

Análisis de Tratamientos Pregerminativos Químicos en Semillas de Juglans Neotropica Diels De Procedencia de San Blas, Cantón Urcuquí, Imbabura-Ecuador

Diego Fernando Fonseca Cevallos¹

dffonsecac@utn.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-1617-5529>

Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura
Ibarra – Ecuador

Elvis Fabricio Potosí Díaz

efpotosid@utn.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-2347-3082>

Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura
Ibarra - Ecuador

Daniel David Sono Toledo

ddsono@utn.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9492-3129>

Universidad Técnica del Norte
Ibarra - Ecuador

José Gabriel Carvajal Benavides

jgcarvajalb@utn.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9920-4991>

Universidad Técnica del Norte.
Ibarra - Ecuador

Eliana Meliza Varela Molina

eliana.varela@ambiente.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5312-9543>

Ministerio del Ambiente,
Agua y Transición Ecológica
Ibarra - Ecuador

Bryan Hernán Garzón Flores

bhgarzonf@outlook.es

<https://orcid.org/0009-0001-4627-9655>

Colegio de Ingenieros
Forestales de Imbabura.
Ibarra – Ecuador

RESUMEN

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*; semilla; tratamientos; citoquinina; hidróxido de sodio; germinación.

¹ Autor principal.

Correspondencia: dffonsecac@utn.edu.ec

Analysis Of Chemical Pregerminative Treatments In Juglans Neotropica Diels Seeds From San Blas, Urcuquí Canton, Imbabura-Ecuador

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

Artículo recibido 20 julio 2023

Aceptado para publicación: 20 agosto 2023

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 germinar, 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 plántones 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 Díaz (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 germinación 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.

METODOLOGÍA

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 Urcuquí, 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.

Una vez obtenidos los frutos se procedió a limpiarlos para obtener las semillas, que fueron desinfectadas 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.

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

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

Los factores en estudio fueron:

- **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.

De la interacción de los factores se formaron ocho tratamientos que se describen en la tabla 1

Tabla I

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

Para los parámetros de calidad de la semilla se consideraron la metodología propuesta por las Normas ISTA (2016), para los parámetros de germinación se empleó lo propuesto por ISTA (2016), Gómez (2004) y Gonzáles y Orozco (1996) tal como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2

Tratamientos en estudio

Parámetro	Variable	Proceso	Desarrollo
Calidad	Pureza de la semilla	$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso de semillas pura}}{\text{peso de semillas originales}} * 100$	Pesado de la semilla con y sin impurezas
	Peso	Obtener el valor promedio	Pesado semillas únicamente puras
	Contenido de humedad	$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco}}{\text{peso inicial}} * 100$	Secado gradual en un horno de estufa a 103 °C , 17 horas
	Porcentaje de germinación	$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de semillas sembradas}} * 100$	A partir de las semillas germinadas
Germinación	Índice de velocidad de emergencia (IVE)	$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i}$ 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 VG=VM*GDM 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.	A través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra
	Vigor germinativo (VG)	GDM= Germinación media diaria, calculada a razón entre el final de la germinación (PG) y el número de días transcurridas hasta llegar a ese valor	A partir de los registros diarios de la germinación
	Tiempo medio de germinación (TGM)	$TGM = (T_1N_1 + T_2N_2 \dots T_nN_n)/N$ 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	Para medir la velocidad y dispersión de la germinación
	Índice de velocidad de germinación (IVG)	$IVG = \sum \frac{n_i}{t}$ Ni: Número de semillas germinadas el día i t: Tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla	

RESULTADOS

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.

López Carvajal y Piedrahíta Cardona (1998) en Medellín Colombia determinaron un peso promedio de 42.52 g/semilla de 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 *Juglans neotropica* 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 Diaz (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 Diaz (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.

Se determinó un porcentaje de germinación promedio de 5.83%. En la tabla 3 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. % de germinación.

Tabla 3

Resultados de germinación

Tratamiento	%G	IVE	VG	TGM	IVG
T1:E3:48-SC	1.33	0.01	0.003	85	0.01
T2:E3:48-CC	2.67	0.01	0.02	76	0.01
T3:E4:32-SC	16	0.07	0.3	59.61	0.06
T4:E4:32-CC	24	0.09	0.09	66.85	0.07
T5:E5:16-SC	2.67	0.02	0.01	80.5	0.02
T6:E5:16-CC	0	0	0	0	0
T7:SE-SC	0	0	0	0	0
T8:SE-CC	0	0	0	0	0

%G: Porcentaje de germinación IVE: Índice de velocidad de emergencia. VG: Vigor germinativo. TGM:

Tiempo medio de germinación. IGM: Índice de velocidad 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 Díaz (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.

Se determinó un IVE promedio de 0.04 y sobresale 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.

El vigor germinativo promedio fue de 0.08, se destaca el tratamiento T3:E4:32-SC con un vigor germinativo de 0.300. 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).

Se registró un TGM promedio de 73.59 días, siendo el mejor 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.

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 fué más tardía en los estudios mencionados.

Se obtuvo un IVG promedio de 0.03 y se destaca 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 fué 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.

CONCLUSIONES

- La semilla de *J. neotropica* de la parroquia de San Blas, cantón Urcuquí, provincia de Imbabura, presentaron un 10% de contenido de humedad.
- 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.
- 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* 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.

RECOMENDACIONES

- Ampliar el estudio sobre efecto de la interacción de tratamientos pre – germinativos de origen químico aplicando otros compuestos, grados de concentración y dosificación.
- Trabajar con la escarificación y combinando con aplicación química por 32 horas en una solución de hidróxido de sodio al 4%, considerando además la aplicación del enriquecimiento de sustrato con citoquinas.

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.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14122>
- 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>
- 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>
- Ceballos-Freire, A. J., y López-Ríos, J. A. (2008). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. *Cenicafé*. 58(4):265-292. <https://doi.org/ETI0113>
- Díaz Arias, D., Torres, Y., Ithurrart, L., y Cadillo, D. (2020). Posibilidades de reproducción de *Schinus molle* (*Schinus molle* L.) (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>
- Gómez, M. (2004). Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de *Diatomea* (*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>.

- González, L., y Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de los datos de germinación de semillas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 17-18.
- ISTA. (2016). *International Seed Testing Evaluation*. Obtenido de: https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf.
- 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>
- 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/20.500.14074/5622>
- 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.
- Pedraza R. (2014). Germinación en condiciones de vivero y campo de nogal (*Juglans pyriformis* Liebm). <https://www.uv.mx/personal/rpedraza/files/2014/12/Germina-Juglans.pdf>
- 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>
- 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.

- 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 Liebmann), 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 plantones 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>
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal Volumen 2*. Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universidad Jaume I.
- 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>