



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Evaluación de tres tratamientos pregerminativos en la reproducción sexual de *Nectandra laurel* Nees en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja

Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención del título de
Ingeniera Forestal

AUTORA:

Jenny Rosalia Jaramillo Pinta

DIRECTORA:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2025

Certificación

Loja, 08 de agosto de 2024

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular: **Evaluación de tres tratamientos pregerminativos en la reproducción sexual de *Nectandra laurel* Nees en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja** de autoría de la estudiante **Jenny Rosalia Jaramillo Pinta**, previa a la obtención del título de **Ingeniera Forestal**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**JOHANA CRISTINA
MUNOZ CHAMBA**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Jenny Rosalía Jaramillo Pinta** declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de Identidad: 1106199217

Fecha: 10 de enero de 2025

Correo electrónico: jenny.r.jaramillo@unl.edu.ec

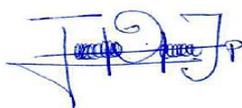
Télefono/Celular: 0959586001

Carta de autorización por parte de la autora para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Jenny Rosalia Jaramillo Pinta** declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular titulado **Evaluación de tres tratamientos pregerminativos en la reproducción sexual de *Nectandra laurel* Nees en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja** como requisito para optar el título de **Ingeniera Forestal** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los diez días de enero del dos mil veinticinco.

Firma: 

Autora: Jenny Rosalía Jaramillo Pinta

Cédula: 1106199217

Dirección: Nambacola/Gonzanamá/Loja

Correo electrónico: jenny.r.jaramillo@unl.edu.ec

Teléfono/Celular: 0959586001

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación va dedicado a toda mi familia, de manera especial y con todo mi cariño a mi querido padre Daniel Jaramillo, como muestra de gratitud por sus palabras de aliento, su esfuerzo y su apoyo incondicional, cada logro que he alcanzado es reflejo de sus sacrificios.

A mis queridos hermanos Héctor, Mauricio, Rene, Lila, Manuel, José, María, Luis, Jorge y Nancy, gracias por apoyarme en cada paso y por demostrarme con su cariño y sus palabras que juntos podemos superar cualquier desafío. A ustedes mi familia dedico esta meta está hecha realidad. Gracias por caminar siempre a mi lado.

Jenny Rosalía Jaramillo Pinta

Agradecimiento

Al culminar esta etapa tan importante de mi vida, quiero extender mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que hicieron posible la finalización del presente trabajo de investigación.

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la vida, la salud, sabiduría y fortaleza para superar cualquier obstáculo que encontré a lo largo del camino. A mi padre y a mis hermanos por siempre estar para mí y brindarme su apoyo incondicional.

Agradezco a la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, en especial a la Carrera de Ingeniería Forestal y planta docente, quienes con sus conocimientos y experiencias aportaron a mi formación profesional.

Particularmente agradezco a mi directora del Trabajo de Integración Curricular, Ing. Johana Muñoz Chamba, por el tiempo, paciencia, dedicación y asesoramiento que llevaron a feliz término la presente investigación. De igual manera agradezco al Ing. Darlin González por su asesoramiento brindado en el último ciclo, al Ing. Andrés Armijos y a la Ing. Magaly Yaguana por las facilidades brindadas.

A mis compañeros del aula, entre ellos Daniel, Teresa y en especial a Bryan por su apoyo, quienes hicieron agradable y llevadero este proceso gracias por todos los momentos compartidos y por su bonita amistad.

Jenny Rosalía Jaramillo Pinta

Índice de contenidos

| | |
|---|------------|
| Portada..... | i |
| Certificación..... | ii |
| Autoría..... | iii |
| Carta de autorización..... | iv |
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimiento..... | vi |
| Índice de contenidos..... | vii |
| Índice de tablas..... | xi |
| Índice de figuras..... | xii |
| Índice de anexos..... | xiii |
| 1. Título..... | 1 |
| 2. Resumen..... | 2 |
| Abstract..... | 3 |
| 3. Introducción..... | 4 |
| Objetivo general..... | 5 |
| Objetivos específicos..... | 5 |
| 4. Marco teórico..... | 6 |
| 4.1. La semilla..... | 6 |
| 4.2. Tipos de propagación..... | 6 |
| 4.2.1. Propagación sexual o por semillas..... | 6 |
| 4.2.2. Propagación asexual o vegetativa..... | 6 |
| 4.3. Tipos de semillas..... | 6 |
| 4.3.1. Semillas ortodoxas..... | 6 |
| 4.3.2. Semillas recalcitrantes..... | 6 |

| | |
|--|----|
| 4.4. Germinación..... | 7 |
| 4.5. Tipos de germinación..... | 7 |
| 4.5.1. Germinación hipogea | 7 |
| 4.5.2. Germinación epigea..... | 7 |
| 4.6. Fases de la germinación..... | 7 |
| 4.6.1. Fase I: Imbibición..... | 7 |
| 4.6.2. Fase II: Activación metabólica..... | 8 |
| 4.6.3. Fase III: Germinación visible..... | 8 |
| 4.7. Principales factores que influyen en el proceso de germinación..... | 8 |
| 4.7.1. Agua | 8 |
| 4.7.2. Temperatura | 8 |
| 4.7.3. Oxígeno | 8 |
| 4.7.4. Luz..... | 9 |
| 4.8. Sustrato..... | 9 |
| 4.8.1. Tipos de sustratos | 9 |
| 4.8.2. Tierra negra | 9 |
| 4.8.3. Cáscara de arroz | 10 |
| 4.8.4. Arena de río..... | 10 |
| 4.9. Tratamientos pregerminativos de las semillas..... | 10 |
| 4.9.1. Escarificación mecánica | 10 |
| 4.9.2. Escarificación química | 10 |
| 4.9.3. Inmersión en agua fría (temperatura ambiente) | 11 |
| 4.9.4. Inmersión en agua caliente | 11 |
| 4.10. Descripción de <i>Nectandra laurel</i> Nees | 11 |
| 4.10.1. Taxonomía..... | 11 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.10.2. | Descripción botánica de <i>Nectandra laurel</i> Nees..... | 11 |
| 4.10.3. | Distribución geográfica y ecología | 12 |
| 4.11. | Estudios realizados con el género <i>Nectandra</i> | 12 |
| 5. | Metodología..... | 14 |
| 5.1. | Área de estudio..... | 14 |
| 5.2. | Material vegetal..... | 14 |
| 5.3. | Metodología para determinar el porcentaje de germinación de <i>Nectandra laurel</i> Nees bajo tres tratamientos pregerminativos | 15 |
| 5.3.1. | Tratamientos de las semillas | 15 |
| 5.3.2. | Preparación del sustrato y llenado de fundas | 15 |
| 5.3.3. | Especificaciones del diseño experimental..... | 15 |
| 5.3.4. | Distribución espacial de los tratamientos en el invernadero | 15 |
| 5.3.5. | Siembra de semillas y labores silviculturales..... | 16 |
| 5.3.6. | VARIABLES EVALUADAS..... | 16 |
| 5.3.7. | Análisis estadístico..... | 17 |
| 5.4. | Metodología para evaluar el desarrollo de la calidad de las plántulas bajo tres tratamientos pregerminativos en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja..... | 17 |
| 5.4.1. | Obtención de las plántulas..... | 17 |
| 5.4.2. | VARIABLES DE EVALUACIÓN | 17 |
| 5.4.3. | Labores silviculturales..... | 20 |
| 5.4.4. | Análisis de datos..... | 20 |
| 6. | Resultados | 21 |
| 6.1. | Porcentaje de germinación de <i>Nectandra laurel</i> Nees bajo tres tratamientos pregerminativos | 21 |
| 6.1.1. | Número de días a la germinación..... | 21 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 6.1.2. | Porcentaje de germinación | 21 |
| 6.1.3. | Porcentaje de semillas no germinadas..... | 22 |
| 6.2. | Evaluación del desarrollo de la calidad de las plántulas bajo tres tratamientos pregerminativos en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja..... | 23 |
| 6.2.1. | Altura total..... | 23 |
| 6.2.2. | Diámetro a la base | 23 |
| 6.2.3. | Estado fitosanitario y subcriterios | 23 |
| 7. | Discusión | 25 |
| 7.1. | Germinación de <i>Nectandra laurel</i> Nees bajo tres tratamientos pregerminativos | 25 |
| 7.2. | Calidad de las plántulas de <i>Nectandra laurel</i> bajo tres tratamientos pregerminativos en condiciones de invernadero | 26 |
| 8. | Conclusiones | 29 |
| 9. | Recomendaciones | 30 |
| 10. | Referencias bibliográficas..... | 31 |
| 11. | Anexos | 37 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Trabajos realizados con semillas del género <i>Nectandra</i> | 12 |
| Tabla 2. Tratamientos pregerminativos ensayados en semillas de <i>Nectandra laurel</i> Nees | 15 |
| Tabla 3. Especificaciones del diseño experimental para la germinación de semillas de <i>Nectandra laurel</i> | 15 |
| Tabla 4. Crecimiento en altura total en las plántulas de <i>N. laurel</i> a los 60 días de evaluación, bajo tres tratamientos pregerminativos. | 23 |
| Tabla 5. Crecimiento en diámetro a la base en plántulas de <i>N. laurel</i> a los 60 días de evaluación, bajo tres tratamientos pregerminativos. | 23 |
| Tabla 6. Evaluación del estado fitosanitario y subcriterios en las plántulas de <i>N. laurel</i> a los 60 días de evaluación. | 24 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación del invernadero de Micropropagación Vegetal y área de colecta de semillas en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”. | 14 |
| Figura 2. Distribución espacial de los tratamientos en el invernadero. | 16 |
| Figura 3. Altura total en las plántulas de <i>N. laurel</i> a los 60 días de evaluación. | 18 |
| Figura 4. Diámetro a la base en las plántulas de <i>N. laurel</i> expresada en mm..... | 18 |
| Figura 5. Estado fitosanitario/vitalidad en plántulas de <i>N. laurel</i> a los 60 días de evaluación. | 20 |
| Figura 6. Curva de germinación acumulativa de <i>N. laurel.</i> , a los 180 días de evaluación, n= 75/tratamiento, T0= testigo; T1= inmersión en agua caliente por 5 min; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h..... | 21 |
| Figura 7. Porcentaje de germinación de las semillas de <i>N. laurel.</i> , a los 180 días de evaluación, a nivel de invernadero, T0= testigo; T1= inmersión en agua caliente por 5 min; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h, n=75/tratamiento. | 22 |
| Figura 8. Porcentaje de semillas no germinadas de <i>N. laurel.</i> , a los 180 días de evaluación, T0= testigo; T1= inmersión en agua caliente por 5 min; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h, n=75/tratamiento..... | 22 |
| Figura 9. Estado fitosanitario/vitalidad en plántulas de <i>N. laurel</i> a los 60 días de evaluación, bajo tres tratamientos pregerminativos, T0= testigo; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h, n=10/tratamiento..... | 24 |

Índice de anexos

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Recolección de frutos y obtención de las semillas de <i>N. laurel</i> | 37 |
| Anexo 2. Preparación del sustrato y llenado de fundas. | 37 |
| Anexo 3. Siembra de las semillas de <i>N. laurel</i> | 37 |
| Anexo 4. Germinación de <i>N. laurel</i> | 38 |
| Anexo 5. Variables morfológicas y estado fitosanitario en plántulas de <i>N. laurel</i> | 38 |
| Anexo 6. Análisis de varianza y prueba Tukey para la variable porcentaje de germinación. . | 38 |
| Anexo 7. Análisis de varianza y prueba Tukey para la variable altura total. | 39 |
| Anexo 8. Análisis de varianza y prueba Tukey para la variable diámetro a la base. | 39 |
| Anexo 9. Certificado de traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular | 40 |

1. Título

Evaluación de tres tratamientos pregerminativos en la reproducción sexual de *Nectandra laurel*
Nees en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja

2. Resumen

Nectandra laurel es una especie forestal de gran importancia ecológica y económica para el bosque andino y una de las más aprovechadas por su madera de calidad. Sin embargo, su germinación es lenta y dispareja por sus semillas recalcitrantes y de testa dura, es por ello que requiere de la aplicación de técnicas para acelerar el tiempo de germinación. Los objetivos de la investigación fueron determinar el porcentaje de germinación de *Nectandra laurel* bajo tres tratamientos pregerminativos y evaluar el desarrollo de la calidad de las plántulas en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja. Los frutos de *N. laurel* fueron recolectados en siete árboles matrices localizados en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”. Para evaluar el porcentaje de germinación se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos pregerminativos más un testigo, tres repeticiones de 25 semillas cada uno, sembrando un total de 300 semillas. Se utilizó el mismo sustrato para todos los tratamientos, tierra negra, arena de río y cáscara de arroz en proporciones 5:3:2 respectivamente. Para evaluar la calidad de las plantas, se evaluó las variables morfológicas: altura total, diámetro a la base y estado fitosanitario. El tratamiento pregerminativo escarificación mecánica T2 registró el mayor porcentaje de germinación (60 %) y el mayor promedio en altura (15,34 cm), mientras tanto el T0 registró el mayor promedio en diámetro (2,21 mm), con un estado fitosanitario sano en todas las partes de la planta a los 60 días de evaluación. La aplicación de tratamientos pregerminativos influyó en la germinación de *N. laurel*, destacándose el T2 como una estrategia viable para el apoyo de programas de producción de plantas con fines de conservación y aprovechamiento de la especie, la calidad de las plántulas fue sana debido a los cuidados silviculturales que se realizaron bajo condiciones controladas.

Palabras clave: bosque andino, semilla, germinación, crecimiento, plántulas

Abstract

Nectandra laurel is a forest species of great ecological and economic importance for the Andean Forest and one of the most exploited for its quality wood. Nevertheless, its germination is slow and uneven due to its recalcitrant and hard-headed seeds, which is why it requires the application of techniques to accelerate germination time. The objectives of the research were to determine the germination percentage of *Nectandra laurel* under three pre-germination treatments and to evaluate the development of the quality of the seedlings in the forest nursery of the Universidad Nacional de Loja. The fruits of *N. laurel* were collected from seven matrix trees located in the university park “Francisco Vivar Castro”. To evaluate the germination percentage, a completely randomized design was applied with three pre-germinated treatments plus a control, three replicates of 25 seeds each, sowing a total of 300 seeds. The same substrate was used for all treatments, black soil, river sand and rice husk in proportions 5:3:2 respectively. To evaluate the quality of the plants, the morphological variables were evaluated: total height, diameter at the base and phytosanitary condition. The pre-germinative mechanical scarification treatment T2 recorded the highest germination percentage (60%) and the highest average height (15.34 cm), while T0 recorded the highest average diameter (2.21 mm), with a healthy phytosanitary condition in all parts of the plant at 60 days of evaluation. The application of pre-germinative treatments influenced the germination of *N. laurel*, highlighting T2 as a and constitutes a viable strategy for the support of plant production programs for the conservation and use of the species. The quality of the seedlings was excellent and healthy due to the silvicultural care that was carried out under controlled conditions.

Keywords: Andean Forest, seed, germination, growth, seedlings

3. Introducción

El bosque andino del Ecuador es considerado uno de los ecosistemas más diversos, caracterizado por su biodiversidad única y su importancia ecológica, siendo fundamental en la provisión de servicios ecosistémicos (Cuesta et al., 2009). Una de las especies forestales que destaca por su importancia ecológica para este ecosistema es *Nectandra laurel*, misma que se distribuye desde el sur de México hasta Honduras. En Ecuador se encuentra en el rango altitudinal entre los 1 800 a 2 500 m s.n.m. en las provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Zamora Chinchipe, Chimborazo, Loja, Napo y Pichincha y, en los ecosistemas Bosque siempreverde montano y montano bajo de la Cordillera occidental y oriental de los Andes y Bosque Andino. El género *Nectandra* registra 36 especies; de las cuales seis son endémicas (Lozano, 2015).

Nectandra laurel conocida comúnmente como canelón, es una especie forestal nativa de los Andes, perteneciente a la familia Lauraceae, es muy valorada por su madera fina y de gran calidad, comúnmente es utilizada para la construcción de casas y para la elaboración de muebles, lo que la convierte en una de las especies más aprovechadas en la región sur del Ecuador (Aguirre et al., 2015). Además, se han realizado estudios sobre estructura y composición florística en el bosque siempreverde montano bajo, donde la regeneración natural de *N. laurel* es escasa lo que complica el futuro del bosque (Aguirre et al., 2018).

Una de las principales limitaciones que presentan las especies forestales como las del género *Nectandra* se enfocan en la baja tasa de germinación por lo que podría comprometer su presencia a largo plazo en la dinámica del bosque (Arnold, 1996; Aguirre et al., 2015). La dinámica poblacional de *N. laurel* en el bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro” es de 9 ind/ha (Aguirre et al., 2023; Muñoz-Chamba, L. et al., 2021). Sin embargo, se observan pocos ejemplares en las categorías de regeneración natural, siendo más limitada su representatividad en la categoría latizales.

La germinación de *N. laurel* es lenta y desaparece por sus semillas recalcitrantes y de testa dura (Pinedo et al., 2000), caracterizadas por perder su viabilidad en corto tiempo (Doria, 2010). Además, no se las puede encontrar en gran cantidad debido a que son muy apetecidas por algunos animales como la guatusa, guanta, pavas, loros e insectos, su peso hace que cuando la semilla cae de forma natural se entierre entre la hojarasca lo que impide su germinación en el bosque (Fundación Ishpingo, 2008).

Según Matilla (2008), la germinación es un proceso fisiológico irreversible que inicia con la absorción de agua por la semilla y finaliza cuando emerge la radícula; no obstante, existen algunas especies que requieren de la intervención de los agentes dispersores como las aves y mamíferos pequeños para iniciar el proceso de germinación (Amico y Aizen 2005). Cuando estos

procesos son interrumpidos, se requiere de la aplicación de tratamientos pregerminativos que incentiven el despertar de las semillas.

Los tratamientos pregerminativos son todos aquellos métodos, procesos, cuidados, manipulaciones necesarias para romper el periodo de latencia de las semillas (Basantes, 2003), los cuales pueden consistir en la escarificación manual, la estratificación, la inmersión en agua fría o caliente, en el uso de químicos como el ácido sulfúrico, aplicación de hormonas entre otros (Bacchetta et al., 2008).

La conservación y manejo sostenible de especies forestales como *N. laurel* son importantes para la salud y resiliencia de ecosistemas andinos, es por ello que se pretende estudiar alternativas viables de propagación mediante la aplicación de técnicas, como la inducción de tratamientos pregerminativos, dada la limitada regeneración natural de esta especie.

Para ello, en la presente investigación se establecieron las siguientes hipótesis: H1) la especie *Nectandra laurel* presenta igual germinación en todos los tratamientos pregerminativos; y, H2) la germinación de *Nectandra laurel* es diferente en al menos uno de los tratamientos pregerminativos, por lo tanto, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Contribuir con información ecológica sobre la reproducción sexual de *Nectandra laurel* Nees mediante la aplicación de tratamientos pregerminativos para garantizar su manejo y conservación en el bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" (PUFVC).

Objetivos específicos

- ☐ Determinar el porcentaje de germinación de *Nectandra laurel* Nees bajo tres tratamientos pregerminativos.
- ☐ Evaluar el desarrollo de la calidad de las plántulas bajo tres tratamientos pregerminativos en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja.

4. Marco teórico

4.1. La semilla

Las semillas son pequeños paquetes de ADN y el órgano de reproducción sexual de las plantas vasculares, la formación de la misma se da a partir del óvulo vegetal, normalmente después de la fertilización, y tiene como función multiplicar y prolongar la especie. La semilla es considerada la unidad móvil de las plantas y son el punto de partida para la producción (Doria, 2010).

Según Troiani et al. (2017) definen a la semilla como un óvulo fecundado y transformado que se separa de la planta madre para dar origen a nuevos individuos. Colocada la semilla en condiciones favorables de luz, temperatura y humedad se rompe la vida latente y la semilla germina originando una nueva planta.

4.2. Tipos de propagación

La propagación es el proceso de multiplicación o reproducción de las plantas, dando origen a nuevas generaciones, se distinguen dos tipos de reproducción, sexual o por semillas y asexual o por partes vegetativas (Moreno y Bernal, 1979).

4.2.1. Propagación sexual o por semillas

La semilla es la unidad de dispersión y supervivencia de una especie vegetal y proviene del fruto. La reproducción por semillas es uno de los métodos más habituales de propagación de plantas, se considera el más eficiente en la naturaleza. La planta que proviene de semilla no es genéticamente igual al árbol matriz (Barrera et al., 2018).

4.2.2. Propagación asexual o vegetativa

Es la reproducción por medio de partes vegetativas de una planta o denominada también clonación, tales como, estacas, esquejes, acodos, raíces, yemas, hojas, cultivo de tejidos *in vitro* entre otros. Los nuevos individuos que se obtienen a partir de este tipo de reproducción son genéticamente idénticos a la planta madre, es decir heredan el 100 % de información genética (Moreno y Bernal, 1979; León et al., 2014).

4.3. Tipos de semillas

Las semillas se clasifican en ortodoxas y recalcitrantes:

4.3.1. Semillas ortodoxas

Son semillas tolerantes a la deshidratación, se dispersan y se conservan luego de que alcanzan un bajo porcentaje de humedad (Doria, 2010).

4.3.2. Semillas recalcitrantes

Son semillas sensibles a la desecación, no resisten bajas temperaturas y pierden su viabilidad en corto tiempo, no se puede reducir en ellas el contenido de humedad (Doria, 2010).

4.4. Germinación

La germinación es un conjunto de acontecimientos fisiológicos que se producen en la semilla, los mismos que inician con la entrada del agua (imbibición) y la activación de los procesos metabólicos, finalizando con la elongación de la radícula, a través de la cubierta seminal, dando origen al embrión. La semilla para este proceso requiere de agua, oxígeno y una temperatura apropiada (Pita y Pérez, 1998; Graeber et al., 2010).

Según Nonogaki et al. (2010) la germinación es un proceso complejo, donde la semilla requiere recuperarse físicamente de la desecación de la maduración, reanude un metabolismo fuerte y sostenible y complete procesos celulares críticos para permitir la aparición del embrión y prepararse para el posterior crecimiento de la nueva planta.

Asimismo, Matilla (2008) determina que la germinación comienza con la absorción de agua por la semilla y finaliza cuando parte de ella atraviesa las estructuras que rodean a la semilla, como resultado es la elongación de la radícula y del embrión. El tiempo de duración de cada fase de la germinación dependerá de las características de la semilla (tamaño, oxígeno y contenido de sustratos hidratables) y de las condiciones externas (temperatura, humedad, luz y sustrato).

4.5. Tipos de germinación

4.5.1. Germinación hipogea

La germinación hipogea ocurre cuando la plántula emerge debajo de la superficie del suelo. La semilla se abre y la radícula comienza a crecer hacia abajo. En este tipo de germinación no se produce alargamiento del hipocótilo y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre este, el epicótilo es aquel que se alarga y aparecen las primeras hojas verdaderas. La mayor parte de las semillas grandes son de germinación hipogea como el género *Nectandra*, *Swietenia*, entre otras especies (Barrera et al., 2018).

4.5.2. Germinación epigea

La germinación epigea ocurre cuando el hipocótilo se alarga dejando que los cotiledones se alejen del suelo, es decir aparecen por encima del sustrato, es recomendable que se utilice un sustrato suelto de lo contrario los cotiledones no podrán emerger y morirán (Barrera et al., 2018).

4.6. Fases de la germinación

Los principales procesos que conducen a la germinación son: imbibición, activación metabólica y germinación.

4.6.1. Fase I: Imbibición

Es un proceso físico, por medio del cual la germinación origina un incremento en la toma de agua y oxígeno por la semilla desde el medio exterior durante un tiempo determinado, que va a depender de cada especie (Pérez y Pita, 1998). Entonces el agua atraviesa la testa llegando hasta

el embrión, para que pueda iniciar los siguientes procesos, en esta fase se produce la hinchazón de la semilla (De la Cuadra, 1992).

4.6.2. Fase II: Activación metabólica

Es una fase de síntesis de proteínas que servirán para las siguientes fases de la germinación. Además, muchas enzimas se activan entre ellas las hidrolíticas que son las que degradan la reserva alimenticia (almidón, proteína y lípidos) que son consumidos por el embrión para su posterior desarrollo (De la Cuadra, 1992).

4.6.3. Fase III: Germinación visible

Mediante el proceso de imbibición de la semilla, se intensifica el proceso respiratorio, como resultado es la producción de energía, lo que hace que la semilla pueda degradar las sustancias de reserva, lo cual determina el crecimiento del eje embrionario hasta que la plántula resultante desarrolle un sistema radicular que le permita tomar del suelo los nutrientes necesarios para su desarrollo y crecimiento (Orozco y Sánchez, 2013).

4.7. Principales factores que influyen en el proceso de germinación

Pita y Pérez (1998) determinan que, si no se cumplen las condiciones de la semilla, no germina bien. Los principales factores que influyen en la germinación son: el agua, el oxígeno, la temperatura y la luz.

4.7.1. Agua

La absorción de agua por las semillas es un fenómeno físico causado por la acción capilar de la cubierta de la semilla. Para que esto suceda, debe haber suficiente agua en el sustrato, ya que un exceso o falta impedirá que las semillas germinen y, por tanto, reducirá la germinación (Pitt y Pérez 1998; Graeber et al., 2010).

4.7.2. Temperatura

Cada especie vegetal posee un intervalo de temperatura donde inicia la germinación. La temperatura inadecuada afecta dos aspectos de la germinación: la capacidad germinativa y la velocidad, al influir en procesos como la velocidad de absorción de agua y procesos fisiológicos como el deterioro de la semilla, la pérdida de latencia en semillas secas y el cambio de latencia en semillas húmedas. Al intervalo de temperatura en el que ocurre la germinación se denomina ventana térmica (Orozco y Sánchez, 2013; Mesgaran et al., 2017).

4.7.3. Oxígeno

La disponibilidad del oxígeno es fundamental para el proceso de respiración de las semillas durante la germinación. El oxígeno llega al embrión disuelto en el agua. La entrada de oxígeno a la semilla puede estar obstaculizada por la presencia de químicos como los fenoles o por la capa de mucílago (Pita y Pérez, 1998).

4.7.4. Luz

Algunas semillas germinan en condiciones de oscuridad, en ese caso la exposición a la luz impedirá la germinación. Sin embargo, existen otras semillas que sólo germinan en presencia de luz (De la Cuadra, 1992). Según Orozco y Sánchez (2013), el efecto de la luz durante la germinación depende de la intensidad y duración de la radiación, calidad de la radiación, contenido de humedad de la semilla y el tiempo de exposición.

4.8. Sustrato

El sustrato es todo material poroso, usado en forma pura o combinado con otros, colocado en un contenedor o bolsa; proporciona anclaje y suficientes niveles de agua y oxígeno para el adecuado desarrollo del sistema radicular y el crecimiento de la nueva planta. El sustrato ideal para la planta debe tener macronutrientes (nitrógeno, potasio, fósforo, azufre, calcio, magnesio y hierro) y micronutrientes (cobre, zinc, sodio, manganeso, boro, cloro y molibdeno) (Ozuna et al., 2017).

4.8.1. Tipos de sustratos

Se pueden dividir en orgánicos e inorgánicos, los productos biológicos incluyen productos naturales, productos sintéticos y subproductos de diversas actividades. Estos productos deben ser acondicionados mediante compostaje o vermicompostaje para que realice sus funciones. Las sustancias inorgánicas son de origen natural, como arena de río, piedra pómez, etc. Este grupo también incluye sustratos para materiales de conversión como la vermiculita y subproductos industriales como la escoria. Sin embargo, algunos son más útiles que otros (Martínez y Roca, 2011).

Los sustratos se pueden integrar de forma independiente o combinando dos o más componentes con dosificaciones diferentes independientemente de sus propiedades orgánicas, inorgánicas o sintéticas (Olivo y Buduba, 2006). Combinar estos sustratos crea un nuevo sustrato; proporcionando más y mejor porosidad con el fin de mejorar la retención de humedad y la capacidad catiónica para obtener mejores condiciones de crecimiento en las plantas (Morales y Casanova, 2015). Existen algunos sustratos como: tierra negra, arena de río, cascara de arroz, fibra de coco, turba, humus de lombriz, compost, corteza de pino, aserrín, cascara de café, entre otros (Acosta, 2023).

4.8.2. Tierra negra

La tierra negra es el resultado de la descomposición de la materia orgánica. Su principal uso es formar parte del abono para las plantas, tiene alta retención de agua, en algunos casos tiene problemas de agrietamiento y drenaje los cuales se relacionan con la uniformidad del color y la calidad de la tierra (Morales y Casanova, 2015).

4.8.3. Cáscara de arroz

La cáscara de arroz es un sustrato orgánico que ayuda al crecimiento de las plantas de forma uniforme, así mismo, es rica en sílice y sirve a largo plazo como fuente de abono para los cultivos. Además, favorece a corregir la acidez del suelo, permite que las plantas se conserven húmedas evitando el encharcamiento, es ligero con alta porosidad y baja capacidad de retención de humedad, su conductividad hidráulica es alta con pH neutro. Es un material rico en potasio y fósforo, pero bajo en nitrógeno (Quinteros et al., 2011).

4.8.4. Arena de río

La arena fina es uno de los componentes más utilizados en la mezcla de sustratos por su facilidad de uso y por su granulometría, aporta buen drenaje lo que permite homogeneizar con los demás elementos del sustrato, su capacidad de retención de agua es media, una de sus características importantes es que apenas se degrada con el tiempo, además, que permite una buena aireación y drenaje del suelo (Fernández et al., 2014).

4.9. Tratamientos pregerminativos de las semillas

Los tratamientos pregerminativos o denominados también pretratamientos, son el conjunto de procesos o métodos necesarios para activar el período de latencia o dormición de las semillas, con la finalidad de acelerar el proceso de germinación. Se utilizan en algunos casos debido a la lenta respuesta de germinación de algunas semillas, la gruesa capa protectora del embrión y factores ambientales como la temperatura (Bacchetta et al., 2008). Entre los tratamientos pregerminativos se describen los siguientes: escarificación mecánica, física y química, estratificación, aplicación de hormonas entre otros.

4.9.1. Escarificación mecánica

Consiste en raspar, romper, rayar o cortar la testa de la semilla con lijas o limas de forma manual, con el fin de lograr la imbibición de las semillas, es fundamental conocer la ubicación del embrión para evitar dañarlo (Del Almo et al., 2009).

4.9.2. Escarificación química

Es la inmersión de las semillas en ácido sulfúrico o clorhídrico en concentración diferentes (5 - 100 %) y en tiempos de exposición entre 5 minutos a 10 horas, con el fin de ablandar los tegumentos de la semilla. La duración del remojo varía dependiendo de cada especie, una vez finalizado el tratamiento se escurre el ácido y se lava las semillas con abundante agua por lo menos durante 10 minutos (Del Almo et al., 2009).

4.9.3. *Inmersión en agua fría (temperatura ambiente)*

El remojo de las semillas en agua fría tiene como fin, modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores de la germinación y reducir el tiempo de germinación. Las semillas se ponen en remojo durante un tiempo, con o sin cambio de agua cada 12 o 24 horas. El tratamiento es aplicable en muchas especies (Del Almo et al., 2009).

4.9.4. *Inmersión en agua caliente*

La inmersión de las semillas en agua caliente se utiliza para romper el periodo de latencia o dormición producido por la testa indehisciente de la semilla. Este tratamiento consiste en colocar las semillas en agua caliente con temperaturas de hasta los 100 °C en un intervalo de tiempo entre (5 – 30 min) es importante que las semillas no hiervan para evitar dañarlas (Del Almo et al., 2009).

4.10. Descripción de *Nectandra laurel* Nees

4.10.1. Taxonomía

El género *Nectandra* registra 36 especies; de las cuales 6 son endémicas, a continuación, se describe taxonómicamente (Lozano, 2015).

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae

Género: *Nectandra*

Especie: *laurel*

Nombre científico: *Nectandra laurel*

Nombre común: Canelón



4.10.2. Descripción botánica de *Nectandra laurel* Nees

Nectandra laurel es un árbol que llega alcanzar una altura de hasta 40 m y diámetros de 80 a 100 cm, su tallo es recto y cilíndrico, copa densa redondeada, sus ramas son ascendentes, corteza escamosa con escamas irregulares y granuladas de color café oscuro a negras con marcas en el tronco. Las hojas son simples y aromáticas de color verde oscuro y brillantes de textura coriácea, de 10 a 30 cm de largo y de 2 a 6 cm de ancho, margen entero o liso, haz verde oscuro brillante, envés verde amarillento, hojas jóvenes de color rosado a rojizo y tiene fuerte olor a aguacate.

En cuanto a las flores tienen forma de estrella son de color rosa y perfumadas, muy pequeñas menos de 1 cm de diámetro, y se encuentran en racimos 15 a 25 cm de largo. Los frutos son bayas elipsoides con un promedio de 3 cm de largo y de 2 a 2,5 cm de ancho, comestibles de sabor semejante al aguacate su interior es carnoso de color verde amarillento con sabor dulce, contiene una sola semilla; la cual es comestible y de forma ovoide con un largo de 18 a 25 mm y de color café verdoso. La fase de floración inicia de abril a junio y la de fructificación inicia de junio a diciembre (Lozano, 2015). La germinación del género *Nectandra* es hipogea e inicia de 30 a 120 días después de la siembra (Salazar, 2001).

La madera es muy apreciada por su duración y el color amarillo claro de la misma, comúnmente es usada en la elaboración de muebles, postes para cercas y para construcción de casas (Lozano, 2015).

4.10.3. Distribución geográfica y ecología

Nectandra laurel es una especie nativa de los Andes que se adapta en los ecosistemas: bosque siempreverde montano y montano bajo de la Cordillera Occidental y Oriental de los Andes. Se distribuye desde el sur de México hasta Honduras. En Ecuador se encuentra en el rango altitudinal entre los 1 800 hasta los 2 500 m s.n.m. en las provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Chimborazo, Loja, Napo y Pichincha. Ecológicamente se considera una especie importante porque sus frutos sirven de alimento para loros, pavas entre otros animales (Lozano, 2015).

4.11. Estudios realizados con el género *Nectandra*

A continuación, se presenta una sistematización de la literatura relacionada con la germinación de *Nectandra* (Tabla 1).

Tabla 1. Trabajos realizados con semillas del género *Nectandra*.

| Tema | Objetivos | Resumen |
|--|--|--|
| Influencia de tres tipos de sustratos en la reproducción sexual del <i>Myroxylon balsamum</i> L. y <i>Nectandra acutifolia</i> Ruiz & Pav. | <p>General: Analizar la influencia de los tres tipos de sustratos en la reproducción sexual del <i>Myroxylon balsamum</i> y <i>Nectandra acutifolia</i>.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el porcentaje de germinación y mortalidad de las especies en estudio. - Analizar el desarrollo vegetativo de las especies <i>Myroxylon balsamum</i> y <i>Nectandra acutifolia</i> en el vivero. - Identificar, el mejor sustrato en función del desarrollo en la reproducción de las especies. | Hernandez (2019), determinó que el mayor porcentaje de germinación se encontró en la especie <i>Nectandra acutifolia</i> con 53,97 % y el menor en <i>Myroxylon balsamum</i> , obteniendo un promedio general de 51,88% de ambas especies. Y con respecto al porcentaje de mortalidad de 58,75 % para ambas especies, es decir que el sustrato no influyó sobre la germinación y mortalidad de las especies. |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Caracterización del fruto, germinación desarrollo, de plántulas y longevidad de semillas de Moena amarilla (<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart) en Tingo Maria</p> | <p>General: Caracterizar morfológicamente el fruto, la germinación, el desarrollo de plántulas y la longevidad de semillas de moena amarilla</p> | <p>Potesta (2020), obtuvo 2,83 g en el peso de fruto, 1,7305 g en el peso de semillas, 1,71 cm en la longitud de fruto, y 1,38 cm en la longitud de semilla; se obtuvo 92,50 % de poder germinativo, 78,92 % de energía germinativa para semillas viables y 73,00 % de energía germinativa para semillas sembradas; a 45 días de germinadas las plántulas obtuvieron 18,25 cm de altura, 0,22 cm de diámetro del cuello de plántula, 7,35 cm en altura de raíz, 1,2637 g en biomasa aérea, 0,3828 g de biomasa radicular y 0,6960 g de biomasa de hojas; asimismo, se observó que las semillas pierden gran porcentaje de su viabilidad a los 30 días de almacenamiento, disminuyendo en poder germinativo de 92,50 % (0 días) a 14,00 % (30 días), 4,50 % (60 días) y 0,00 % (90 días).</p> |
| | <p>(<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart) en Tingo María.</p> | |
| | <p>Específicos:</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el peso del fruto, peso de semilla, longitud de fruto y la longitud de semilla de la especie de moena amarilla (<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart). 2 - Determinar el poder germinativo y la energía germinativa en semillas de la especie moena amarilla (<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart). - Describir la morfología de plántulas de la especie moena amarilla (<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart). - Determinar la longevidad de semillas mediante el almacenamiento en semillas de la especie moena amarilla (<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mar | |

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en el invernadero del Laboratorio de Micropropagación Vegetal ubicado entre las coordenadas geográficas (UTM WGS 84): Sur 9 554 105,70 y Este 699 757,75, perteneciente a la Universidad Nacional de Loja y la recolección de frutos de *Nectandra laurel* se llevó a cabo en el parque universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC) ubicado en la parroquia Punzara, cantón y provincia de Loja, el cual abarca diversidad de ecosistemas entre ellos, bosque natural, matorral alto, matorral bajo, páramo antrópico, pastizales y plantaciones forestales. Tiene una superficie aproximada de 99,13 ha en un rango altitudinal de 2 130 a 2 520 m s.n.m., con una precipitación media anual de 955 mm/año y una temperatura media anual de 16,6 °C (Figura 1) (Aguirre et al., 2016).

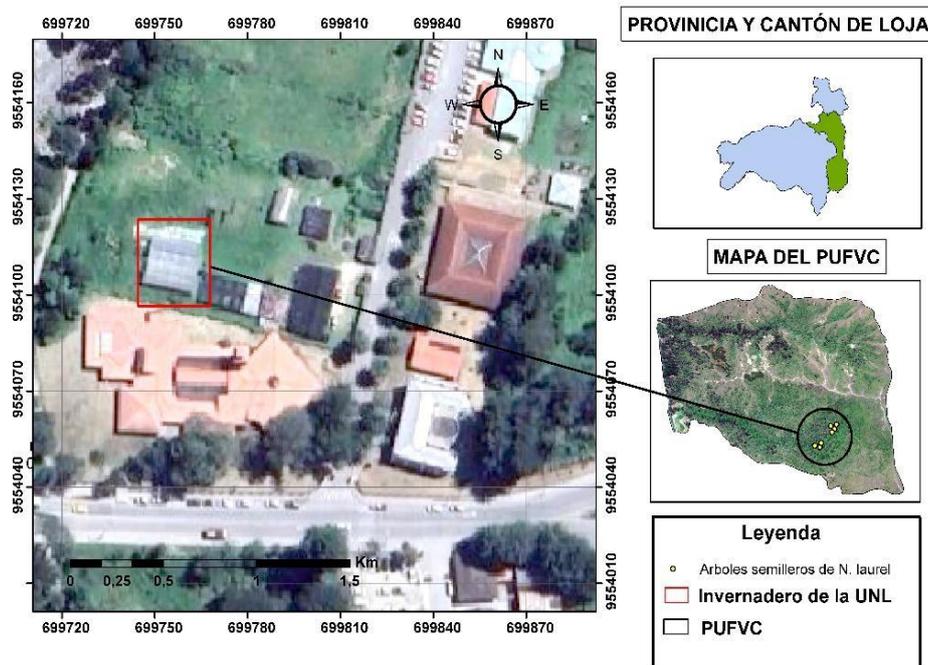


Figura 1. Mapa de ubicación del invernadero de Micropropagación Vegetal y área de colecta de semillas en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

5.2. Material vegetal

Los frutos de *Nectandra laurel* fueron colectados tanto en suelo como en la copa del árbol durante el mes de noviembre del 2023, en siete árboles matrices. Los frutos recolectados fueron trasladados al vivero forestal de la Quinta Experimental “La Argelia” para la obtención de las semillas. Se obtuvieron un total de 400 semillas.

5.3. Metodología para determinar el porcentaje de germinación de *Nectandra laurel* Nees bajo tres tratamientos pregerminativos

5.3.1. Tratamientos de las semillas

Las 400 semillas fueron seleccionadas cuidando de no utilizar aquellas con aspectos de deterioro o señal de enfermedad. Posterior a aquello, se aplicó tres tratamientos pregerminativos más un testigo (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos pregerminativos ensayados en semillas de *Nectandra laurel* Nees

| Nº | Tratamiento | Descripción |
|----|----------------------------|---|
| T0 | Testigo | Sin ningún tratamiento |
| T1 | Inmersión en agua caliente | Sumergidas en agua caliente por 5 minutos |
| T2 | Escarificación mecánica | Lijado de semillas en el borde |
| T3 | Inmersión en agua fría | Sumergidas en agua por 24 horas |

5.3.2. Preparación del sustrato y llenado de fundas

Para el sustrato se utilizó tierra negra, arena de río y cáscara de arroz, en proporción 5:3:2 respectivamente. El sustrato tamizado y mezclado fue desinfectado utilizando Terraclor al 75 % en una concentración de 1,0 g L⁻¹ de agua y fue empleado para el llenado de las fundas de polietileno de 4 × 6 pulgadas (10,20 × 15,20 cm) de forma manual a razón de 0,0226 m³ de sustrato, se llenó un total de 300 fundas. Se utilizó el mismo sustrato para todos los tratamientos pregerminativos ensayados.

5.3.3. Especificaciones del diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con tres tratamientos más el testigo, tres repeticiones de 25 semillas cada uno, dando un total de 300 semillas (Tabla 3).

Tabla 3. Especificaciones del diseño experimental para la germinación de semillas de *Nectandra laurel*

| Descripción | Especificación |
|------------------------------------|-------------------|
| Unidad experimental | Una semilla/funda |
| Número de tratamientos | 4 |
| Número de repeticiones | 3 |
| Número de semillas por repetición | 25 |
| Número de semillas por tratamiento | 75 |
| Número de semillas del ensayo | 300 |

5.3.4. Distribución espacial de los tratamientos en el invernadero

En el invernadero se delimitó, etiquetó y ubicó las fundas con sustrato, en los espacios correspondientes para cada tratamiento (Figura 2).

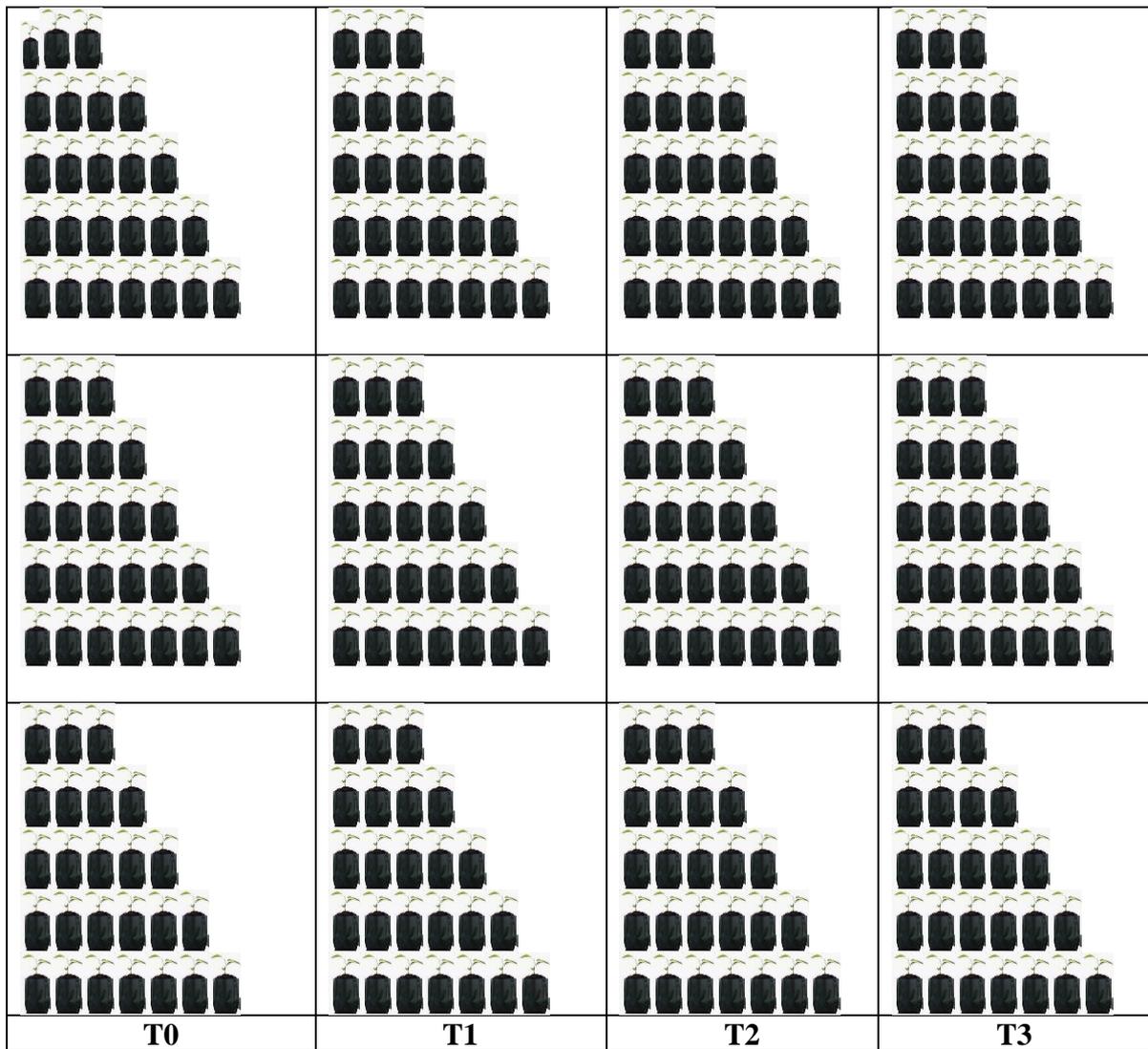


Figura 2. Distribución espacial de los tratamientos en el invernadero.

5.3.5. *Siembra de semillas y labores silviculturales*

La siembra de las semillas se realizó de forma directa a funda (una semilla acostada) a una profundidad de 2 cm, debido al tamaño de la semilla. Posteriormente se identificó cada funda por tratamiento pregerminativo, se sembró 75 semillas por tratamiento, más el testigo y finalmente se llevaron a cabo las actividades de control como riego y deshierbe, de manera periódica de acuerdo al requerimiento de las semillas.

5.3.6. *Variables evaluadas*

La evaluación de las variables se realizó mediante observación directa, cada día, por un tiempo de 180 días. Las variables evaluadas fueron:

- ☒ Número de semillas germinadas

A partir de los datos obtenidos se realizaron los siguientes parámetros:

- a) **Número de días a la germinación:** Se registró el número de días en los cuales germinó cada semilla según el tratamiento.

b) Porcentaje de germinación (PG): Para determinar el porcentaje de germinación de las semillas para cada tratamiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$PG \% = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{número total de semillas sembradas}} * 100$$

c) Curvas de germinación acumulativa: Se realizó con base a los registros del número de días a la germinación de todos los tratamientos pregerminativos ensayados.

d) Porcentaje de semillas no germinadas: Para determinar el porcentaje de semillas no germinadas se utilizó la siguiente fórmula:

$$PM \% = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de semillas no germinadas}} * 100$$

5.3.7. *Análisis estadístico*

Todas las variables analizadas se organizaron en hojas de cálculo en Excel con el propósito de calcular las medidas descriptivas básicas, lo que se realizó en el programa InfoStat. Para comprobar si existieron diferencias estadísticas significativas entre las medias por tratamiento aplicado, se procedió a comprobar los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianza sobre los errores. Una vez comprobados los supuestos básicos para el uso de pruebas paramétricas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) usando un nivel de significancia $p < 0,05$. Para determinar las diferencias entre los tratamientos pregerminativos se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey.

5.4. Metodología para evaluar el desarrollo de la calidad de las plántulas bajo tres tratamientos pregerminativos en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja

5.4.1. *Obtención de las plántulas*

A partir de la germinación de las semillas de *N. laurel* en los tratamientos pregerminativos ensayados en el primer objetivo, se seleccionó 10 plántulas al azar de cada tratamiento, a excepción del ensayo con agua caliente (T1) que no presentó germinación durante el tiempo de evaluación.

5.4.2. *Variables de evaluación*

En las 30 plántulas de *N. laurel* se evaluó a cada 15 días por el lapso de 60 días las siguientes variables morfológicas:

a) **Altura total**

Para medir la altura total se tomó desde la base de la plántula al nivel del sustrato hasta el meristema apical, para la cual se utilizó un flexómetro. La unidad de medida fue expresada en cm (Figura 3).



Figura 3. Altura total en las plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación.

b) Diámetro a la base

El diámetro se midió en la base de la plántula y se registró dos mediciones por plántula (sentido norte-sur y a 90°) con la finalidad de obtener el promedio y disminuir el error en la forma del tallo a la base, procedimiento que se lo realizó con un calibrador digital en mm (Figura 4).



Figura 4. Diámetro a la base en las plántulas de *N. laurel* expresada en mm.

c) Estado fitosanitario

Para evaluar el estado fitosanitario de las plántulas se realizaron observaciones directas en hojas y tallo. Se evaluó el estado como el color (amarillamiento, café), presencia de exudados, presencia de agallas y cualquier manifestación que indique la afectación por agentes patógenos; y se evaluó bajo tres categorías:

1 = plántula completamente sana sin ningún problema fitosanitario visible, de buen color y vigor;

2 = plántula relativamente sana, con alguna evidencia de problemas fitosanitarios pero que no corre riesgo de morir, y principalmente cuando no se presente en más de un 50 % del follaje o que no haya provocado heridas severas en el tallo;

3 = enferma, plántulas con problemas fitosanitarios que afectan el desarrollo normal de la plántula tales como la pérdida del eje dominante o del follaje y en general, daños visibles en más del 50 % de la planta (Figura 5).

d) Presencia de bifurcaciones

Para determinar bifurcaciones en las plántulas de *N. laurel* se realizó observaciones a lo largo del tallo al final de los 60 días de evaluación categorizando como 0= no bifurcado y 1 = bifurcado.

e) Pérdida del meristemo principal

Para determinar la pérdida del meristema principal en las plántulas *N. laurel* se realizó observaciones al ápice diariamente durante los 60 días de evaluación categorizando como 0= con meristemo sano y 1 = meristemo dañado.

f) Rectitud del tallo

Para determinar la rectitud del tallo en las plántulas de *N. laurel* se realizó observaciones a lo largo del tallo al final de los 60 días de evaluación, categorizando como 0= con tallo totalmente recto y 1 = tallo con torceduras severas y evidentes.



Figura 5. Estado fitosanitario/vitalidad en plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación.

5.4.3. Labores silviculturales

Se realizó el riego periódico de las plántulas

5.4.4. Análisis de datos

Todas las variables analizadas se organizaron en hojas de Excel, con los datos obtenidos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) usando un nivel de significancia $p < 0,05$, para determinar las diferencias entre los tratamientos pregerminativos se realizó una prueba de comparación de medias Tukey (0,05). Los gráficos y análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa Excel e Infostat.

6. Resultados

6.1. Porcentaje de germinación de *Nectandra laurel* Nees bajo tres tratamientos pregerminativos

6.1.1. Número de días a la germinación

La germinación de las semillas de *N. laurel* se presentó a partir del día 45 y se estabilizó hasta el día 180 después de la siembra, destacándose el tratamiento escarificación mecánica con semillas lijadas en el borde (T2), que registró el mayor número de semillas germinadas (Figura 6).

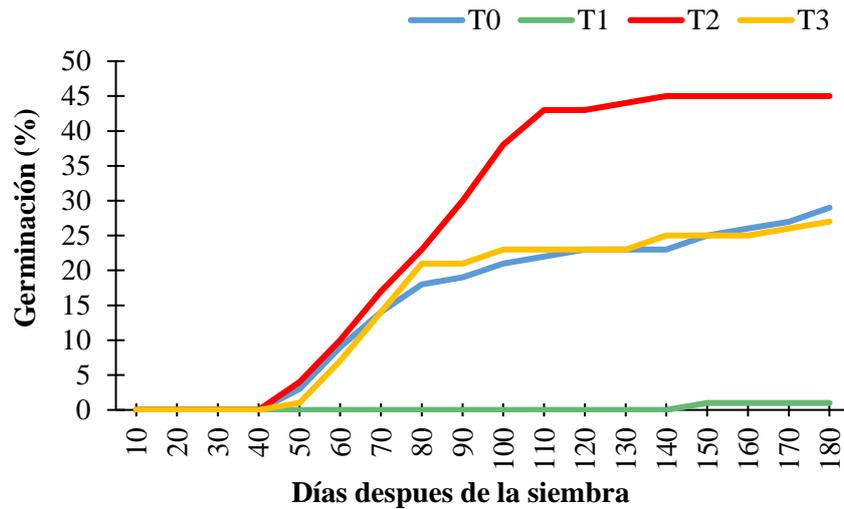


Figura 6. Curva de germinación acumulativa de *N. laurel*., a los 180 días de evaluación, n= 75/tratamiento, T0= testigo; T1= inmersión en agua caliente por 5 min; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h.

6.1.2. Porcentaje de germinación

Las semillas de *N. laurel* registraron el mayor porcentaje de germinación (60 %) en el tratamiento (T2) escarificación mecánica (lijado de las semillas en el borde), en contraste con el tratamiento (T1) compuesto por la inmersión de semillas en agua caliente por 5 min (1,33 %) que registró el menor porcentaje de germinación. Los tratamientos pregerminativos ensayados presentaron diferencias estadísticas significativas con un ($p < 0,0001$) (Figura 7).

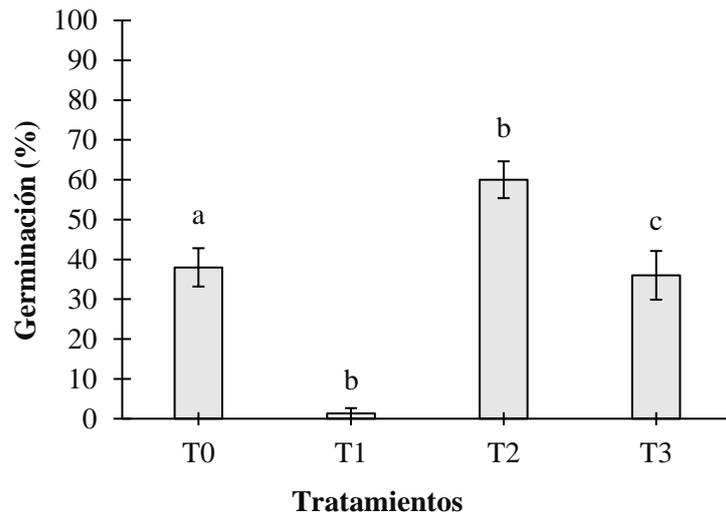


Figura 7. Porcentaje de germinación de las semillas de *N. laurel.*, a los 180 días de evaluación, a nivel de invernadero, T0= testigo; T1= inmersión en agua caliente por 5 min; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h, n=75/tratamiento.

6.1.3. Porcentaje de semillas no germinadas

Las semillas de *N. laurel* registraron el mayor porcentaje de semillas no germinadas (98,67 %) en el tratamiento (T1) con la inmersión de semillas en agua caliente por 5 min, en contraste con el tratamiento (T2) compuesto por semillas lijadas en el borde que registró el menor porcentaje (40 %). Los tratamientos pregerminativos ensayados presentaron diferencias estadísticas significativas con un ($p < 0,0001$) (Figura 8).

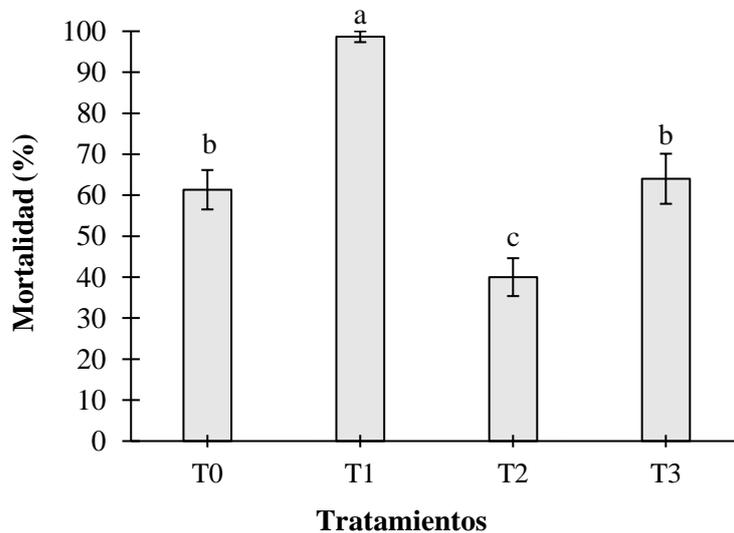


Figura 8. Porcentaje de semillas no germinadas de *N. laurel.*, a los 180 días de evaluación, T0= testigo; T1= inmersión en agua caliente por 5 min; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h, n=75/tratamiento.

6.2. Evaluación del desarrollo de la calidad de las plántulas bajo tres tratamientos pregerminativos en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja

6.2.1. Altura total

Los tratamientos pregerminativos ensayados no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p=0,84$). Sin embargo, la escarificación mecánica (T2) registró el mayor promedio en altura (15,34 cm) a los 60 días de evaluación, entre tanto el testigo (T0) registró el menor valor (14,81 cm) (Tabla 4).

Tabla 4. Crecimiento en altura total en las plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación, bajo tres tratamientos pregerminativos.

| Tratamientos | Altura (cm) | Desviación estándar | Error estándar | Coefficiente de variación |
|--------------|-------------|---------------------|----------------|---------------------------|
| T0 | 14,81 | 2,48 | 0,78 | 16,73 |
| T2 | 15,34 | 1,21 | 0,38 | 7,91 |
| T3 | 15,26 | 2,68 | 0,85 | 17,56 |

Nota: T0= testigo semillas sin ningún tratamiento; T2= escarificación mecánica semillas lijadas en el borde; T3= inmersión en agua fría por 24 h, n=10/tratamiento.

6.2.2. Diámetro a la base

Los tratamientos pregerminativos ensayados no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p=0,28$). Sin embargo, el testigo (T0), registró el mayor promedio en diámetro (2,21 mm) a los 60 días de evaluación, entre tanto las semillas escarificadas (T2) registró el menor valor (2,01 mm) (Tabla 5).

Tabla 5. Crecimiento en diámetro a la base en plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación, bajo tres tratamientos pregerminativos.

| Tratamiento | Diámetro (mm) | Desviación estándar | Error Estándar | Coefficiente de variación |
|-------------|---------------|---------------------|----------------|---------------------------|
| T0 | 2,21 | 0,32 | 0,10 | 14,6 |
| T2 | 2,01 | 0,22 | 0,07 | 10,84 |
| T3 | 2,05 | 0,31 | 0,10 | 15,11 |

Nota: T0= testigo semillas sin ningún tratamiento; T2= escarificación mecánica semillas lijadas en el borde; T3= inmersión en agua fría por 24 h, n=10/tratamiento.

6.2.3. Estado fitosanitario y subcriterios

Las plántulas de *N. laurel* en los tratamientos pregerminativos ensayados registraron un estado fitosanitario y vitalidad sano (categoría = 1) en todas las partes de la planta buen color y vigor (meristemas apicales sanos y tallos totalmente rectos), además, de no registrar bifurcaciones (categoría = 0) a los 60 días de evaluación (Tabla 6) (Figura 9).

Tabla 6. Evaluación del estado fitosanitario y subcriterios en las plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación.

| Tratamientos | Estado fitosanitario | Meristema apical | Bifurcaciones | Rectitud del tallo |
|--------------|----------------------|------------------|---------------|--------------------|
| T0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| T2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| T3 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Nota: T0= testigo semillas sin ningún tratamiento; T2= escarificación mecánica semillas lijadas en el borde; T3= inmersión de semillas en agua fría por 24 h, n=10/tratamiento; 1 = plántula completamente sana sin ningún problema fitosanitario; 0 = meristema apical sano; 0 = plantas no bifurcadas; 0 = tallos totalmente rectos.



Figura 9. Estado fitosanitario en plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación, bajo tres tratamientos pregerminativos, T0= testigo; T2=escarificación mecánica lijadas en el borde; T3=inmersión en agua fría por 24 h, n=10/tratamiento.

7. Discusión

7.1. Germinación de *Nectandra laurel* Nees bajo tres tratamientos pregerminativos

Las semillas de *Nectandra laurel* fueron sembradas de manera directa en fundas de polietileno; sin embargo, este método no es recomendable para todas las especies forestales, generalmente se utiliza para especies que poseen un alto porcentaje de germinación y sus semillas sean grandes, ahorrando tiempo, mano de obra y dinero. Una de las ventajas de utilizar la siembra directa es que permite que las plántulas se desarrollen sin perturbaciones disminuyendo el estrés (Trujillo, 2014; Pérez et al., 2022). En la presente investigación se testeó la aplicación de tratamientos pregerminativos con el fin de romper el periodo de latencia y acelerar el tiempo de germinación (Bacchetta et al., 2008), además, de garantizar una producción más exitosa según lo recomendado por Quiroz et al. (2009).

Las semillas de *N. laurel* germinaron a partir del día 45 hasta los 180 días después de la siembra, resultados inferiores a los obtenidos por González (1991), quien registra germinación a partir de los 69 hasta los 100 días en *N. membranacea*; mientras que Salazar y Soihet (2001), reportan un inicio del proceso de germinación a partir del día 20 hasta el día 120 en *N. lanceolata*. Las semillas de este género son consideradas semillas dormantes y relativamente lentas para germinar (González 1991), lo cual puede ser resultado de los factores que influyen en el proceso de germinación como la disponibilidad de agua, oxígeno y temperatura (Buamscha et al., 2012; Wang et al., 2016; Cardoso et al., 2018).

La germinación de *N. laurel* es hipogea criptocotilar, es decir no se produce alargamiento del hipocótilo y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre este, el epicótilo es aquel que se alarga y aparecen las primeras hojas verdaderas (Rosabal et al., 2014). Los cotiledones permanecen protegidos por la testa o pericarpio los mismos que permanecen por largo tiempo después de la germinación y desarrollo de la plántula, este tipo de germinación ofrece caracteres diagnósticos evidentes que permiten reconocer la identidad específica de las semillas (Vargas, 2017; Barrera et al., 2018). Las plantas con este tipo de germinación soportan largos períodos de sequía, generalmente poseen una raíz primaria bien desarrollada, cotiledones carnosos grandes perdurables, y catafilos que protegen las yemas de la base (Barrera-Torres, 1986).

De los tratamientos pregerminativos utilizados en la presente investigación se determinó que el tratamiento T2 escarificación mecánica que consistió en el lijado de las semillas en el borde fue el que alcanzó el mayor porcentaje 60 % a los 180 días de evaluación. Resultados superiores a los obtenidos por Flores et al. (1985) en estudios sobre morfología y demografía de la germinación en Lauráceas, quienes determinaron para la misma especie un porcentaje de germinación del 30 %; mientras que González (1991) determinó un porcentaje de germinación

para *N. membranacea* del 43 % y Salazar (2001) en su estudio sobre el manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina, determinó un porcentaje igual del 60 % para la especie *N. lanceolata* con el tratamiento pregerminativo escarificación en ácido sulfúrico concentrado por 5 min y luego la estratificación en arena húmeda por 30 días.

Los resultados de germinación de las semillas entre los tratamientos pregerminativos fueron estadísticamente diferentes debido a varios factores como el tipo de tratamiento, la salud de las semillas, algunos otros que pueden influir es el ataque de hongos y bacterias sobre todo en los primeros veinte días de la germinación, así mismo los cotiledones se oxidan al ser seccionados (Flores et al., 1985). Además, las semillas del género *Nectandra* son recalcitrantes y no toleran el almacenamiento o disminución en la temperatura (Magnitskiy y Plaza, 2007), por ello deben sembrarse inmediatamente después de ser colectadas para alcanzar altos porcentajes de germinación (Salazar 2001). Las semillas de la familia Lauraceae necesitan de buena humedad, suelos orgánicos y de la aplicación de algún tratamiento pregerminativo por su testa dura (González 1991).

Por otro lado, se observó que el mayor porcentaje de semillas no germinadas de *N. laurel* 98,67 % se registró en el tratamiento T1 con la inmersión de las semillas en agua caliente por 5 min. Existen diversos factores por los cuales algunas semillas no germinan, incluso después de la aplicación de algún tratamiento pregerminativo los cuales podrían relacionarse con la viabilidad de las semillas, temperatura inadecuada, tiempo de inmersión incorrecto, latencia de las semillas, daño del embrión por exceso de calor y tipo de semilla (Del Almo et al., 2009; Mesgaran et al., 2017; Cardoso et al., 2018). Por ello que es importante entender la biología de las semillas de las especies forestales para aplicar el tratamiento pregerminativo adecuado (Jara, 1996; Burley, 2002) el cual puede ser determinante para conseguir los objetivos de reforestación o de restauración de ecosistemas planteados.

7.2. Calidad de las plántulas de *Nectandra laurel* bajo tres tratamientos pregerminativos en condiciones de invernadero

La calidad de las plántulas en esta investigación se destacó porque en todos los tratamientos ensayados el estado de evaluación fue excelente y sano, en las variables morfológicas, altura total, diámetro a la base, estado fitosanitario y subcriterios (presencia de bifurcaciones, pérdida del meristema principal y rectitud del tallo) esto se debe a que, en condiciones de invernadero, la aplicación de labores culturales es un aspecto muy importante, sobre todo cuando el objetivo es la producción de plantas, bajo condiciones controladas, la semilla recibe todos los cuidados y tratamientos necesarios para su germinación, crecimiento y posterior desarrollo de las plantas (Prieto y Alarcón, 1998; Rodríguez, 2008).

El estado excelente y sano de las plántulas de *N. laurel* está directamente relacionado con las prácticas de manejo que se aplicaron en su cuidado, lo que garantiza la calidad de las plantas producidas, lo cual está acorde a lo que mencionan Villar (2003) y Prieto et al. (2009) quienes resaltan que la calidad de una planta es el resultado de cuatro componentes fundamentales, calidad genética, morfológica, fisiológica y sanitaria. Estos atributos son importantes para determinar el rendimiento inicial durante la etapa de campo (Grossnickle y South, 2017).

La calidad genética está relacionada con el origen de la semilla, mientras que los atributos morfológicos, fisiológicos y sanitarios están asociados a la capacidad de las plantas para adaptarse, sobrevivir y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación (Johnson y Cline, 1991; Rodríguez, 2008; Davis y Pinto, 2021), además, se relacionan con la economía hídrica y de carbono de la planta (Villar, 2003).

Los atributos morfológicos y fisiológicos de las plantas al salir del invernadero definen su calidad e influyen en su establecimiento en campo, mientras más grande sea la planta mayor es su capacidad de supervivencia, siendo la calidad un componente crítico para garantizar el éxito de los programas de restauración y reforestación (Villar et al., 2000; Quiroz et al., 2009; Grossnickle y South, 2017).

La producción de plantas en invernadero, garantiza mayor prendimiento y crecimiento de las mismas, esto se debe a aspectos importantes como el riego constante, nutrientes y la formación de un sistema radicular fibroso, lo que permite obtener una plántula con una relación raíz/tallo mucho más beneficioso para soportar el trasplante, es decir las raíces son más capaces de producir un crecimiento explosivo una vez trasladadas al lugar de plantación (Buamscha et al., 2012).

Se han identificado diferentes atributos morfológicos para caracterizar la calidad de una planta de los cuales se destacan los siguientes: altura total, diámetro a la base del tallo, sistema radicular, número de raíces, volumen radicular, área foliar, relación diámetro/altura, relación tallo/raíz, pesos secos y yema terminal (Toral, 1997; Rojas-Arévalo et al., 2022). Mientras que los atributos fisiológicos que tienen relación con la calidad, supervivencia y crecimiento de las plántulas son: potencial hídrico, fluorescencia de clorofila, potencial de desarrollo de raíces, estatus nutricional, contenido de carbohidratos y control del fotoperíodo (Toral, 1997). De los cuales se destaca el estado nutricional y el estado hídrico siendo los atributos con más influencia en la calidad de las plantas (Senilliani et al., 2020).

Las plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación alcanzaron una altura total promedio de 15,13 cm en todos los tratamientos pregerminativos ensayados, resultados similares a los obtenidos por Flores et al. (1985) los cuales determinaron una altura promedio de 12,36 cm para la misma especie a los 50 días de evaluación, esta variable está relacionada con la superficie de

transpiración de la planta, su capacidad fotosintética y para almacenar carbohidratos por lo que plantas más altas se enfrentan mejor con aquellas especies competidoras, lo que determina una buena salud fisiológica y un sistema radicular apropiado, y se recomienda una altura entre 15 y 20 cm para el trasplante (Quiroz et al., 2009).

La altura como atributo morfológico no está relacionada con la supervivencia en la plantación, sin embargo, la relación entre peso seco de biomasa área y la radical, determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta, siendo uno de los parámetros que ofrece mayor información referente a la calidad de la planta, por su relación con el balance hídrico y la tolerancia al estrés (Marchant et al., 2009; Mexal, 2012). A mayor disponibilidad de agua y nutrientes la altura de la planta será mayor (Toral, 1997; Noguera-Talavera et al., 2016).

Por su parte, el diámetro en las plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación alcanzaron un diámetro promedio a la base de 2,09 mm en todos los tratamientos pregerminativos ensayados por lo que no se presentaron diferencias estadísticas significativas en los mismos. El diámetro como atributo morfológico define la robustez del tallo y predecí mejor el comportamiento, supervivencia y desempeño de un brinjal en la plantación, así como el crecimiento en altura y producción de volumen a largo plazo, mientras mayor sea el diámetro y el peso fresco de la planta más resistentes serán a la flexión y más tolerantes a plagas y enfermedades, lo que garantiza una buena sobrevivencia en la plantación (Mexal, 2012; Rueda-Sánchez et al., 2013). Además, es un buen indicador de la capacidad de transporte del agua hacia la parte aérea de la planta, resistencia mecánica y de la capacidad relativa para soportar altas temperaturas (Quiroz et al., 2009).

Las diferencias en las variables morfológicas altura total y diámetro a la base de las plántulas de *N. laurel* pueden estar influenciadas por el tiempo de evaluación, tipo de tratamiento pregerminativo y por el inicio del crecimiento secundario del tallo, el cual se hace visible a los 40 días después de la germinación, donde se puede observar un engrosamiento del extremo proximal del tallo y del hipocótilo, así mismo el uso del mantillo permanentemente húmedo parece ser el mejor sustrato para las semillas de las especies de la familia Lauraceae (Flores et al., 1985).

El estado fitosanitario y subcriterios de las plántulas de *N. laurel* a los 60 días de evaluación fue sano, es decir libres de heridas, enfermedades, plagas, no bifurcadas, es por ello que evaluar la calidad de las plántulas es fundamental pues una planta sana y con un buen estado fitosanitario se desarrolla en campo sin alteraciones morfo-fisiológicas (Prieto et al., 2009).

8. Conclusiones

- Las semillas de *Nectandra laurel* inician su germinación a partir de los 45 días después de la siembra directa en fundas de polietileno y se puede extender hasta los 180 días lo que se atribuye a que se trata de una especie con germinación lenta.
- La aplicación de tratamientos pregerminativos influye en la germinación de las semillas de *N. laurel*, destacándose el T2 escarificación mecánica (semillas lijadas en el borde) quién registra el mayor porcentaje de germinación por lo que es importante considerar estos aspectos al momento de trabajar con especies de testa dura si se quiere incrementar la germinación; mientras que el T1 inmersión de las semillas en agua caliente por 5 min presentó los valores más bajos lo que está relacionado con el porcentaje de semillas no germinadas registrado en este tratamiento.
- La calidad de las plántulas de *N. laurel* en el estado fitosanitario y subcriterios fue excelente y sana de buen color y vigor en todos los tratamientos pregerminativos evaluados, lo que podría estar relacionado con los cuidados y técnicas utilizadas para su reproducción que se realizan bajo condiciones controladas.
- Las variables morfológicas altura total y diámetro a la base de las plántulas de *N. laurel* no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos por lo que su desarrollo podría depender de factores propios de la semilla como las condiciones genéticas y fisiológicas, aspectos a considerar si se desea emprender con la producción de plantas para proyectos de reforestación o de restauración con fines de conservación y aprovechamiento de la especie.

9. Recomendaciones

- Continuar el monitoreo de las plántulas de *N. laurel* a nivel de vivero, con el propósito de fortalecer estrategias de ecología y silvicultura de la especie para garantizar el manejo y conservación en el bosque andino.
- Desarrollar investigaciones con la implementación de tratamientos pregerminativos como la escarificación química y biológica.
- Ensayar la escarificación física en agua caliente en otros intervalos de tiempo con la finalidad de aumentar los porcentajes de germinación.
- Promover investigaciones de propagación de especies forestales nativas del bosque andino con la finalidad de fortalecer acciones de conservación y aprovechamiento.

10. Referencias bibliográficas

- Acosta, M. (2023). Tipos de sustrato. *Ecología verde*
- Aguirre, Z., Celi, H., y Herrera C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa* 25 (3).
- Aguirre Z., Loja A., Solano M. y Aguirre-Mendoza N. (2015). Especies Forestales más aprovechadas del Sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Ecuador
- Aguirre, Z., Muñoz, J., González, L., y Muñoz, L. (2023). Procesos Sucesionales de la vegetación bajo plantaciones forestales y bosque Andino en la hoya de Loja, Ecuador. *ResearchGate*, (2), 107-127. 10.37885/220809828
- Aguirre, Z., Yaguana, C., y Gaona, T. (2016). *Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador
- Amico G., y Aizen, M. (2005). Dispersión de semillas por aves en un bosque templado del sur de Sudamérica: Quién dispersa a quién. *Ecológico Austral*, 15(1), 089-100.
- Arnold, F. (1996). *Manual de vivero forestal: elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile*. CONAF: Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (Eds.).
- Bacchetta, G., Bueno, A., Fenu, G., Jiménez-Alfaro, B., Mattana, E., Piotto, B., y Virevaire, M. (2008). *Conservación ex situ de plantas silvestres*, 1-375. Gijón: Principado de Asturias.
- Barrera, P., Rodes, M., Maza, B., Torricelli, Y., Vera, A., y Caicedo, C. (2018). Guía para la priorización participativa de especies forestales, establecimiento y manejo de viveros en las comunidades Kichwas del alto Napo, Tena – Ecuador.
- Barrera-Torres, E. (1986). Identificación de plántulas de algunas especies arbóreas del bosque de niebla. *Perez-Arbelaezia*, 1(2), 165-209.
- Basantes, E. (2003). *Silvicultura y fisiología vegetal aplicada*. Friend's Quito
- Burley, J. (2002). Panorámica de la Diversidad Biológica Forestal. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, 53
- Buamscha, G., Contardi, L., Dumroese, R., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., Jacobs, D., Landis, T., Luna, T., Mexal, J., y Wilkinson, K. (2012). *Producción de plantas en vivero*. Consejo Federal de Inversiones (CFI), Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB).
- Cardoso, F., Dos Santos, F., Duarte, M., Dos Santos, C., y Vasconcelos, M. (2018). Estresse hídrico e térmico na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 13(2), 1-7.

<https://doi.org/10.5039/agraria.v13i2a5515>

- Cuesta, F., Peralvo, M. y Valarezo, N. (2009). Los bosques montanos de los Andes Tropicales: una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. <https://www.bivica.org/file/view/id/320>
- Davis, A., y Pinto, J. (2021). The scientific basis of the target plant concept: And overview. *Forests*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/f12091293>
- Del Amo, S., Vergara, M., Ramos, J., y Sainz C. (2009). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. Universidad Veracruzana.
- De la Cuadra, C. (1992). *Germinación, latencia y dormición de las semillas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
- Donoso Zegers, C. (1993). Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología forestal. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85.
- Fernández, M., Aguilar, M., Carrique, J., Tortosa, J., García, C., López, M., y Pérez, J. (2014). *Suelo y medio ambiente en invernaderos*. (5ª ed.). Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Flores, E., Fournier, L., y García, E. (1985). *Morfología y demografía de la germinación en lauráceas de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.
- Fundación Ishpingo. (2008). Guía práctica para la reforestación, recolección de semillas, manejo de vivero y agroforestería; fichas técnicas de las principales especies maderables- Alto Napo - Amazonía Ecuatoriana, Tena.
- González, E. (1991). Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. *Biología Tropical*, 39(1).
- Graeber, K., Linkies, A., Müller, K., Wunchova, A., Rott, A., y Leubner-Metzger, G. (2010). Cross-species approaches to seed dormancy and germination: conservation and biodiversity of ABA-regulated mechanisms and the Brassicaceae DOG1 genes. *Plant Molecular Biology*, 73(1), 67-87
- Grossnickle, S., y South, D. (2017). Seedling quality of southern pines: Influence of plant attributes reforesta journal view Project. *Tree planters Notes* 60, 60(2). <https://doi.org/10.3390/f9050283>
- Jara, L. (1996). Biología de semillas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza-CATIE. Turrialba, Costa Rica.

- Johnson, J., y Cline, M. (1991). Calidad de las plántulas de pinos del sur. En Duryea, ML, Dougherty, PM (eds.) *Forest Regeneration Manual. Forestry Sciences*, 36(1). https://doi.org/10.1007/978-94-011-3800-0_8
- León, P., Sandoval, A., Bolados, G., Rosas, M., Stark, D., y Gold, K. (2014). Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales. En boletín INIA No 280, pp. 1-97
- Lozano, P. (2015). Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Quito.
- Marchant, I., García, E., González, M., Chung, P., y Soto, H. (2009). Vivero forestal. Producción de plantas a raíz cubierta. Centro tecnológico de la planta forestal. Gobierno de Chile, INFOR.
- Martínez, P.F. y Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. En Flórez R., V.J. (Ed.). *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Masgaran, M., Onofri, A., Mashhadi, H., y Cousens R. (2017). Water availability shift the optimal temperatures for seed germination: A modelling approach. *Ecological Modelling*, 351(1). <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.02.020>
- Matilla, A. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. *Fundamentos de la fisiología vegetal*, 2, 549.
- Magnitskiy, S., y Plaza, G. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. Universidad Nacional de Colombia
- Mexal, J. (2012). Producción de plantas en viveros forestales. *Calidad de plantines: atributos morfológicos*. Colección nexos.
- Morales, M. E. R. y Casanova, L. F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 365-372. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19331>
- Moreno, G., y Bernal, J. (1979). Propagación de plantas. Dos mil. Colombia
- Muñoz-Chamba, L., Cabrera-Sinche, B., Muñoz, J., y Aguirre Z. (2021). Parámetros poblacionales de tres especies arbóreas del bosque andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), pp 128 – 147
- Noguera-Talavera, A., Reyes-Sánchez, N., Membreño, J., Duarte-Agular, C., y Mendieta-Araica, B. (2016). Calidad de plántulas de tres especies forrajeras (*Moringa oleífera* Lam.,

- Leucaena leucocephala* y *Cajanus cajan*) en condiciones de vivero. *La Calera*, 14(22).
<https://doi.org/10.5377/calera.v14i22.2652>
- Nonogaki, H., Bassel, G., y Bewley, D. (2010). Germination—Still a mystery. *Researchgate* 179, (6), 574-581. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.02.010>.
- Orozco, A., y Sánchez, M. (2013). *Germinación*. En Márquez, J. et al. (Eds.), *Biología de angiospermas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Osuna, H., Osuna, A., y Fierro, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores*. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf
- Pérez, F., y Pita, J. (1998). *Germinación de semillas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Pérez, D., Ceballos, C., y Oneto, M. (2022). Costos de plantación y siembra directa de *Prosopis flexuosa* var. *depressa* (Fabaceae) para restauración ecológica. *Acta botánica mexicana*, (129).
- Pinedo, M., y Barrera, E. (2000). Contribución al conocimiento de la morfología de la semilla, la germinación y el desarrollo de las plántulas de *Beilschmiedia sulcata* (R. et P.) Kostem y *Nectandra globosa* (Aublet) Mez. (Lauraceae). *Acta Biológica Colombiana*, 5(1).
- Potesta, L. (2020). *Caracterización del fruto, germinación, desarrollo de plántulas y longevidad de semillas (Nectandra oppositifolia Nees & Mart) en Tingo María*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Prieto, J., y Alarcón, B. (1998). Producción de plantas forestales. Campo Experimental Valle del Guardiania-INIFAP-SAGAR. Durang, Dgo., México. Folleto técnico número 10.
- Prieto, J., García, J., Mejía, J., Huchín, S., y Aguilar, J. (2009). *Producción de plantas del género Pinus en vivero en clima templado frío*. Publicación especial 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo. México.
- Quintero, M., González, C., y Guzmán, J. (2011). Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. En Flórez R., V. J. (Ed.). *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. pp. 79-108.
- Quiroz, I., Chung, P., Gracia, E., González, M., y Soto, H. (2009). Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. Santiago, Chile: INFOR.
<https://doi.org/10.52904/20.500.12220/17366>

- Rodríguez., D. (2008). Indicadores de planta forestal. Mundi prensa México. D. F., México.
- Rojas-Arévalo, N., Ovalle, J., Oliet, J., Piper, F., Valenzuela, P., Ginocchio, R., y Arellano, E. (2022). Solid shelter tubes alleviate summer stresses during outplanting in drought-tolerant species of Mediterranean forests. *New Forests*, 53(3). <https://doi.org/10.1007/S11056-021-09872-Z>
- Rosabal, L., Martínez, L., Reyes, Y., Dell Almico, J., y Núñez, M. (2014). Aspectos fisiológicos, bioquímicos y expresión de genes en condiciones de déficit hídrico. Influencia en el proceso de germinación. *Cultivos Trpicales*, 35(3), pp 24-25
- Rueda-Sánchez, A., Benavides-Solorio, J., Saenz-Reyez, J., Muñoz-Flores, H., Prieto-Ruiz, J y Orozco-Gutiérrez, G. (2013). Calidad de plantas producidas en los viveros forestales de Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(22). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v5i22.350>
- Salazar, R., y Soihet, C. (2001). Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. *CATIE*, 2.
- Senilliani, M., Acosta, M., Oliet, J., y Brassiolo, M. (2020). Atributos morfológicos y fisiológicos de *Prosopis alba* Griseb en vivero con diferentes sustratos y contenedores. *Quebracho*, 29 (1,2), pp 92-101
- Sierra, M. (1991). *Cryptocarya alba* (Mol.) looser (lauraceae): organización morfológica de semilla, plántula y estados juveniles. *Researchgate*.
- Soblechero, E., Hernanz. A., Antón., N., Durán, J. (2007). La semilla y su morfología. Agricultura *Revista Agropecuaria*. Agrícola Española.
- Toral, M. (1997). Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento técnico 1. Guadalajara, Jalisco, México.
- Troiani, H., Prina, A, Muiño, W., Tatame, M. y Beinticinco, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. (1ª ed.). Santa Rosa: Universidad Nacional de la Pampa.
- Trujillo, E. (2014). Viveros forestales: Siembra directa en bolsa, ¿Conveniente o No?. *Revista el mueble y la madera*.
- Vargas, G. (2017). Germinación y crecimiento de especies nativas potenciales para reforestación en el estado de Tabasco, México.
- Villar, P. (2003). Importancia de la calidad de plantas en los proyectos de revegetación. Universidad de Alcalá / Asociación española de Ecología Terrestre.
- Villar, S., Peñuelas, J., y Carrasco, M. (200). Influencia del endurecimiento por estrés hídrico y la fertilización en algunos parámetros funcionales relacionados con la calidad de la planta de

Pinus pinea, In. Actas del primer simposio sobre el pino piñonero. Valladolid, España 1: 221-218

Wang, P., Mo, B., Long, Z., Fan, S., Wang, H., y Wang, L. (2016). Factors affecting seed germination and emergence of *Sophora davidi*. *Industrial Crops and Products*, 87(1), 261-265. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.053>

11. Anexos

Anexo 1. Recolección de frutos y obtención de las semillas de *N. laurel*.



Anexo 2. Preparación del sustrato y llenado de fundas.



Anexo 3. Siembra de las semillas de *N. laurel*.



Anexo 4. Germinación de *N. laurel*.



Anexo 5. Variables morfológicas y estado fitosanitario en plántulas de *N. laurel*.



Anexo 6. Análisis de varianza y prueba Tukey para la variable porcentaje de germinación.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Porcentaje de germinación | 12 | 0,91 | 0,88 | 23,28 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

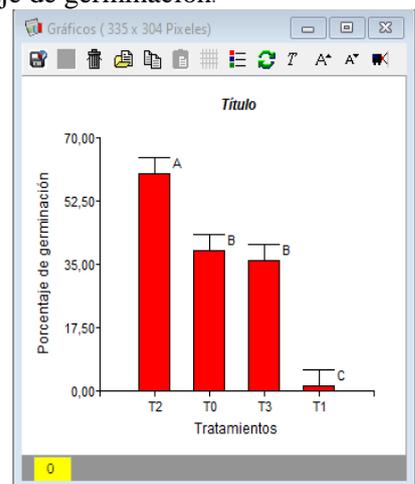
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|-------|---------|
| Modelo | 5306,67 | 3 | 1768,89 | 28,23 | 0,0001 |
| Tratamientos | 5306,67 | 3 | 1768,89 | 28,23 | 0,0001 |
| Error | 501,33 | 8 | 62,67 | | |
| Total | 5808,00 | 11 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=20,69864

Error: 62,6667 gl: 8

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| T2 | 60,00 | 3 | 4,57 A |
| T0 | 38,67 | 3 | 4,57 B |
| T3 | 36,00 | 3 | 4,57 B |
| T1 | 1,33 | 3 | 4,57 C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Anexo 7. Análisis de varianza y prueba Tukey para la variable altura total.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| H cm | 30 | 0,01 | 0,00 | 14,67 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

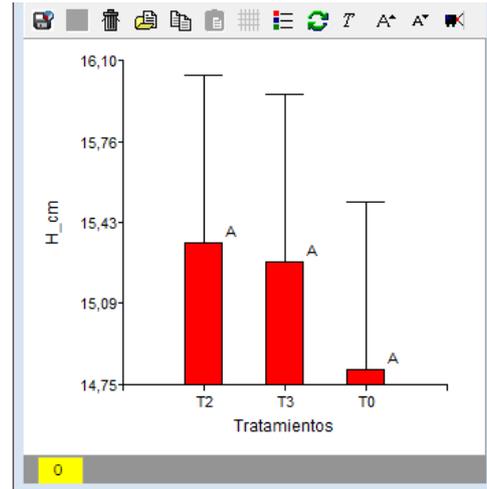
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|------|------|---------|
| Modelo | 1,63 | 2 | 0,82 | 0,17 | 0,8483 |
| Tratamientos | 1,63 | 2 | 0,82 | 0,17 | 0,8483 |
| Error | 133,12 | 27 | 4,93 | | |
| Total | 134,75 | 29 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,46207

Error: 4,9303 gl: 27

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|----|--------|
| T2 | 15,34 | 10 | 0,70 A |
| T3 | 15,26 | 10 | 0,70 A |
| T0 | 14,81 | 10 | 0,70 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



Anexo 8. Análisis de varianza y prueba Tukey para la variable diámetro a la base.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Diámetro mm | 30 | 0,09 | 0,02 | 13,74 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

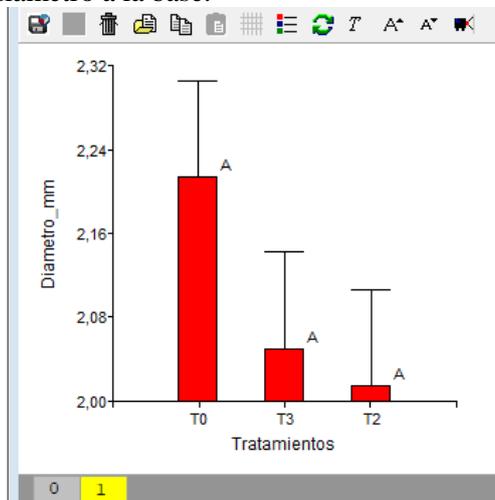
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0,22 | 2 | 0,11 | 1,32 | 0,2832 |
| Tratamientos | 0,22 | 2 | 0,11 | 1,32 | 0,2832 |
| Error | 2,23 | 27 | 0,08 | | |
| Total | 2,45 | 29 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31872

Error: 0,0826 gl: 27

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|----|--------|
| T0 | 2,21 | 10 | 0,09 A |
| T3 | 2,05 | 10 | 0,09 A |
| T2 | 2,02 | 10 | 0,09 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



Loja, 11 de diciembre de 2024

Mgs. Leonela Cumanda Pinta Villacres

DOCENTE DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL “MONSEÑOR LUIS ALFONSO CRESPO CHIRIBOGA”

CERTIFICO:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular: **“Evaluación de tres tratamientos pregerminativos en la reproducción sexual de *Nectandra laurel* Nees en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja”**, autoría de **Jenny Rosalia Jaramillo Pinta** con CI: **1106199217** de la carrera de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Atentamente,



LEONELA CUMANDA PINTA VILLACRES, DOCENTE DE INGLÉS
NIVEL AVANZADO C1-INGLÉS
REGISTRO SENEYCYT N°: 1050-2024-2995208