presentan en la germinación, y de la misma manera explican el desarrollo de diversos tratamientos pre - germinativos para facilitar su desarrollo y adaptabilidad; sin embargo, a pesar de estudios previos hasta el momento no se ha encontrado el tratamiento idóneo para esta especie, debido a su distribución.

c) Valor teórico

Al ser el nogal una especie que presenta limitaciones en su propagación y escasamente estudiada en lo que respecta a lo método de escarificación, la presente investigación permitirá generar información científico técnico sobre estos tratamientos pre - germinativos En este sentido los autores Loewe y González (2001) indican que estudios han demostrado en zonas geográficas específicas resultados apreciados como medianamente positivos con respecto a la germinación de esta especie, además se debe tener en consideración que, las investigaciones de esta índole son continuas, debido a que hasta el momento no se ha evidenciado un buen porcentaje de germinación de la especie.

d) Conveniencia

De aquí nace la necesidad de investigar los tratamientos pregerminativos a bajo costo que garantice la calidad de la planta obtenida y su adecuado desarrollo en el proceso de germinación. Por eso se plantea realizar el tratamiento pregerminativo químico con el fin de ablandar la testa y permitiendo así un adecuado desarrollo del embrión en su etapa de germinación.

e) Utilidad metodológica

La presente investigación permitirá, en el caso de presentar resultados exitosos, contar con una metodología para la propagación de *Juglans neotropica* Diels mediante la estimulación química de la germinación, tanto por la aplicación de tratamientos pregerminativos como por enriquecimiento de sustratos; así como también el manejo para obtener plántulas de calidad.

Objetivos

Objetivo General

Determinar el efecto de tratamientos pregerminativos de origen químico y enriquecimiento de sustratos en la germinación de semillas de *J. neotropica* Diels provenientes de la parroquia San Blas, cantón Urcuquí, provincia del Imbabura.

Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad de semilla de *J. neotropica* en la parroquia de San Blas, cantón Urcuquí, provincia de Imbabura.
- Identificar el efecto de la interacción de tratamientos pre – germinativos de origen químico y enriquecimiento de sustrato sobre la germinación de las semillas de *J. neotropica*.

Hipótesis

H₀: La germinación de las semillas de *J. neotropica* es estadísticamente similar en todas las interacciones de tratamientos pre – germinativo de origen químico y enriquecimiento de sustrato.

H_A: La germinación de semillas de *J. neotropica* es significativamente diferente en al menos una de las interacciones de tratamientos pre – germinativo de origen químico y enriquecimiento de sustrato.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Fundamentación teórica.

1.1.1 *Juglans neotropica* Diels.

1.1.1.1 Descripción botánica.

Perales (2002) indica que, *Juglans neotropica*, es un árbol monoico con altura promedio de 20 – 30 (m) con diámetros (DAP) frecuentes de 40 – 60 (cm); esta especie posee un fuste recto, cilíndrico de copa irregular con forraje ferrugíneo. La corteza se puede decir que posee color gris oscuro con textura áspera con grietas longitudinales. Las hojas de esta especie son compuestas, alternas, pinadas con una longitud que oscila entre los 25 – 40 (cm) sin estipulas, la forma del foliolo puede ser denominado como lanceolado con longitud entre 6 -10 (cm), borde aserrado y ápice acuminado. Sus flores se disponen en amentos (flor masculina) y flores simples (flor femenina), esta última posee ovario ínfero y se ubica en los extremos de las ramas, usualmente en grupos de 4 – 9 flores; el fruto, es denominado como drupa y su color comprende entre pardo a negro cuando está en estado maduro, con respecto al epicarpio y mesocarpio del fruto es carnoso, por el contrario de su endocarpio, el cual es leñoso y contiene una sola semilla.

Según Lozano (2015) expresa que, *Juglans netropica* es un árbol monoico de crecimiento lento que puede llegar hasta los 40 (m) de altura y 80 (cm) de diámetro, la corteza esencialmente es de color rojo – pardo, fuste recto – cilíndrico, de hojas compuestas, alternas pinadas sin estipulas con bordes aserrados, ápice acuminado, haz oscuro glabro y envés verde pubescente, flores masculinas dispuestas en amentos en cambio flores femeninas encontradas en ramas terminales, fruto tipo drupa de color pardo negro en estado maduro.

Es una angiosperma leñosa que puede tener una altura de hasta 25–30 de altura. El tronco se caracteriza por una corteza con surcos, las hojas son compuestas de unos 40 cm. posee folíolos largos con bases redondas o subcordadas, mayormente sésil, tienen margen dentado. Pose flores femeninas y masculinas en el mismo árbol, las inflorescencias tienen brácteas conspicuas que van desde 2 a 5 mm de largo. La inflorescencia masculina es un amento de unos 10 cm de largo, mientras que las flores femeninas son pistiladas. El fruto de forma

redonda de unos 7 cm. de diámetro y lleva una nuez redonda en su interior, cubierta de un mesocarpio amarillo. Los frutos se producen una vez al año. (Ramírez y Kallarackal, 2021).

1.1.1.2 Distribución y fenología

Juglans netropica se localiza en terrenos profundos, en lugares donde posee lluvias primaverales frecuentes; en el caso de no ser suficientes las lluvias se debería tener en consideración de realizar prácticas de riego como compensación hídrica, para así obtener una buena producción de la especie (Ortega, 2007).

De la misma manera Toro Vanegas y Roldán Rojas (2018) explican que, esta especie se encuentra en los rangos altitudinales comprendidos entre 1400 – 3500 m.s.n.m., pero el mismo manifiesta que el mejor desarrollo natural de esta especie se encuentra entre 1800 – 2800 m.s.n.m.. Además, el autor indica que, *Juglans netropica* crece naturalmente en los valles de la Cordillera de los Andes en bosques húmedos montanos bajos (bbMB), bosques secos montano bajo (bs-MB) y la transición con los bosques premontanos.

Lozano (2015) explica que la distribución geográfica del *Juglans netropica* se distribuye de manera silvestre en rangos altitudinales entre 1400 – 2700 m.s.n.m. En el país esta especie se registra en las provincias de Azuay, Bolívar, Chimborazo, Loja, Napo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua.

Los frutos son recolectados en periodos disimiles como es el caso de los periodos de recolecciones en los meses de junio – agosto y de octubre – diciembre al momento que el fruto se torna de un color pardo oscuro (Lozano, 2015).

1.1.1.3 Importancia.

Según Perales (2002), *Juglans neotropica*, posee diversos beneficios y entre ellos el autor indica aquellos que, se pueden extraer de corteza, hojas, frutos y raíces, y se utiliza como tintura de algodón, lana y cabello, además la corteza contiene taninos utilizados en curtiembres, además el beneficio que esta posee en el uso ancestral medicinal como antidiarreicos, astringente, cicatrizante, antigripal y sobre todo para el tratamiento de afecciones ginecológicas.

A su vez el autor expresa la importancia de la especie con respecto al mercado internacional de maderas, ya que esta es utilizada en mueblería fina, ebanistería, artesanías y construcción, lo que ha brindado a *Juglans neotropica* mayor relevancia (Perales, 2002).

1.1.2 Propagación

1.1.2.1 Propagación por semilla.

Se considera que la semilla es aquel individuo específico que se encuentra en estado de reposo, el cual mediante el estímulo de excitación especial pasa a estado vegetativo. La transición de estado de reposo al estado vegetativo se denomina germinación (Tiscornia, 1976).

De la misma manera, Tamaro (1981) indica sobre la obtención de semilla, la misma que para su propagación se obtiene de aquellos individuos de la especie considerados como los mejores al poseer características físicas idóneas para este proceso.

Según Silva (2017) una de las maneras de propagación se realiza por semilla, el cual se puede realizar por medio de siembra directa, además se debe tener en consideración que con la utilización de tratamientos pre – germinativos se pueden obtener mejores resultados.

1.1.2.2 Propagación por semilla de *Juglans neotropica*.

Según Valverde (2016), este método no es un tipo de cultivo que se emplea a menudo; sin embargo, el autor considera que, si se desea propagar por medio de semillas, se debe escoger un individuo que tenga un producto de buena calidad, el cual deberá ser de la zona de influencia de donde se desee realizar la propagación; por consiguiente, se recolecta las semillas de este individuo para colocarlas de 2 a 3 semillas por cada hoyo y esperar aproximadamente dos años para evidenciar la aparición del individuo en pie.

A pesar de indicar el autor que no es viable la propagación por semilla de *Juglans neotropica*, debido a que esta especie no tolera procesos de estrés como el repique. Él mismo propone dejar descubierta la semilla con exposición al sol por al menos dos horas como método pre – germinativo hasta evidenciar cierta rajadura, se esparce arena para evitar que se cierre y al momento de colocar la semilla se debe procurar colocarla de manera horizontal con el lado puntiagudo hacia el centro del contenedor. Según el autor este tipo de siembra se realiza directo en fundas previamente humedecidas (Valverde, 2016).

1.1.3 Germinación

1.1.3.1 Fases de la germinación.

a) Imbibición

Se denomina así al proceso de absorción de agua que genera la semilla y según Matilla (2013), la absorción de agua de una semilla se divide en tres fases; la primera, en donde la semilla obtiene la primera absorción de agua, la cual es de manera rápida, la segunda denominada como fase de meseta, en donde absorbe de manera más prolongada el agua y por último cuando el desarrollo del embrión o la radícula se empieza a evidenciar, por medio de la elongación.

Se debe tener en cuenta que la duración de estas fases dependerá de la cantidad de agua disponible, características de la semilla y sobre todo de las condiciones externas a las que la semilla se encuentre sometida en el proceso de germinación siendo la germinación no necesariamente un indicativo de la viabilidad del lote de las semillas (Whitehouse, et al., 2020).

b) Germinación

Por consiguiente, de una buena hidratación, la semilla entra a la segunda etapa dentro del proceso de germinación, el cual se denomina "*sensu stricto*" (en sentido estricto), el cual se caracteriza por disminuir paulatinamente la absorción de agua y da paso a la activación del metabolismo de la semilla, esencial para el desarrollo de la siguiente fase (Pita y Pérez, 1998).

En esta fase se reactivan procesos fisiológicos y bioquímicos como la hidrólisis de las reservas de alimentos, la biosíntesis macromolecular, la respiración, la reorganización de las estructuras subcelulares y la elongación celular que juegan un papel clave en el inicio de la germinación (Bønsager, et al., 2010).

c) Fase de crecimiento

Según Matilla (2013), esta fase se denomina emergencia radicular, en donde la radícula atraviesa los tejidos que envuelven al embrión. Para Rupawalla, et al. (2022) esta fase pone fin a la germinación y da inicio al crecimiento de la plántula conocido como elongación celular.

d) Germinación de *Juglans neotropica*

Stone, et al. (2009) la semilla de *Juglans neotropica*, posee una germinación hipogea, es decir los cotiledones de esta semilla no emergen a la superficie con facilidad. Por el contrario, esta permanece cubierta por la testa dura de la semilla y por ende se debe sembrar

con la radícula en posición horizontal, es decir que esta especie posee una germinación criptocotiledonar (Barreto, Herrera y Trijullo, 1990).

1.1.4 Tratamientos pregerminativos

1.1.4.1 Tratamientos sobre latencia exógena (Pericarpio o cubierta seminal).

La escarificación es el método más común para romper la latencia de las semillas en el tipo de cubierta dura. Esto literalmente significa crear una cicatriz en la cubierta de la semilla para que el agua entre en la semilla e hidrate al embrión (Nautiyal, et al., 2023).

Para Vásquez, et al. (2019) la escarificación se realiza para alcanzar las condiciones que permiten romper la latencia, de tal manera que se induzca a la germinación; este método puede ser:

a) Escarificación térmica

Según Maldonado-Arciniegas, et al. (2018) la escarificación térmica consiste en elevar la temperatura de las semillas, siendo el método más habitual sumergir en agua caliente por un tiempo determinado, por ejemplo, sumergir las semillas por 10 minutos en agua a 96°C. Por su parte Hernández Epigmenio, et al. (2021) mencionan que se puede hacer en inmersiones sucesivas a 93, 80, 70, 60 y 50 °C, dejándolas en reposo durante 24 horas antes de cada nueva inmersión. A su vez, Flores, et al. (2020) mencionan que otra alternativa es colocar las semillas en agua al punto de ebullición (100°C) y dejar las semillas reposando durante 24 horas.

Así también, Rodríguez Guadarrama, et al. (2019) señala que otro método de escarificación térmica es la aplicación directa de calor mediante quemadores incandescentes o cautines durante periodos de tiempo reducidos que pueden ser de pocos segundos (entre 2 y 5 segundos). Cabe mencionar que la escarificación térmica se presenta de manera natural por la acción de fuego y el humo en las semillas, cuando existen incendios en la naturaleza (Martínez, et al., 2008).

b) Escarificación mecánica

Uribe-Salazar, et al., menciona que la escarificación mecánica es un proceso que se presenta de forma natural, que se efectúa por acción del agua, viento u otros factores, que hacen que las semillas se trasladen, lo que provoca el roce y desgaste de las cubiertas seminales.

Coa Urbaez, et al. (2014) menciona que puede hacerse por medio de un escarificador eléctrico o con cualquier elemento abrasivo que corte, perforo o raspe el tegumento; sin embargo, no es práctico de utilizar para grandes cantidades de semillas. Maldonado-Arciniegas, et al.(2018) menciona que este tratamiento se lo puede realizar con una lima de metal; sin embargo, Diaz Arias, et a. (2020) indican que lo más usual para la escarificación es el uso de lijas.

Para Duplancic, et al. (2015) escarificación mecánica puede ser total cuando se realiza la eliminación completa de la cubierta seminal; o ser parcial cuando únicamente se efectúa un raspado de la cubierta seminal, que puede ser con lija).

c) Escarificación química

Según Coa Urbaez, et al. (2014) se realiza por inmersión de las semillas en ácidos por un tiempo determinado el cual depende de las características de las semillas de cada especie, los ácidos empleados pueden ser sulfúrico y clorhídrico. Por su parte Maldonado-Arciniegas, et al. (2018) además del ácido sulfúrico mencionan al ácido nítrico y fosfórico; así también Vásquez, et al. manifiestan que también se puede emplear hipoclorito de sodio. Cabe recalcar que, luego de retirar las semillas de las soluciones éstas deben ser lavadas con abundante agua de preferencia destilada (Maldonado-Arciniegas, et al. (2018).

d) Hidróxido de sodio

Gómez-Merino, et al. (2018) manifiestan que este es un tipo de escarificación química, donde se sumergen las semillas en una solución de esta base para debilitar la cubierta seminal. A su vez, Hernández Epigmenio, et al. (2021) indica que se debe dejar bajo a inmersión las semillas por periodos de tiempo comprendidos entre 12 a 24 horas.

1.1.4.2 Tratamientos sobre latencia endógena (embrión).

Según Segura (2013), expresa sobre la terminología histórica de la palabra citoquinina e indica que, este es una denominación genérica de la combinación de una serie de sustancias naturales o sintéticas que cumplen la función de estimular la división celular en presencia de auxinas. En este contexto Moreno Reséndez, et al. (2018) expresan que las citoquininas cumplen diversas funciones sobre el desarrollo de las plantas; sin embargo, la interacción entre auxinas y citoquininas son la base esencial en el desarrollo de diferentes procesos fisiológicos como la regulación celular.

De la misma manera Taiz y Zeiger (2006) indican que, desde el descubrimiento de las citoquininas se ha demostrado la modificación de diversos procesos fisiológicos y el desarrollo de estos, en donde se incluye la senescencia de las hojas, movilización de nutrientes, dominancia apical, germinación de la semilla, entre otros. Así también, las citoquininas contribuyen al desarrollo de plantas que poseen limitación lumínica y la compensación de los cloroplastos dentro del metabolismo autotrófico con respecto a la expansión del cotiledón y de las hojas primarias.

Para Carranza, et al. (2016) las citoquininas regulan un amplio rango de comportamientos en la planta incluyendo la germinación de las semillas. Pueden mejorar la germinación de las semillas y ayudar a aliviar el estrés generado por la salinidad, la sequía, los metales pesados y el estrés oxidativo.

1.1.5 Calidad de la semilla

Álvarez Cisneros, et al. (2020) mencionan que varios son los factores que determinan la calidad de la semilla; entre los principales se puede señalar: procedencia, madurez, año semillero y tiempo de cosecha. En este sentido la calidad en semillas es un concepto formado por cuatro componentes principales: características físicas, fisiológicas, genéticas y sanitarias.

Cabe mencionar que la calidad de la semilla es afectada por la temperatura y la humedad relativa, que constituyen los factores externos que la afectan en almacenamiento (Ruíz-Pérez, et al., 2017).

1.1.5.1 Características físicas

a) Pureza

Caraguay Yaguana, et al. (2016) mencionan que la pureza de las semillas está relacionada con la presencia de otros elementos en la mezcla de la semilla, esta característica se determina en porcentaje. En este contexto Doria (2010) indica que las impurezas como a las semillas de otras plantas, así como también incluye a las semillas anormales de la propia especie (pequeñas, secas, quebradas, enfermas), así como restos vegetales, insectos, tierra, arena, entre otros.

b) Humedad

De Vitis, et al. (2020) expresan que reducir el contenido de humedad a ciertos umbrales permiten incrementar la longevidad de las semillas; en este sentido se debe mencionar que esta disminución depende del tipo de semillas sean ortodoxas o recalcitrantes; siendo esta disminución más efectiva en las ortodoxas.

En este sentido Magnitskiy y Plaza (2007) indican que semillas según su tolerancia a la deshidratación pueden ser ortodoxas (hasta el 5%), intermedias (10% y 12,5%) y recalcitrantes (15% y 50%) si se disminuye el contenido de humedad más allá de su nivel de tolerancia las semillas pierden su viabilidad y vigor. A partir de esta información se puede establecer de antemano las condiciones necesarias de almacenamiento (Patiño-Uyaguari, et al. 2019).

1.1.5.2 Características fisiológicas

a) Viabilidad

De Vitis, et al. (2020) indica que es la capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables. Para Solís-Sandoval, et al. (2019) en especies forestales se ha evidenciado una relación entre la viabilidad de las semillas y las características fenotípicas de los árboles, siendo ésta directamente proporcional, ya que a mejores características dendrométricas mayor viabilidad en la semilla.

b) Vigor

El vigor de la semilla posee múltiples dimensiones que inciden el tiempo y éxito de la germinación; incluye la longevidad de la semilla, la velocidad de germinación, el crecimiento de las plántulas y la tolerancia temprana al estrés (Reed, et al., 2022).

Por su parte De Vitis, et al. (2020) menciona que es el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas. A su vez, Doria (2010) expresa que el vigor es la habilidad o característica que posee la semilla de producir plantas sanas y eficientes.

a) Latencia

La latencia impide la germinación antes cosecha, además permite que las semillas superen períodos desfavorables de tal manera que no germinen en condiciones que no garanticen la

sobrevivencia de las plantas; existen varios procesos involucrados en la inducción de la latencia y en la transición del estado latente al germinal (Mokrani y Tarchoun, 2022).

La latencia proporciona un mecanismo inherente destinado a la supervivencia de las especies de plantas que, al soportar las condiciones externas adversas, restringen la germinación de la semilla madura (Nautiyal, et al., 2023).

b) Edad

Para De Vitis, et al. (2020) la edad de las semillas es un factor preponderante para la germinación; esto debido a que a medida que las semillas envejecen generan procesos oxidativos que provocan el deterioro de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

En este sentido Zhou, et al. (2020) afirman que entre mayor sea el envejecimiento mayor es la descomposición del sistema metabólico lo que provoca que las semillas se demoren en germinar o sean incapaces de hacerlo.

c) Cobertura de la semilla

La cobertura tiene efectos positivos y negativos, por una parte, previene el ataque de hongos y microbios inhibiendo el deterioro de la semilla; sin embargo, también puede afectar la germinación limitando la absorción de agua (Zhou, et al., 2020).

En este contexto Magnitskiy y Plaza (2007) indican que las coberturas más duras son típicas de las semillas recalcitrantes; mientras que coberturas más delgadas y suaves son típicas de semillas ortodoxas.

1.1.5.3 Características genéticas

Es necesario contar con un sistema de integridad y reparación de ácidos nucleicos, debido a que el deterioro de la semilla va de la mano con la degradación de ácidos nucleicos, siendo el ARN el más susceptible, es por ello que la generación de sustancias como las quinazas juegan un papel regulador positivo en la longevidad de las semillas; ya que la rotura de los ácidos nucleicos limita la germinación (Waterworth, et al., 2016).

En este sentido Smolikova, et al. (2020) mencionan que los genes relacionados con la composición estructural de la semilla y la regulación hormonal están involucrados en la regulación de la longevidad de la semilla.

1.1.5.4 Características sanitarias

Doria (2010) menciona que las condiciones de sanidad que deben cumplir las semillas es la ausencia de patógenos; es decir de plagas y enfermedades.

1.1.5.5 Características de la semilla de *Juglans neotropica*

El género *Juglans* al cual pertenece *Juglans neotropica* posee como una de las características principales de la semilla un endocarpio grueso y leñoso que protege al embrión y tegumentos seminales (Flores, et al. (2011).

En este contexto Yu, et al. (2023) mencionan que el endocarpio proporciona una capa protectora a la semilla del estrés ambiental. La lignina es el principal componente químico de la cáscara de la nuez y contribuye a su dureza, rigidez y resistencia (Xiao, et al., 2020).

La semilla de *Juglans neotropica* es tipo nuez, con endocarpio surcado de manera longitudinal, de color café oscuro a casi negro, presentan un peso promedio de 23 g (7 g a 47 g), longitud de 3 cm (1 cm a 5 cm) y un ancho de 4 cm (2 cm a 6 cm), con una fragancia suave y agradable al olfato humano; en su interior tiene una almendra blanca que ocupa casi toda la cavidad de la semilla (Toro Vanegas y Roldán Rojas, 2018).

En cuanto a la latencia López Carvajal y Piedrahíta Cardona (1998) encontraron que frutos de seis meses de formación ya son aptos para iniciar su proceso de germinación. Así también, estudios han encontrado que semillas de masa mayor a 15 g o de longitud mayor a 3 cm presentan altos índices de germinación (Toro Vanegas y Roldán Rojas, 2018).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del lugar

La investigación se llevó a cabo en tres fases, la primera fue la obtención de frutos, la segunda es el análisis de calidad de la semilla y la tercera consistió en la propagación sexual de la especie:

- La primera fase se realizó en el Cantón San Miguel de Urucuquí, Parroquia San Blas, Provincia de Imbabura, de árboles dispersos y en la propiedad de la Sra. Ana García, de donde se obtuvieron los frutos.
- La segunda y tercera fase se desarrolló en provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui, Campus Yuyucocha donde determinaron los parámetros de calidad y se elaboró las camas de germinación, para el desarrollo del presente estudio.

2.1.1 Política: parroquia, cantón, provincia

Según GAD Parroquial de San Blas (2019), la parroquia se ubica en el cantón San Miguel de Urucuquí, perteneciente a la Provincia de Imbabura, se encuentra a 3.3 km de distancia de la cabecera cantonal, además está situada a 20 km de la ciudad de San Miguel de Ibarra.

Por su parte, el campus Yuyucocha se encuentra en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui.

2.1.2 Geografía del sitio investigación: coordenadas y mapa

Figura 1.

Mapa de Ubicación del área de estudio fase 1: Obtención de frutos.

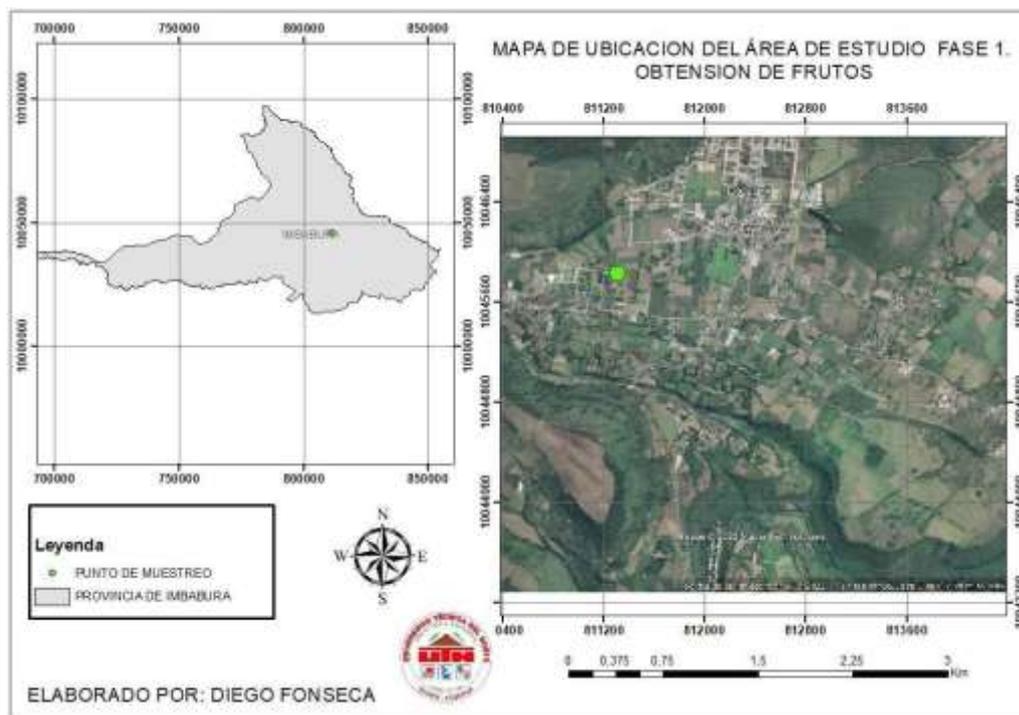
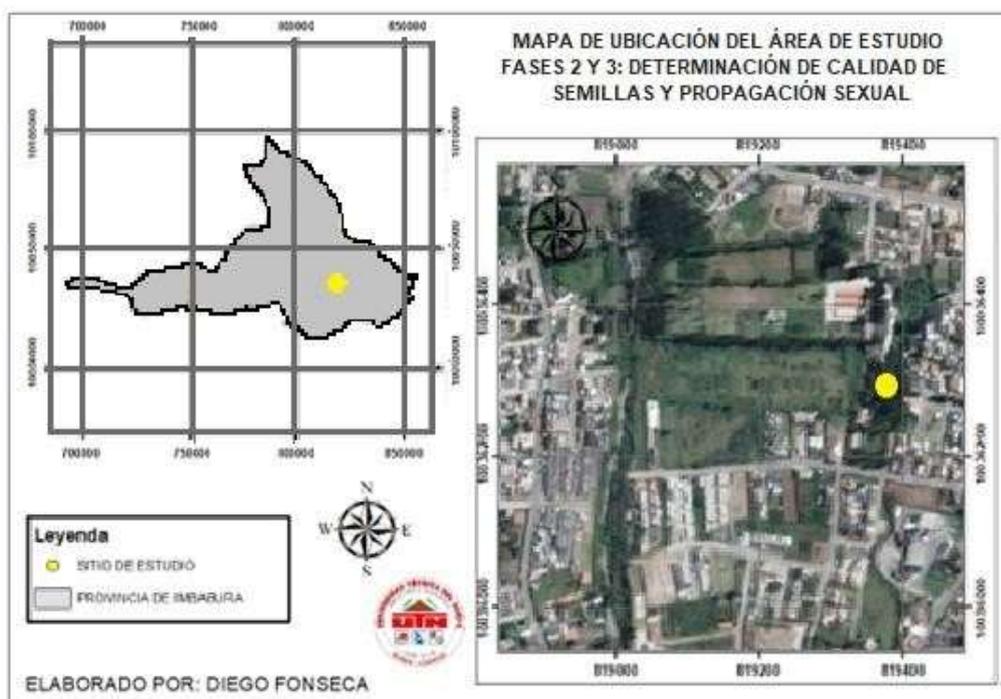


Figura 2.

Mapa de Ubicación del área de estudio fase 2 y 3: Determinación de calidad de semillas y Propagación sexual.



2.1.3 Límites

La información respecto a los límites que se indican en el PDYOT de la parroquia de San Blas (2019) son los siguientes:

- Norte: Limita con las parroquias rurales de Cahuasquí, Pablo Arenas, Tumbabiro y la parroquia urbana de Urcuquí.
- Sur: Limita con la parroquia rural de Imantag.
- Este: Limita con la parroquia urbana de Urcuquí.
- Oeste: Limita con la parroquia rural de Imantag.

Por su parte, la información respecto a los límites del Campus Yuyucocha son los siguientes:

- Norte: San Vicente
- Sur: Bella Vista de María
- Este: San Francisco de Santa Lucia
- Oeste: Ejido de Caranqui

2.2 Caracterización edafoclimática del lugar

2.2.1 Suelos

El PDYOT de la parroquia de San Blas (2019) afirma que, tiene diversos tipos de suelos, en su mayoría son aptos para la agricultura con fines de conservación de flora y fauna, ya que una parte del territorio conforma el Parque Nacional Cotacachi Cayapas. En cuanto a los órdenes se presentan los siguientes:

- **Inceptisoles:** poseen superficiales moderadamente profundas y de topografía plana a quebrada, abarcan la mayor parte de la parroquia ocupando el 77,96% del territorio, se localizan a partir de los 2500 m.s.n.m., hasta los 4100 m.s.n.m.
- **Molisoles:** suelos superficiales a moderadamente profundos, dentro de la parroquia representan el 22,31% de todo el territorio se localizan en la parte sur de la parroquia desde los 2200 m.s.n.m hasta 2500 m.s.n.m.

Los suelos existentes en el Predio Universitario son franco-arenosos, porosos de pH neutro y de topografía plana (Enríquez, 2015).

2.2.2 Clima

De acuerdo con el PDYOT de la parroquia de San Blas (2019), la temperatura va desde 5°C a 19°C, dando una temperatura promedio que oscila entre 15,1°C a 17,1°C; se presenta un aumento en los meses de junio, agosto, septiembre y octubre. Presenta una precipitación anual de 570.37 mm, las mayores precipitaciones se dan en los meses de mayo y noviembre. En cuanto al clima se presentan dos: Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo: en un rango altitudinal promedio de 2200 a los 3200 m.s.n.m., poseen una pluviosidad que va de los 500 a 1000 mm anuales; la temperatura promedio anual está entre 15,1°C a 17,1°C. Ecuatorial de alta montaña: se encuentran entre los 3300 a 4100 m.s.n.m, la cantidad de lluvia es irregular con un promedio de 800 a 1250 mm anuales.

El predio Yuyucocha, presenta una temperatura promedio de 17.70 °C, una precipitación promedio anual de 745,40 mm de y 72% de humedad relativa (Vélez, 2017).

2.3 Materiales, equipos y software

Los materiales de campo, materiales de laboratorio, equipos y software que se emplearon en el desarrollo de la investigación están descritos en la tabla 1.

Tabla 1.

Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.

Materiales de campo	Equipos	Software
Tierra de sitio	Estufa	ArcGIS 10.7 – Número de autorización: EFL209674136 – Licencia de educación:
Fundas plásticas de vivero	Cámara fotográfica	Teaching Lab Park – Geomática
Libro de campo	GPS	UTN – Autorizado por: Esri
Citoquinina (Citokyn ®)	Computadora	Microsoft Word
Hidróxido de sodio	Podadora aérea	
Bomba de mochila	Balanza	
Sarán		
Herramientas de vivero		Microsoft Excel
Regadera		Microsoft Power Point

2.4 Metodología

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, ya que posee tanto variables de medición directa u obtenidas por medio de la aplicación de ecuaciones para su cálculo. Es

de tipo aplicada debido a que se va a determinar la calidad de la semilla, así como también probar tratamientos pregerminativos y el enriquecimiento del sustrato.

Así también se considera de tipo descriptiva, ya que se describirá el efecto de los tratamientos investigados a través de las variables de germinación. Según el diseño se considera como investigación experimental, debido a que se establecerá un ensayo para la evaluación de la germinación. En cuanto al lugar se considera principalmente de campo, ya que la obtención de los frutos y el ensayo se lo realizarán en áreas de predios rurales.

2.4.1 Fase 1: Obtención de frutos

2.4.1.1 Universo-población

Se consideró como población a todos los árboles de *Juglans neotropica* existentes de manera dispersa y en el predio de la Sra. Ana García.

2.4.1.2 Tamaño de la muestra

En vista de que la cantidad de árboles es de 11, no se determinó el tamaño de la muestra; ya que se evaluaron la totalidad de los árboles existentes; es decir que, se trabajó con la población.

2.4.2 Fase 2: Calidad de semilla

2.4.2.1 Obtención de la semilla

Se obtuvo los frutos directamente de los árboles, se transportaron en fundas etiquetadas y se procedió a limpiar los frutos de forma manual para la obtención de la semilla.

2.4.2.2 Desinfección de la semilla

Luego de obtener la semilla limpia se realizó un control fitosanitario para la desinfección térmica del material, para lo que se sumergió las semillas en agua caliente a 50 °C durante 30 min y se retiró para el secado al ambiente en un lugar seco y con presencia de sombra durante dos días.

2.4.2.3 Determinación de la calidad

Se determinaron los parámetros de calidad de la semilla de contenido de humedad, pureza y peso, para lo cual se aplicaron las normas ISTA.

2.4.3 Fase 3: Propagación sexual

2.4.3.1 Diseño experimental

El diseño experimental que se empleó fue completamente al azar, con arreglo factorial A x B, con ocho tratamientos.

El modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i\beta_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Es la observación (i – j) – ésima.

μ = efecto medio global

α_i = El efecto incremental sobre la media causado por nivel i del factor A

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

$\alpha_i\beta_j$ = El efecto de la interacción de los factores A y B

ϵ_{ij} = Error experimental.

El análisis estadístico se realizó de la siguiente manera:

- **Comprobación de supuestos paramétricos:** Prueba de normalidad (Shapiro Wilks; α : 0.05) y Homocedasticidad (prueba de Levene; α : 0.05).
- **Determinar la idoneidad del diseño:** Si cumple con los supuestos se aplicará un ADEVA y posteriormente una prueba de Tukey con una significancia del 0.05.
- **En caso de no cumplir con los supuestos paramétricos:** Se aplicó una prueba de Kruskal Wallis con una significancia del 0.05.

2.4.3.2 Factores y tratamientos en estudio

- **Factor A: Escarificación química:** Consiste en ablandar la testa de la semilla mediante la inmersión de las semillas en soluciones de hidróxido de sodio, en distintos periodos de tiempo siendo éstos: solución al 3% por 48h, solución al 4% por 32h y solución 5% por 16h (Manotoa, 2012).
- **Factor B: Enriquecimiento del sustrato:** Se realizó mediante la aplicación de citoquininas, tal como sugiere Almeida (2020) quien para la propagación de nogal empleó el producto comercial Cytokin que contiene 0,01% de citoquininas, a una razón de 25cc por cada 20l de agua, esta solución se aplica en 1 m³ de sustrato.

Tabla 2.*Tratamientos en estudio.*

Tratamiento	Factores		Código
	Factor A: Escarificación	Factor B: Enriquecimiento del sustrato	
T1	Escarificación 1: 3% por 48h	Tratamiento 1: Sin citoquinina	E3:48-SC
T2	Escarificación 1: 3% por 48h	Tratamiento 2: Con citoquinina	E3:48-CC
T3	Escarificación 2: 4% por 32h	Tratamiento 1: Sin citoquinina	E4:32-SC
T4	Escarificación 2: 4% por 32h	Tratamiento 2: Con citoquinina	E4:32-CC
T5	Escarificación 3: 5% por 16h	Tratamiento 1: Sin citoquinina	E5:16-SC
T6	Escarificación 3: 5% por 16h	Tratamiento 2: Con citoquinina	E5:16-CC
T7	Sin escarificación	Tratamiento 1: Sin citoquinina	SE-SC
T8	Sin escarificación	Tratamiento 2: Con citoquinina	SE-CC

2.4.3.3 Unidad experimental

- Unidad Experimental: 25 semillas
- Tratamientos: 8
- Repeticiones: 3
- Unidades Experimentales totales: 24
- Número de semillas por tratamiento: 75 semillas
- Número de semillas totales: 600 semillas

2.4.4 Variables

d) *De calidad de semilla para el objetivo 1*

- **Pureza de la semilla**

Se toman ocho repeticiones de cincuenta semillas cada repetición por la limitación de la disponibilidad de las semillas donde se evaluarán independientemente cada muestra y es sometida a un pesado de la semilla con impurezas Anexo 1.2, después se la aparta y se le pesa la semilla pura. Para el cálculo de la pureza se utilizó la siguiente fórmula (ISTA, 2016).

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso de semillas pura}}{\text{peso de semillas originales}} * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

- **Peso**

Para el cálculo del peso se tomaron ocho repeticiones con cincuenta semillas limpias cada una, se procede a pesarlas por cada repetición, para posteriormente dividir por el número de muestras para obtener un promedio (ISTA, 2016).

- **Contenido de humedad**

Se ha calculado mediante el uso de ocho muestras de semillas puras, se procede a un secado gradual en un horno de estufa a 103 °C , 17 horas Anexo 1.3 y se calcula el CH (ISTA, 2016).

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco}}{\text{peso inicial}} * 100 \quad \text{Ec. 2}$$

e) *De germinación para el objetivo 2*

- **Porcentaje de germinación**

Con la disponibilidad de semillas obtenidas se procedió a calcular el porcentaje de germinación con la aplicación de la siguiente fórmula (ISTA, 2016).

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de semillas sembradas}} * 100 \quad \text{Ec.3}$$

- **Índice de velocidad de emergencia (IVE)**

El índice de velocidad de emergencia (IVE) que se obtiene a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra, tomando como plántulas emergidas a las que sobresalgan del sustrato (González y Orozco, 1996).

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i} \quad \text{Ec.4}$$

Dónde:

IVE: Índice de velocidad de emergencia

Xi: Número de plántulas emergidas por día

Ni: Número de días después de la siembra

n: Son los conteos diarios: día 1, día 2 día 3...día x

- **Vigor germinativo**

Vigor germinativo se obtiene a partir de los registros diarios de la germinación se obtiene mediante la siguiente ecuación (Gómez, 2004).

$$VG = VM * GDM \quad \text{Ec.5}$$

Dónde:

VG: Vigor germinativo

VM: Corresponde al valor máximo que se presenta entre los valores que es el producto de la división del porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se tardó a obtenerse.

GDM= Germinación media diaria, calculada a razón entre el final de la germinación (PG) y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor

- **Tiempo medio de germinación (TGM)**

Es un parámetro que busca medir la velocidad y dispersión de la germinación a través de la siguiente ecuación (Gómez, 2004).

$$TGM = (T_1N_1 + T_2N_2 \dots T_nN_n)/N \quad \text{Ec.6}$$

Dónde:

Tn: Número de días transcurridos desde el inicio de la germinación hasta el día n,

Nn: Número de semillas germinadas en el día n

N: Número total de semillas germinadas

- **Índice de velocidad de germinación (IVG)**

Se realizan conteos diarios del número de semillas germinadas considerando semillas con radícula brotada. Es la relación del número de semillas germinadas con el tiempo. (González & Orozco, 1996).

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t} \quad \text{Ec.7}$$

Dónde:

IVG: Velocidad de germinación

Ni: Número de semillas germinadas el día i

t: Tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla

2.4.5 Instalación del experimento o ensayo

2.4.5.1 Obtención de las semillas

La obtención de la semilla se realizó de árboles dispersos y del predio de la Sra. Ana García. La recolección de los frutos se la realizó con base al calendario fenológico de la especie, se colectaron los frutos directamente del árbol, no se recolectarán los caídos. Posteriormente se eliminó la pulpa por maceración Anexo 1.1 y lavado a través de la utilización de tamices y se enjuagarán luego con abundante agua tal como lo indica Flores, Poggi, García, Catraro y Gariglio (2017).

2.4.5.2 Preparación y adecuación de la platabanda

Se contó con un área para platabandas y sustratos de 18 m² que será dividido dos áreas:

- Área de sustrato y enfundado: 4 m²
- Área de platabandas: 4 m²

2.4.5.3 Preparación del sustrato y llenado de fundas

El sustrato que se empleó fue 100% suelo de bosque, tal como lo sugiere Villota (2016); una vez obtenido el material éste se cernió (5mm de calibre del tamiz) y se procedió al llenado de fundas, que tienen una dimensión de 20.3 × 28 cm (8x11” - volumen 1317.86 cm³); para lo cual se requirió 1 m³ de sustrato.

2.4.5.4 Aplicación de los tratamientos pregerminativos químicos

Se aplicaron los tratamientos de escarificación química según lo mencionado por Manotoa, (2012), quien menciona que se debe realizar el ablandamiento de la semilla mediante la inmersión de las semillas en soluciones hidróxido de sodio, como se detalla en la tabla 4 que se presenta continuación.

Tabla 3.

Tratamientos pregerminativos con hidróxido de sodio.

Escarificación	Concentración %	Tiempo Horas
Escarificación 1	3	48
Escarificación 2	4	32
Escarificación 3	5	16
Sin escarificación	-	-

2.4.5.5 Enriquecimiento de sustrato con citoquininas

Para el enriquecimiento del sustrato se aplicó una solución del producto comercial Cytokin Anexo 2.1 que contiene 0,01% de citoquininas, a una razón de 25cc por cada 20l de agua tal como sugiere Almeida (2020). La aplicación se realizó por medio de una bomba de mochila Anexo 2.2; cada preparación será aplicada a 50 fundas; es decir que se requerirá ocho preparaciones para los tratamientos que tendrán enriquecimiento; cabe recalcar que existirán tratamientos sin la aplicación de citoquininas

2.4.5.6 Riego

El riego fue una vez al día en las primeras semanas, la presente actividad se la hizo con la utilización de una regadera manual.

2.4.6 Recolección de información

Se tomaron los datos de las variables de germinación de manera diaria, como referencia se consideró los tiempos indicados por Cabascango (2011) que menciona que la germinación se da en promedio a los 44 días.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Calidad de semilla

Se determinó un porcentaje de pureza de las semillas entre 98.61 y 96.77 %, con un porcentaje promedio de 97.66%. De las ocho muestras tomadas en tres repeticiones se determinó un peso promedio de 850.42 g, con valores entre 812.67 y 890.00 g. Por su parte, el contenido de humedad promedio fue de 10.11% con valores comprendidos entre 10.81 y 9.51%. es preciso mencionar que el peso promedio de las semillas fue de 16.61 g en húmedo y 14.93 g en seco con 60 y 67 semillas por kilogramo respectivamente

Tabla 4.

Parámetros de calidad en semilla de Juglans neotropica

Muestra	Pureza %	Contenido de humedad %	Peso/muestra		Peso/semilla		Numero de semilla/Kg	
			Húmedo g	Seco g	Húmedo g	Seco g	Húmedo #/Kg	Seco #/Kg
M1	98.39	10.81	814.00	726.00	16.28	14.52	61.43	68.87
M2	96.73	10.55	828.00	740.67	16.56	14.81	60.39	67.51
M3	98.35	10.07	834.00	750.00	16.68	15.00	59.95	66.67
M4	97.71	10.56	852.00	762.00	17.04	15.24	58.69	65.62
M5	98.61	10.15	801.33	720.00	16.03	14.40	62.40	69.44
M6	97.41	9.66	828.00	748.00	16.56	14.96	60.39	66.84
M7	96.77	9.51	820.00	742.00	16.40	14.84	60.98	67.39
M8	97.30	9.55	866.00	783.33	17.32	15.67	57.74	63.83
Promedio	97.66	10.11	830.42	746.50	16.61	14.93	60.24	67.02

López Carvajal y Piedrahíta Cardona (1998) en Medellín Colombia determinaron un peso promedio de 42.52 g /semilla de *Juglans neotropica* y un contenido de humedad promedio de 19.03%. A su vez, Ceballos-Freire y López-Ríos (2008) en Caldas Colomba determinaron para *Juglans neotropica* un contenido de humedad entre 12 -25%; mientras que la pureza fue del 98%, con un promedio de 30 semillas por kilogramo (33.33 g/semilla).

Mientras que, Silva Valqui (2017) para *Juglans neotropica* en Amazonas – Perú registró un peso de 24.7 g en promedio por semilla. Así también, Azas (2016) en la Provincia de Bolívar determinó para *Juglans neotropica* un peso promedio de 20.27 g/semilla, con 48 semillas / Kg; mientras que la pureza fue del 95.83%.

Por su parte, Salazar y González, (1998) en Turrialba Costa Rica para *Juglans olachanum* el peso promedio fue de 23.35 por semilla. Asu vez, Séptimo Díaz (2020) en Huaraz – Perú, obtuvo para *Juglans pyriformis* un peso promedio por semilla de 20.8 g; con una pureza 99.9%.

Los resultados de pureza de la semilla obtenido en la presente investigación son similares a los obtenidos por Ceballos-Freire y López-Ríos (2008), siendo superior a lo registrado por Azas (2016); pero inferior lo determinado por Díaz (2020) en *Juglans pyriformis*. Se debe recalcar que en todos los casos el porcentaje de pureza supera el 95%; de pureza esto se debe principalmente al tamaño de la semilla, que al ser tan grande se puede separar con facilidad de los residuos, por ende, tiende a la pureza.

Asu vez, en lo que respecta al contenido de humedad es inferior a lo registrado por López Carvajal y Piedrahíta Cardona (1998) y Ceballos-Freire y López-Ríos (2008; sin embargo, en las tres investigaciones el contenido de humedad no supera el 25 esto debido principalmente a la testa dura y lignificada que recubre el embrión de la semilla.

Mientras que en lo referente al peso es inferior al determinado por todos los autores citados; esto posiblemente se deba a las condiciones edafoclimáticas y las características fenotípicas de los árboles colectados.

3.2 Propagación sexual

Se evaluó la germinación desde los 0 hasta los 90 días, sin embargo, al no evidenciar germinación en todos los tratamientos, no se aplicó el análisis de varianza sino la prueba de Kruskal-Wallis.

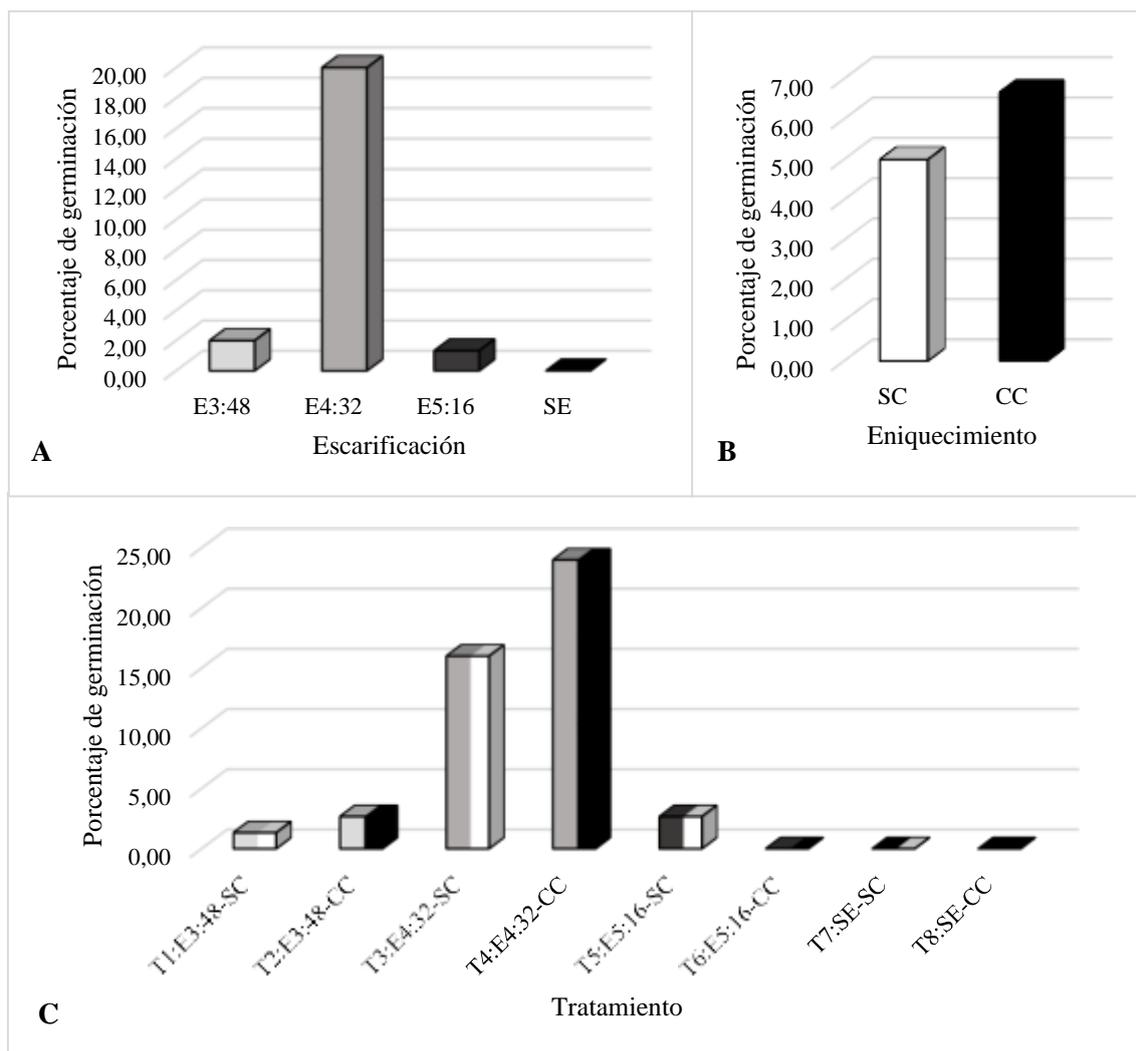
3.2.1 Porcentaje de germinación

Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis para la variable porcentaje de germinación a los 90 días después de la siembra que se presenta en el anexo 3.1, se determinó un valor H de 14.72 ($p=0.0103$) valor significativo al 5% de probabilidad estadística; por lo que se acepta la hipótesis alterna, debido a que la germinación en semillas de *Juglans neotropica* es significativamente diferente en al menos una de las interacciones de los tratamientos analizados.

En el presente estudio se determinó un porcentaje de germinación promedio de 5.83%; siendo para el caso de los tratamientos pregerminativos, que se muestran en la figura 3.A donde se evidencia que la escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas (E4:32) es aquel que presentó la mayor germinación con el 20.00%; cabe mencionar que las semillas a las que no se les aplicó ninguna escarificación (SE) no presentaron germinación.

Figura 3.

Porcentaje de germinación en semillas de Juglans neotropica.



Nota A: Efecto de los tratamientos de pregerminativos. B: Efecto del enriquecimiento del sustrato. C: Efecto de la interacción tratamientos pregerminativos × enriquecimiento del sustrato. E3:48: Solución 3% por 48h. E4:32: Solución 4% por 32h. E5:16: Solución 5% por 16h. SE: Sin escarificación. SC: Sin citoquinina. CC: Con citoquinina.

Por su parte, en lo que se refiere al enriquecimiento de sustrato que se presenta en la figura 3.B se observa que se obtuvo una mayor germinación con la aplicación de citoquinina, con el 6.67%. Asu vez, en lo que respecta a la interacción; es decir los tratamientos en estudio, cuyos resultados se presentan en la figura 3.C se evidencia que los tratamientos de escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas, son los mejores; sin embargo, sobresale el tratamiento que si posee enriquecimiento de sustrato; es decir el tratamiento T4:E4:32-CC con el 24.00% de germinación. Por el contrario, los tratamientos donde no se observó germinación son T6:E5:16-CC (solución al 5% por 16 horas, con citoquinina), T7:SE-SC (sin escarificación, sin citoquinina) y el T8:SE-CC (sin escarificación, con citoquinina).

López Carvajal y Piedrahíta Cardona (1998) emplearon tratamientos pregerminativos para la propagación sexual de *Juglans neotropica* donde obtuvieron un porcentaje de germinación promedio de 24.75% ($\pm 6.32\%$) a los 180 días después de la germinación; valor superior al registrado en el presente estudio; sin embargo, a los 80 días los autores registran germinación entre el 0 y 24%. Por su parte, Séptimo Diaz (2020) en Huaraz – Perú, en *Juglans pyriformis* a los 100 días empleando tratamientos con hormonas registró a los 60 días una germinación promedio del 28.65% y un 0% para el tratamiento testigo; valores que coinciden a los evidenciados en la presente investigación.

Maldonado Montenegro, (2023) probando como tratamiento pregerminativo el remojo de semillas de *Juglans neotropica* en tratamientos consistente en remojo de agua se registró a los 60 días una germinación promedio del 27%; mientras que, Ceballos-Freire y López-Ríos (2008) con un tratamiento de escarificación mecánica: despunte de las semillas con esmeril (2mm), registraron a los 59 días una germinación de 44%. Así también, Ramos Carranza (2023) Hualgayoc – Perú *Juglans neotropica* con escarificación química remojando en una solución de ácido sulfúrico 35.75%; mientras que el tratamiento testigo fue de 37.00%; valores superiores a lo registrado en el presente estudio.

3.2.2 Índice de velocidad de emergencia (IVE)

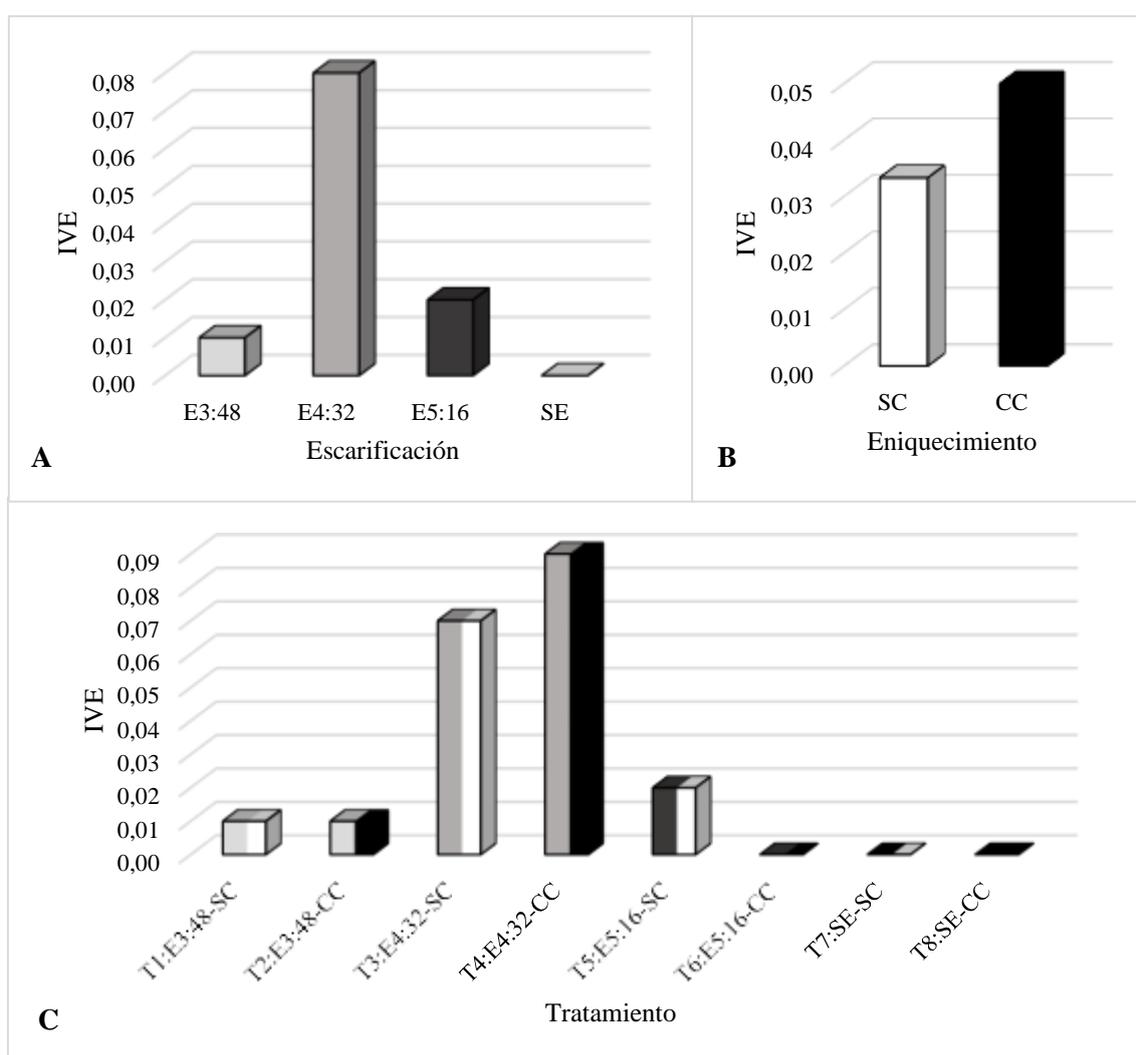
En la prueba de Kruskal-Wallis para la variable índice de velocidad de emergencia (IVE) a los 90 días después de la siembra que se presenta en el anexo 3.2, se determinó un valor H de 6.89 ($p=0.0821$) valor no significativo al 5% de probabilidad estadística; por lo que se rechaza la hipótesis alterna, debido a que la germinación en semillas de *Juglans neotropica*

es estadísticamente similar en las interacciones de tratamientos pregerminativos de origen químico y enriquecimiento de sustrato analizados.

Se determinó un IVE promedio de 0.04; siendo para el caso de los tratamientos pregerminativos, que se muestran en la figura 4.A donde se evidencia que la escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas (E4:32) es aquel que con 0.08 registró el mayor IVE.

Figura 4.

Índice de velocidad de emergencia en semillas de Juglans neotropica.



Nota A: Efecto de los tratamientos de pregerminativos. B: Efecto del enriquecimiento del sustrato. C: Efecto de la interacción tratamientos pregerminativos \times enriquecimiento del sustrato. E3:48: Solución 3% por 48h. E4:32: Solución 4% por 32h. E5:16: Solución 5% por 16h. SE: Sin escarificación. SC: Sin citoquinina. CC: Con citoquinina.

En cuanto al enriquecimiento de sustrato que se presenta en la figura 4.B se observa que se obtuvo un mayor IVE con la aplicación de citoquinina, con un valor de 0.05. En lo que se refiere a la interacción; es decir los tratamientos en estudio, cuyos resultados se presentan en la figura 4.C se evidencia que los tratamientos de escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas, son los mejores; sin embargo, sobresale el tratamiento que si posee enriquecimiento de sustrato; es decir el tratamiento T4:E4:32-CC con un IVE de 0.09.

Ramos Carranza (2023) en su estudio realizado en la provincia de Hualgayoc – Perú, al analizar la germinación de *Juglans neotropica* empleando un tratamiento de escarificación química mediante el remojo de las semillas en una solución de ácido sulfúrico registró un IVE de 0.97; mientras que el tratamiento testigo; es decir, sin tratamientos pregerminativos, el IVE fue de 0.92; valores superiores a los determinados en la presente investigación, posiblemente influidos porque el estudio citado presentó una mayor germinación.

3.2.3 Vigor germinativo

En lo que respecta a la prueba de Kruskal-Wallis para la variable vigor germinativo a los 90 días después de la siembra que se presenta en el anexo 3.3, se determinó un valor de H de 8.51 ($p=0.0024$) valor altamente significativo al 1% de probabilidad estadística; por lo que se acepta la hipótesis alterna, debido a que el vigor germinativo de semillas de *Juglans neotropica* presenta diferencias altamente significativas estadísticamente en los tratamientos investigados.

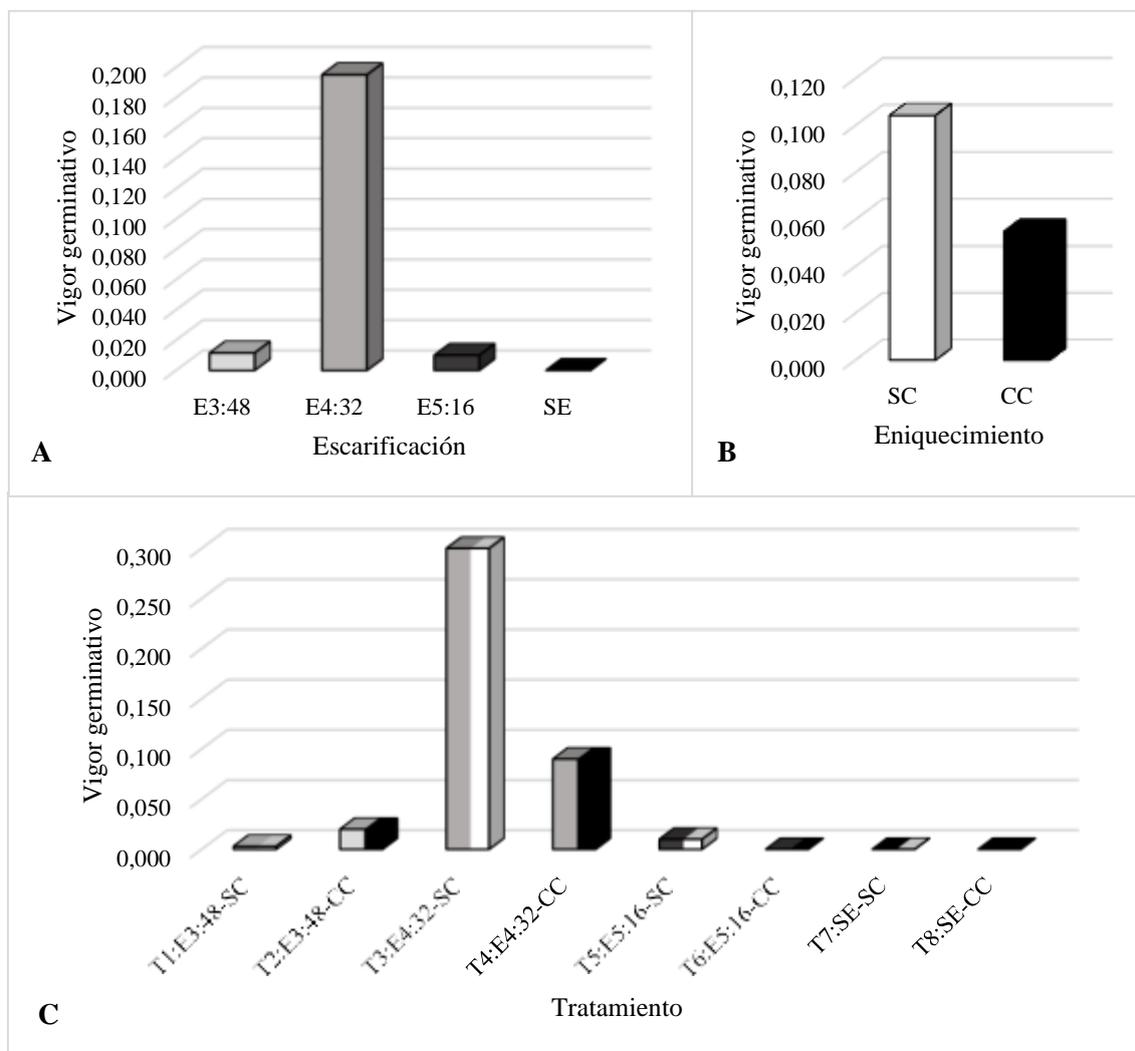
El vigor germinativo promedio fue de 0.08; siendo para el caso de los tratamientos pregerminativos, que se muestran en la figura 5.A donde se evidencia que la escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas (E4:32) es aquel que con 0.195 registró el mayor vigor germinativo.

Mientras que, en lo referente al enriquecimiento de sustrato que se presenta en la figura 5.B se observa que se obtuvo un mayor vigor germinativo sin la aplicación de citoquinina, con un valor de 0.104. En lo referente a la interacción; es decir los tratamientos en estudio, cuyos resultados se presentan en la figura 5.C se evidencia que los tratamientos de escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas, son los mejores; sin embargo,

sobresale el tratamiento que no posee enriquecimiento de sustrato; es decir el tratamiento T3:E4:32-SC con un vigor germinativo de 0.300.

Figura 5.

Vigor germinativo en semillas de Juglans neotropica.



Nota A: Efecto de los tratamientos de pregerminativos. B: Efecto del enriquecimiento del sustrato. C: Efecto de la interacción tratamientos pregerminativos \times enriquecimiento del sustrato. E3:48: Solución 3% por 48h. E4:32: Solución 4% por 32h. E5:16: Solución 5% por 16h. SE: Sin escarificación. SC: Sin citoquinina. CC: Con citoquinina.

Ceballos-Freire y López-Ríos (2008) en Medellín Colombia probando la escarificación mecánica: despunte de las semillas de *Juglans neotropica* con esmeril (2mm) registraron un vigor germinativo de 0,00085 a los 3 meses (90 días), valor inferior al registrado en la presente investigación.

Mientras que, Ortiz Muñoz, et al. (2016) en Veracruz México, en su estudio realizado en *Juglans pyriformis* registraron valores de vigor germinativo entre 0.053 y 0.139, que se encuentran en el rango de los tratamientos investigados en la presente investigación, siendo inferior al tratamiento T3:E4:32-SC (escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas, sin enriquecimiento de sustrato).

3.2.4 Tiempo medio de germinación (TGM)

Al efectuar la prueba de Kruskal-Wallis para la variable tiempo medio de germinación (TGM) a los 90 días después de la siembra que se presenta en el anexo 3.4, se determinó un valor H de 3.85 ($p=0.501$) valor no significativo al 5% de probabilidad estadística; por lo que se acepta la hipótesis nula, debido a que el TGM de semillas de *Juglans neotropica* es estadísticamente similar en las interacciones investigadas.

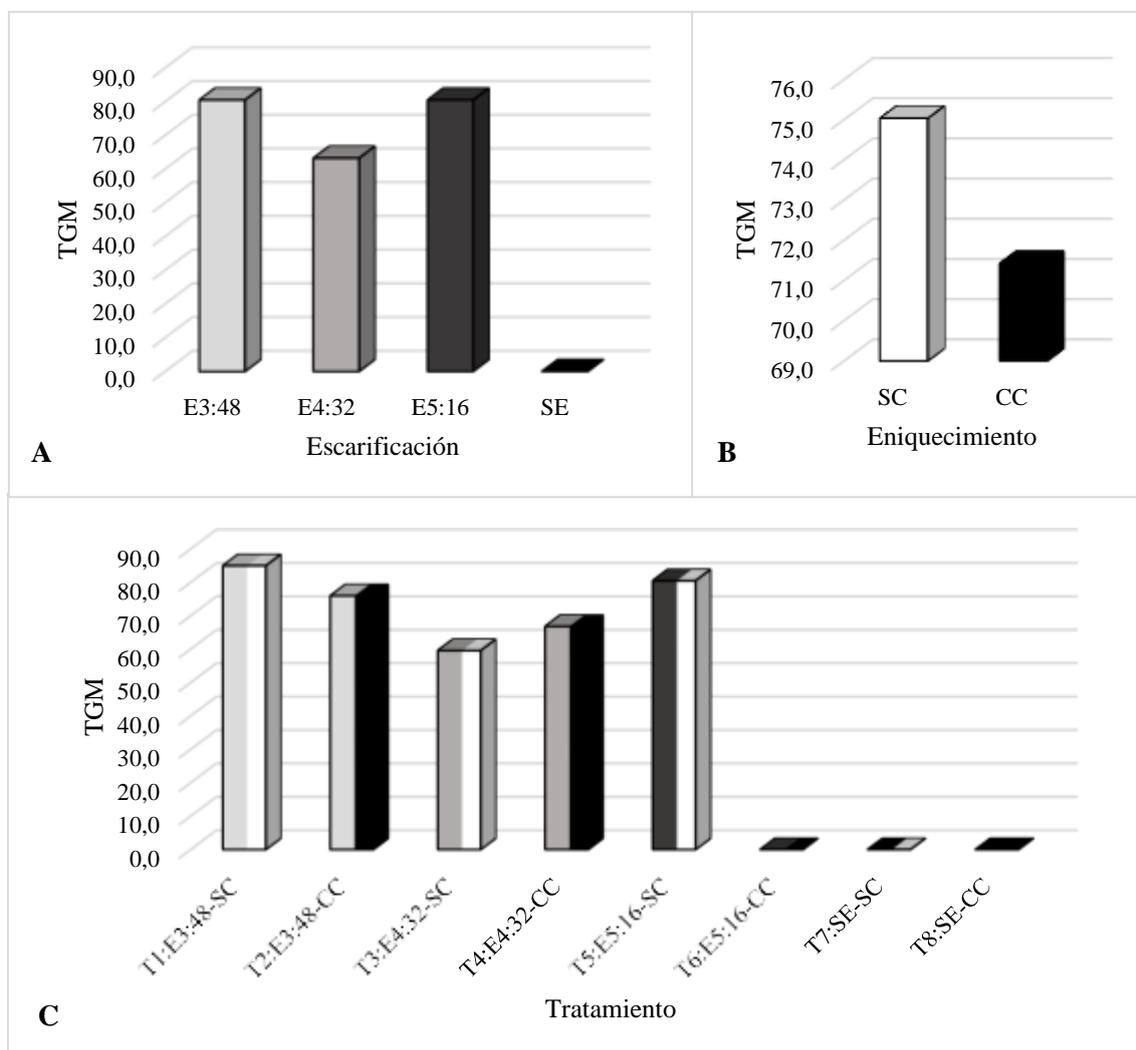
Se registró un TGM promedio de 73.59 días; siendo para el caso de los tratamientos pregerminativos, que se muestran en la figura 6.A donde se evidencia que la escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas (E4:32) es aquel que con 63.2 días presentó el menor TGM.

Asu vez, en cuanto al enriquecimiento de sustrato que se presenta en la figura 6.B se observa que se obtuvo un menor TGM con la aplicación de citoquinina, con un valor de 71.4 días. Por su parte, en la interacción; es decir los tratamientos en estudio, cuyos resultados se presentan en la figura 6.C se evidencia que los tratamientos de escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas, son los mejores; sin embargo, sobresale el tratamiento que no posee enriquecimiento de sustrato; es decir el tratamiento T3:E4:32-SC con un TGM de 59.6 días.

Por su parte, Ceballos-Freire y López-Ríos (2008) en Medellín Colombia con una escarificación mecánica: despunte de las semillas de *Juglans neotropica* con esmeril (2mm) registró un TGM de 50 días, siendo la germinación más rápida que en lo evidenciando en la presente investigación. Por su parte Ramos Carranza (2023) en Hualgayoc – Perú, al estudiar las semillas de *Juglans neotropica* sometidas a un proceso de escarificación química remojando en una solución de ácido sulfúrico presentó un TGM de 103.61 días; mientras que el tratamiento testigo fue de 107.95 días.

Figura 6.

Tiempo medio de germinación en semillas de Juglans neotropica.



Nota A: Efecto de los tratamientos de pregerminativos. B: Efecto del enriquecimiento del sustrato. C: Efecto de la interacción tratamientos pregerminativos \times enriquecimiento del sustrato. E3:48: Solución 3% por 48h. E4:32: Solución 4% por 32h. E5:16: Solución 5% por 16h. SE: Sin escarificación. SC: Sin citoquinina. CC: Con citoquinina.

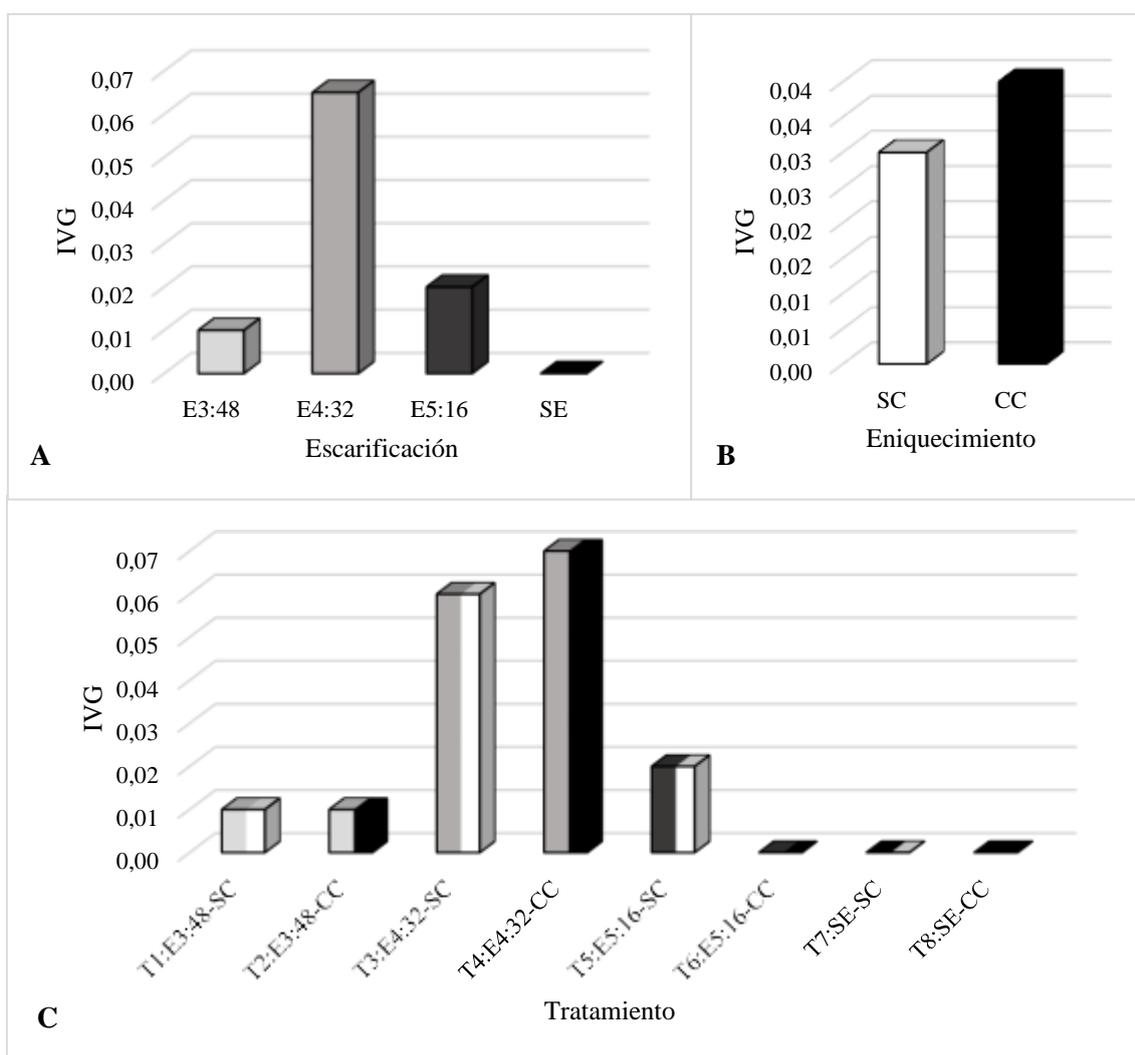
Mientras que Ortiz Muñoz, et al. (2016) en Veracruz México analizando la germinación de *Juglans pyriformis* registraron valores de TGM entre las 13 y 14 semanas (91 y 98 días), esto sin realizar ningún tratamiento pregerminativo. Así también Azas Azogue (2016) en la Provincia de Bolívar, al analizar la germinación de *Juglans neotropica* sin ningún tratamiento germinativo tuvo un periodo de germinación desde los 50 hasta los 134 días. Los resultados obtenidos por los autores citados son superiores a la presente investigación; es decir que la germinación fue más tardía en los estudios mencionados.

3.2.5 Índice de velocidad de germinación (IVG)

Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis para el índice de velocidad de germinación (IVG) a los 90 días después de la siembra que se presenta en el anexo 3.5, se determinó un valor H de 7.04 ($p=0.0695$) valor no significativo al 5% de probabilidad estadística; por lo que se acepta la hipótesis nula, debido a que el IVG de semillas de *Juglans neotropica* es estadísticamente similar en los tratamientos investigados.

Figura 7.

Índice de velocidad de germinación en semillas de Juglans neotropica.



Nota A: Efecto de los tratamientos de pregerminativos. B: Efecto del enriquecimiento del sustrato. C: Efecto de la interacción tratamientos pregerminativos \times enriquecimiento del sustrato. E3:48: Solución 3% por 48h. E4:32: Solución 4% por 32h. E5:16: Solución 5% por 16h. SE: Sin escarificación. SC: Sin citoquinina. CC: Con citoquinina.

Se obtuvo un IVG promedio de 0.03; siendo para el caso de los tratamientos pregerminativos, que se muestran en la figura 7.A donde se evidencia que la escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas (E4:32) es aquel que con 0.07 presentó el mayor IVG.

Por su parte, en lo que respecta al enriquecimiento de sustrato que se presenta en la figura 7.B se observa que se obtuvo un mayor IVG con la aplicación de citoquinina, con un valor de 0.04. Asimismo, en la interacción; es decir los tratamientos en estudio, cuyos resultados se presentan en la figura 7.C se evidencia que los tratamientos de escarificación con una solución de hidróxido de sodio al 4% durante 32 horas, son los mejores; sin embargo, sobresale el tratamiento que si posee enriquecimiento de sustrato; es decir el tratamiento T3:E4:32-CC con un IVG de 0.07.

Ramos Carranza (2023) en su estudio realizado en Hualgayoc – Perú empleando tratamientos pregerminativos en semillas de *Juglans neotropica* donde realizaron una escarificación química mediante el remojo de las semillas en una solución de ácido sulfúrico determinaron un IVG de 0.23; mientras que el tratamiento testigo el IVG fue de 0.24, valores muy superiores a lo registrados en la presente investigación, esto debido a que el autor citado presentó una mayor germinación en comparación al presente estudio.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La semilla de *J. neotropica* de la parroquia de San Blas, cantón Urcuquí, provincia de Imbabura, presentaron un 10% de contenido de humedad, mientras que el porcentaje de pureza fue de 97.66%; con un peso promedio por semilla de 16.6 g; es decir que en un kilogramo llevará 60 semillas
- En cuanto al efecto de la interacción de tratamientos pre – germinativos de origen químico y enriquecimiento de sustrato sobre la germinación de las semillas de *J. neotropica* se evidenció que el mejor tratamiento fue el que contó con la escarificación química por 32 horas en una solución de hidróxido de sodio al 4%, con la aplicación del enriquecimiento de sustrato con citoquinas.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda caracterizar la calidad de semillas de *J. neotropica* de otras localidades para así recopilar la información
- En cuanto al efecto de la interacción de tratamientos pre – germinativos de origen químico y enriquecimiento de sustrato sobre la germinación de las semillas de *J. neotropica* se evidenció que el mejor tratamiento fue el que contó con la escarificación química por 32 horas en una solución de hidróxido de sodio al 4%, con la aplicación del enriquecimiento de sustrato con citoquinas.

CAPITULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Almeida, P. (2020). *Efecto del sustrato enriquecido con Trichoderma spp. más Citoquininas, en cinco métodos de escarificación en semillas de Nogal (Juglans neotrópica Diels)*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/14122>
- Álvarez Cisneros, O. Á., Pérez-Reyes, C. M., y Bonilla-Vichot, M. (2020). Evaluación de la viabilidad en semillas de Pinus tropicales Morelet con diferente tiempo de almacenamiento. *Avances*, 22(1), 97-109. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115007/637869115007.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 pregrado, Escuela Superior Politécnica del Ejército - Universidad de la Fuerzas Armadas] <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10697/1/T-ESPE-002791.pdf>
- Barreto Ávila, G., Herrera, J. D., & Trijullo Navarrete, E. (1990). *Juglans neotrópica*. [https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Juglans Neotrópica.pdf](https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Juglans%20Neotrópica.pdf)
- Boettcher, C. (2007). *Variación comparativa de biomasa estacional en dos macrófitos de la región de Valdivia, Chile* (Disertación doctoral, Instituto de Botánica). <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fcb673v/sources/fcb673v.pdf>
- Bønsager, B. C., Shahpiri, A., Finnie, C., y Svensson, B. (2010). Proteomic and activity profiles of ascorbate–glutathione cycle enzymes in germinating barley embryo. *Phytochemistry*, 71(14-15), 1650-1656. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.06.024>
- Burgui, M., Da Silva, E., y Landim, F. (2019). La incorporación de la ética ambiental en la planificación y gestión del medio ambiente. *Planeta Amazônia*, 10, 103. <https://doi.org/10.18468/planetaamazonia.2018n10.p103-112>
- Cabascango, M. (2011). *Evaluación de cuatro tipos de sustratos y tres niveles de humus en la obtención de plántulas de nogal (Juglans neotrópica) en la zona de Otavalo*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/128/T-UTB-FACIAG-AGR-000034.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

- Caraguay Yaguana, K. A., Eras Guaman, V. H., Gozalez Zaruma, D., Moreno Serrano, J., Minchala Patiño, J., Yaguana Arevalo, M. Y. y Valarezo Ortega, C. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la Provincia de Loja–Ecuador. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 18(3), 271-280. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645611>
- Carranza, C., Castellanos, G., Deaza, D., y Miranda, D. (2016). Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la germinación de semillas de badea (*Passiflora quadrangularis* L.) en condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 284-291. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5791>
- Castro, A. (2019). Consideraciones éticas para una mirada comprehensiva de la naturaleza. el desafío de un pensar diferente, 317–334. <https://doi.org/10.2307/j.ctvnp0jz2.21>
- Ceballos-Freire, A. J., y López-Ríos, J. A. (2008). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. *Cenicafe*. 58(4):265-292. <https://doi.org/ETI0113>
- Coa Urbaez, M., Mendez Natera, J. R., Silva Acuña, R., y Mundarain Padilla, S. (2014). Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arábica*) var. Catuaí Rojo. *Idesia (Arica)*, 32(1), 43-53. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100006>
- COA. (2017). Código orgánico del ambiente. Registro Oficial Suplemento 983, 1–92.
- CORMADERA - OIMT. (1997). *Manual para producción de Nogal*. http://localhost/cgi-bin/browse_text.cgi?text=SR_tra_tamura2&key=&size=100%25&page=0001&double=0
- De Vitis, M., Hay, F. R., Dickie, J. B., Trivedi, C., Choi, J., & Fiegner, R. (2020). Seed storage: maintaining seed viability and vigor for restoration use. *Restoration Ecology*, 28, S249-S255. <https://doi.org/10.1111/rec.13174>

- Diaz Arias, D., Torres, Y., Ithurrart, L., y Cadillo, D. (2020). Posibilidades de reproducción de *Schinus johnstonii* (Anacardiaceae), una especie nativa del Monte argentino. *Lilloa*, 57(2), 125-143. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.30550/j.lil/2020.57.2/4>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011&lng=es&tlng=es
- Duplancic, M. A., Martínez Carretero, E., Cavagnaro, B., Herrera Moratta, M., y Navas Romero, A. L. (2015). Factores que inciden en la germinación de *Araucaria araucana* (Araucariaceae) del bosque xérico. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 47(2), 71-82. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652015000200006&script=sci_arttext&tlng=en
- Enríquez, H. (2015). *Propagación vegetativa de Quishaur (Buddleja incana) y aliso (Alnus acuminata) Empleando tres enraizadores en la Granja Experimental Yuyucocha, de la Universidad Técnica del Norte* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4321>
- FAO. (2012). Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal. Roma: Montes.
- Flores, E., Caceres, W. E., Aguirre, L., y Castillo, M. S. (2020). Efecto de la escarificación en la germinación de semillas de soya forrajera perenne (*Neonotonia wightii*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16728>.
- Flores, P., Poggi, D., García, S., Catraro, M., y Gariglio, N. (2017). Ruptura de la dormición y exigencias de luz para la germinación de semillas de *Juglans nigra*. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral* 16 (2) 2017, p. 33-46 <http://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/13783/Ruptura%20de%20la%20dormici%C3%B3n%20y%20exigencias%20de%20luz%20en%20Juglans%20nigra.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Flores, PC, Poggi, D., García, SM y Gariglio, NF (2011). Topographic tetrazolium testing of Black Walnut (*Juglans nigra* L.) seeds *Seed, Science and Technology*, 39(1), 230–235. doi:10.15258/sst.2011.39.1.23
- GAD Parroquial de Cuyuja (2022). Datos Generales. <https://gadprcuyuja.gob.ec/napo/datos-generales/>
- 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* vol.57, n.1, pp.2218-2232. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a06v57n1.pdf>.
- Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., García-Albarado, J. C., y Pérez-Sato, J. A. (2018). Diversidad, distribución y reproducción de heliconias. *Agro productividad*, 11(8). https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Gomez-Merino/publication/328080910_DIVERSITY_DISTRIBUTION_AND_PROPAGATION_OF_HELICONIAS/links/5bb689c4a6fdcc9552d3d23c/DIVERSITY-DISTRIBUTION-AND-PROPAGATION-OF-HELICONIAS.pdf
- González, L., y Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de da datos de germinación de semillas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* , 17-18.
- González, F. (2018). Consideraciones éticas en trabajos de grado, modalidades: investigativa y de monografía. *Revista de la Universidad Nacional de Córdoba*, 0(10), 1–12. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/handle/10495/11020>
- Hernández Epigmenio, S., Rodríguez-Trejo, D. A., Granados Sánchez, D., y Cadena Meneses, J. A. (2021). Latencia física, morfoanatomía y análisis proximal de la semilla de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 9(23). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-80642021000100004
- Hidalgo, I. (2019). *Análisis de la influencia de la Capacidad de Uso y Uso actual del Suelo en la pobreza y desnutrición de la Población de las Parroquias Rurales de la Provincia de Napo*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador] <https://doi.org/http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15985>

- ISTA. (2016). *International Seed Testing Evaluation*. Obtenido de: https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf.
- Loewe. V. y Gonzalez. M. (2001). *Una alternativa para producir madera de alto valor*. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26344/INFOR-0022.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- López Carvajal, J., y Piedrahíta Cardona, 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://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/28912>
- Lozano, P. (2015). Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Ministerio del Ambiente de Ecuador - Programa ONU - REDD, 174. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>
- Magnitskiy, S. y Plaza, G. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía colombiana*, 25(1), 96-103. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000100011
- Maldonado-Arciniegas, F., Rúales, C., Caviedes, M., Ramírez, D. X, y León-Reyes, A. (2018). An evaluation of physical and mechanical scarification methods on seed germination of *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger. *Acta Agronómica*, 67(1), 120-125. <https://doi.org/10.1s446/acag.v67n1.60696>
- Maldonado Montenegro, N. N. (2023). *Efecto de cuatro tratamientos pre germinativos en semillas de nogal (*Juglans neotropica* Diels), Jaén, Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cajamarca] <http://190.116.36.86/handle/20500.14074/5622>
- Manotoa Chicaiza, S. P. (2012). *Escarificación Mecánica y Química como tratamientos pregerminativos en semillas de Olivo (*Olea europea*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/Tesis-26agr.pdf>
- Martínez, J. M., Rodríguez-Trejo, D. A., Guizar-Nolazco, E., y Bonilla-Beas, R. (2008). Escarificación artificial y natural de la semilla de *Lupinus bilineatus* Benth. *Revista*

- Chapingo. *Serie ciencias forestales y del ambiente*, 14(2), 73-79.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v14n2/v14n2a1.pdf>
- Mateo-Sánchez, J. J., Bonifacio-Vázquez, R., Pérez-Ríos, S. R., Mohedano-Caballero, L., y Capulín-Grande, J. (2011). Producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. *Ra Ximhai*, 7(1), 123-132. [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/12-PRODUCCION%20DE%20\(CEDRELA%20ODORATA%20L\)%20EN%20SUSTRATO%20A%20BASE_Jose%20Justo.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/12-PRODUCCION%20DE%20(CEDRELA%20ODORATA%20L)%20EN%20SUSTRATO%20A%20BASE_Jose%20Justo.pdf)
- Matilla, A. (2013). Desarrollo y Germinación de Semillas. Fundamentos de Fisiología Vegetal (págs. 537-558). Barcelona: McGraw-Hill.
- Miranda Brenes, S., y Bustos Baldelomar, A. (2020). Proyecto Vida Natural: mecanismo para la declaración Carbono Neutral de la Unidad Regional Huetar Caribe, Instituto Nacional de Aprendizaje de Costa Rica, periodo 2016-2018. *Red Pensar*, 8(2), 1-13. <https://doi.org/10.31906/redpensar.v8i2.193>
- Mokrani, K., y Tarchoun, N. (2022). Development, dormancy and germination of seeds metabolism, hormonal control and genetic control. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch* 07(1). <https://doi.org/10.35410/IJAEB.2022.5700>
- Moreno Reséndez, A., Carda Mendoza, V., Reyes Carrillo, J. L., Vásquez Arroyo, J., y Cano Ríos, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68-83. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>.
- Nautiyal, P. C., Sivasubramaniam, K., y Dadlani, M. (2023). Seed Dormancy and Regulation of Germination. *Seed Science and Technology*, 39–66. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_3
- Orozco, G., Muñoz, H. J., Rueda, A., Sígala, J. Á., Prieto, J. Á., y García, J. J. (2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(2), 135-146. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322010000200011

- Ortega, H. (2007). Estudio del ataque de *Gretchena garai* Miller en Nogal (*Juglans Neotropica* Diels) en plantación sola y asociada con cuatro especies forestales en dos sitios. (Período 2005 – 2006). <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/806>
- Ortiz Muñoz, E., Acosta Hernández, C., Linares Márquez, P., Morales Romero, Z. y Rebolledo Camacho, V. (2016). Selección de árboles semilleros de *Juglans pyriformis* Liebm. en poblaciones naturales de Coatepec y Coacoatzintla, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(38), 43-58.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000600043&lng=es&tlng=es.
- Patiño-Uyaguari, C., Jiménez-Sánchez, J., Marín-Molina, F., y Palomeque,-Pesántez, X. (2019). Respuesta de semillas de tres especies nativas altoandinas a diferentes condiciones de almacenamiento. *Maskana*, 10(2), 64-75.
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/2940> doi: 10.18537/mskn.10.02.07
- PDYOT de la parroquia de San Antonio de Ibarra (2019). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2019 - 2023 <https://gadsanantonioibarra.gob.ec/wp-content/uploads/2021/11/PDOT-SAN-ANTONIO-2019-2023.pdf>
- PDYOT de la parroquia de San Blas (2019). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2019 – 2023. <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT%20SAN%20BLAS.pdf>
- Pedraza R. (2014). Germinación en condiciones de vivero y campo de nogal (*Juglans pyriformis* Liebm). <https://www.uv.mx/personal/rpedraza/files/2014/12/Germinacion-Juglans.pdf>
- Perales Vargas, E. (2002). *Juglans neotropica*. *Tropical Tree Seed Manual*, 528–529.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiE6OaNxpb1AhUhTTABHc7tBg8QFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Frevistas.lamolina.edu.pe%2Findex.php%2Fxiu%2Farticle%2Fdownload%2F654%2F638&usg=AOvVaw1KxIXiZ5XdklQeBFnWrHMD>
- Pita, J., y Pérez, F. (1998). *Germinación de semillas*. Recuperado el 19 de diciembre de 2021, de MAPA: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.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. doi:10.1007/s11252-021-01117-3
- Ramos Carranza, R. Y. (2023). *Métodos mecánicos y químicos para superar la dormancia en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels) en Bambamarca, Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota] <http://hdl.handle.net/20.500.14142/399>
- Reed, R. C., Bradford, K. J., y Khanday, I. (2022). Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*, 128(6), 450-459. <https://www.nature.com/articles/s41437-022-00497-2>
- Rodríguez Guadarrama, H. A., García Trejo, J. F., Guzmán Cruz, R., y Feregrino Pérez, A. A. (2019). Efecto del método de escarificación sobre el porcentaje de germinación en semillas (*Erythrina americana* Miller). *Perspectivas De La Ciencia Y La Tecnología*, 2(3), 12–21. <https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/188>
- Rodríguez Sosa, J. L., & Aguilar Espinosa, C. (2019). Estructura morfológica, germinación y vigor de semillas de *Juglans jamaicensis* C. DC. del Parque Nacional Turquino. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(3), 283-296. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692019000300283&lng=es&tlng=en.
- Ruíz-Pérez, A., Araméndiz-Tatis, H., y Cardona-Ayala, C. (2017). Efecto del almacenamiento en la calidad fisiológica de semilla de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 79-89. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262017000100010&lng=en.
- Rupawalla, Z., Shaw, L., Ross, I. L., Schmidt, S., Hankamer, B. y Wolf, J. (2022). Germination screen for microalgae-generated plant growth biostimulants. *Algal Research*, 66, 102784. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926422001552>

- Sáenz, R; Villaseñor R; Muñoz F; Rueda S. y Prieto R. (2010). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán*. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan, Uruapan, Michoacán, México
- Salazar, R., y González, A. (1998). Almacenamiento de semillas de *Juglans olachanum* Standl. Y L. Wms. *Recursos Naturales Y Ambiente*, 7(24). 20-23. <http://bco.catie.ac.cr:8087/portal-revistas/index.php/RRNA/article/view/1080>
- Segura, J. (2013). *Citoquininas*. En J. Azcon-Bieto, & M. Talón, fundamentos de fisiología vegetal Barcelona: McGraw-Hill. pp. 421-444.
- Séptimo Díaz, R. (2020). *Efecto de las fitohormonas en la germinación de las semillas de nogal (Juglans pyriformis Liebmman), en el invernadero de la Ciudad Universitaria Shancayán*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”] <https://doi.org/http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4605>
- Silva, G. (2017). *Metodología de escarificación para la producción de plántones de nogal (J. neotropica, Diels), en Rodríguez de Mendoza, Amazonas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza] <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1198/Tesis-Gelver%20Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Smolikova, G., Leonova, T., Vashurina, N., Frolov, A., y Medvedev, S. (2020). Desiccation tolerance as the basis of long-term seed viability. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 101. <https://doi.org/10.3390/ijms22010101>
- Solís-Sandoval, S., Gómez-Romero, M., y Velázquez-Becerra, C. (2019). Viabilidad y germinación de semilla de *Cordia elaeagnoides* A. DC. *Polibotánica*, (48), 121-134. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682019000200121
- Stone, D. E., Oh, S. H., Tripp, E. A., y Manos, P. S. (2009). Natural history, distribution, phylogenetic relationships, and conservation of Central American black walnuts (*Juglans* sect. *Rhysocaryon*) 1. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 136(1), 1-25. <https://doi.org/10.3159/08-RA-036R.1>
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal Volumen 2*. Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universidad Jaume I.

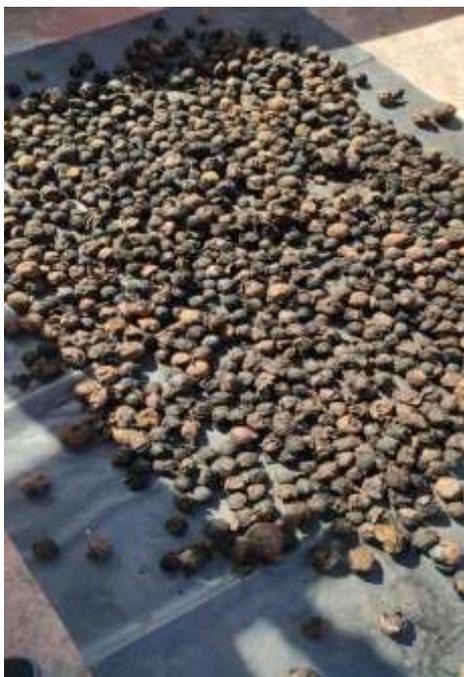
- Tamaro, D. 1981. *Tratado de fruticultura*. Trad. del Italiano por Arturo Caballero. 4ed. Barcelona, Gili. 939 p.
- Tiscornia, J. 1976. *Multiplicación de plantas*. Buenos Aires, Albatros. 213 p.
- Toro Vanegas, E., y Roldán Rojas, I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y bosques*, 24(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411560>
- Universidad Técnica del Norte. (2012). *Código de Ética de la Universidad Técnica del Norte* [Archivo PDF]. <https://legislacion.utn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/12/35.-CODIGO-DE-ETICA-UTN.pdf>
- Uribe-Salazar, Y., Quintanar-Isaías, A., Barbosa-Martínez, C., Flores, J., y Jiménez-Sierra, C. L. (2022). Morfoanatomía, histoquímica y germinación de las semillas de *Mammillaria parkinsonii* Ehrenb.(Cactaceae). *Polibotánica*, (53), 119-134. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.8>
- Valverde, A. (2016). *Estudio y análisis del fruto seco Tocte (Juglans neotrópica) y su aplicación en la pastelería*. [Tesis de pregrado, universidad de Guayaquil] [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14184/1/TESIS Gs. 111 - tesis final](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14184/1/TESIS%20Gs.111-tesis%20final)
- Vásquez, W., Pupiales, P., Viteri, P., Sotomayor, A., Feican, C., Campaña, D., & Viera, W. (2019). Escarificación química y aplicación de ácido giberélico para la germinación de semillas de cultivares de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 44(3), 159-164. <https://www.redalyc.org/journal/339/33958848009/33958848009.pdf>
- Vélez, N. (2017). *Efecto de retenedores de agua en la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad crespa salad en la granja experimental Yuyucocha Provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6884>
- Villacis, F. (2013). *Evaluación de tres tipos de sustratos y tres métodos de escarificación en la germinación de la semilla de nogal (Juglans neotrópica) a nivel de vivero*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja] <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13931/1/tesis%20ultima.pdf>

- Villota, F. (2016). *Propagación de Carapa amorphocarpa W. Palacios, empleando diferentes tratamientos, en el noroccidente del Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5351>
- Waterworth, W. M., Footitt, S., Bray, C. M., Finch-Savage, W. E., y West, C. E. (2016). DNA damage checkpoint kinase ATM regulates germination and maintains genome stability in seeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 9647–9652. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1608829113>
- Whitehouse, K. J., Hay, F. R., y Lusty, C. (2020). Why seed physiology is important for genebanking. *Plants*, 9(5), 584. <https://doi.org/10.3390/plants9050584>
- Xiao, N., Bock, P., Antreich, S. J., Staedler, Y. M., Schönenberger, J., y Gierlinger, N. (2020). From the soft to the hard: changes in microchemistry during cell wall maturation of walnut shells. *Frontiers in Plant Science*, 11, 466. | <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00466>
- Yu, A., Zou, H., Li, P., Yao, X., Guo, J., Sun, R., Wang, G., Xi, X. y Liu, A. (2023). Global Transcriptomic Analyses Provide New Insight into the Molecular Mechanisms of Endocarp Formation and Development in Iron Walnut (*Juglans sigillata* Dode). *International Journal of Molecular Sciences*. 24(7):6543. <https://doi.org/10.3390/ijms24076543>
- Zhou, W., Chen, F., Luo, X., Dai, Y., Yang, Y., Zheng, C., ... y Shu, K. (2020). A matter of life and death: Molecular, physiological, and environmental regulation of seed longevity. *Plant, Cell & Environment*, 43(2), 293-302.

ANEXOS

Anexo 1. De calidad de la semilla de *Juglans netropica*

Anexo 1.1. Maceración de las semillas



Anexo 1.2. Peso de semilla con impurezas



Anexo 1.3. Secado de semillas en horno de estufa a 103 °C , 17 horas



Anexo 2. De propagación sexual

Anexo 2.1. Producto comercial Cytokin



Anexo 2.2. Aplicación de Cytokin por medio de una bomba de mochila



Anexo 3. Pruebas de Kruskal Wallis

Anexo 3.1. Porcentaje de germinación

Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1:E3:48-SC	3	1.33	2.31	0.00	14.72	0.0103
T2:E3:48-CC	3	2.67	2.31	4.00		
T3:E4:32-SC	3	16.00	4.00	16.00		
T4:E4:32-CC	3	24.00	12.00	24.00		
T5:E5:16-SC	3	2.67	4.62	0.00		
T6:E5:16-CC	3	0.00	0.00	0.00		
T7:SE-SC	3	0.00	0.00	0.00		
T8:SE-CC	3	0.00	0.00	0.00		

Nota: N: número; D.E.: desviación estándar; H: estadístico Kruskal-Wallis; p: nivel de probabilidad al que el valor de H es significativo

Anexo 3.2. Índice de velocidad de emergencia

Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1:E3:48-SC	1	0.010	0.000	0.010	6.89	0.0821
T2:E3:48-CC	2	0.010	0.003	0.010		
T3:E4:32-SC	3	0.070	0.020	0.070		
T4:E4:32-CC	3	0.090	0.050	0.090		
T5:E5:16-SC	1	0.020	0.000	0.020		

Nota: N: número; D.E.: desviación estándar; H: estadístico Kruskal-Wallis; p: nivel de probabilidad al que el valor de H es significativo

Anexo 3.3. Vigor germinativo

Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1:E3:48-SC	1	0.003	0.000	0.003	8.51	0.0024
T2:E3:48-CC	2	0.020	0.004	0.020		
T3:E4:32-SC	3	0.300	0.070	0.290		
T4:E4:32-CC	3	0.090	0.080	0.080		
T5:E5:16-SC	1	0.010	0.000	0.010		

Nota: N: número; D.E.: desviación estándar; H: estadístico Kruskal-Wallis; p: nivel de probabilidad al que el valor de H es significativo

Anexo 3.4. Tiempo medio de germinación

Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1:E3:48-SC	1	85.000	0.000	85.000	3.85	0.501
T2:E3:48-CC	2	76.000	16.970	76.000		
T3:E4:32-SC	3	59.610	17.370	56.000		
T4:E4:32-CC	3	66.850	3.320	65.220		
T5:E5:16-SC	1	80.500	0.000	80.500		

Nota: N: número; D.E.: desviación estándar; H: estadístico Kruskal-Wallis; p: nivel de probabilidad al que el valor de H es significativo

Anexo 3.5. Índice de velocidad de germinación

Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1:E3:48-SC	1	0.010	0.000	0.010	7.04	0.0695
T2:E3:48-CC	2	0.010	0.003	0.010		
T3:E4:32-SC	3	0.060	0.010	0.050		
T4:E4:32-CC	3	0.070	0.040	0.080		
T5:E5:16-SC	1	0.020	0.000	0.020		

Nota: N: número; D.E.: desviación estándar; H: estadístico Kruskal-Wallis; p: nivel de probabilidad al que el valor de H es significativo.