



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍAS EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención  
de título de Ingeniero Forestal**

#### **DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, IMBABURA, ECUADOR.**

##### **AUTOR**

Albornoz Moukhina Alexey Vladimir

##### **DIRECTOR**

Ing. Añazco Romero Mario José, PhD.

**IBARRA – ECUADOR**

**2022**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIAS EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE

SEMILLAS DE *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, IMBABURA,

ECUADOR.

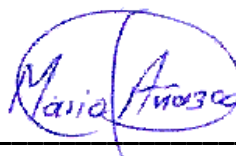
Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADO**

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

**Director de trabajo de titulación**



---

Ing. Carlos Arcos Unigarro, MSc.

**Tribunal de trabajo de titulación**



---

Ing. Daniel Sono Toledo, PhD.

**Tribunal de trabajo de titulación**



---

**Ibarra – Ecuador**

**2022**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior (2022), hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO           |  |
|-----------------------------|--|
| <b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> | 100457559-1  |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> | Albornoz Moukhina Alexey Vladimir                                  |
| <b>DIRECCIÓN:</b>           | Av. Aurelio Espinosa Polit y José Yépez 4-11                       |
| <b>EMAIL:</b>               | <a href="mailto:awalbornozm@utn.edu.ec">awalbornozm@utn.edu.ec</a> |
| <b>TELÉFONO FIJO:</b>       | <b>TELÉFONO MÓVIL:</b> 0996486960                                  |

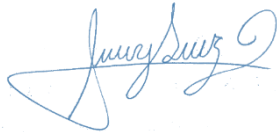
| DATOS DE LA OBRA                   |   |
|------------------------------------|---|
| <b>TÍTULO:</b>                     | DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS<br>PREGERMINATIVOS DE SEMILLAS DE <i>Ocotea insularis</i><br>(Meisn.) Mez, IMBABURA, ECUADOR. |
| <b>AUTOR:</b>                      | Albornoz Moukhina Alexey Vladimir   |
| <b>FECHA: (dd/mm/aaaa)</b>         | 14/06/2022  |
| SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN   |   |
| <b>CARRERA/PROGRAMA:</b>           | PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>  |
| <b>TÍTULO POR EL QUE<br/>OPTA:</b> | Ingeniero Forestal  |
| <b>DIRECTOR:</b>                   | Ing. Mario Añazco Romero, PhD.  |

## CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 14 días del mes de junio de 2022.

### EL AUTOR



---

Albornoz Moukhina Alexey Vladimir

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA - UTN

**Fecha:** 14 de junio de 2022

Albornoz Moukhina Alexey Vladimir: **DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, IMBABURA, ECUADOR** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 63 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Mario Añazco Romero, PhD.

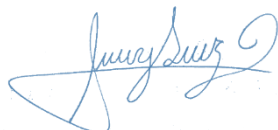
El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar el mejor tratamiento pregerminativos en semillas de *Ocotea insularis*, aplicando testigos, cortes apicales en las semillas y la utilización de dos hormonas químicas (citoquinina y ácido giberélico), bajo condiciones controladas en temperatura, contenido de humedad y sistema de aspersión automatizado dentro de una estructura que facilita en realizar el ensayo y obtener los resultados pertinentes.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Analizar la calidad de la semilla de *Ocotea insularis*.; Evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativos de escarificación mecánica con la aplicación de dos hormonas en semillas de la especie *Ocotea insularis*.



---

Ing. Mario Añazco Romero, PhD.  
**Director de trabajo de titulación**



---

Albornoz Moukhina Alexey Vladimir  
**Autor**

## DEDICATORIA

*Realizar una dedicatoria, no es fácil, simplemente el hecho de realizar una investigación de tal grado que beneficie a las personas que necesiten de información sobre los tratamientos pregerminativos, como aplicarlos y en qué circunstancias realizarlos. Por esta razón la dedicatoria va con estos fines y es necesario recalcar ciertos aspectos más.*

*Este trabajo de titulación va dedicado a estas personas que quieran superarse, personas que en alguna circunstancia van a ser las beneficiarias de esta investigación, además de aportar con información científica a la comunidad universitaria que será base de apoyo para próximas investigaciones.*

*Dedico este logro a mí, durante todo el proceso de formación forestal para lograr ser un profesional, con el conocimiento adquirido en todo el lapso universitario, y es el fruto de toda una dedicación, tantas noches sin dormir para concluir cada deber, cada informe, cada proyecto, de la mejor manera y seguir creciendo como persona.*

*Los valores inculcados por todos los maestros, esas experiencias, esas historias, esas enseñanzas que se fueron forjando al pasar el tiempo, podría decir que todo lo sembrado para ser un ingeniero forestal en esta parte de mi vida estoy recogiendo los frutos de todo el esfuerzo y dedicación para lograr ser un forestal.*

*No solamente es tener el título, sino una vocación, ser ingeniero forestal es mucho más de tener estudios de tercer nivel, ser forestal es tener las ganas de cambiar el mundo, ser forestal es ser una persona preparada, es ser emotivo, audaz, inteligente, ingenioso, y resolver cualquier problema que se proyecte en el camino en carácter crítico y analítico.*

## AGRADECIMIENTOS

*En primera circunstancia, el agradecimiento va hacia Dios por haberme guiado a elegir una carrera tan bonita y prestigiosa que es la de ser un Ingeniero Forestal.*

*Agradezco infinitamente a mis padres y a mi hermana, que fueron el pilar de apoyo para seguir mis sueños, personas que siempre estuvieron para mí durante todo mi camino de formación desde niño hasta esta etapa de mi vida, para poder salir y servir a mi país de forma honrada.*

*Agradezco a mis maestros, por toda la dedicación y tiempo que imparten a los estudiantes, compartiendo sus experiencias, su conocimiento y enseñanzas para formar profesionales de bien, profesionales con una autoestima bien alta, por forjar personas que no tienen miedo a equivocarse, peor a rendirse, por formar forestales hechos y derechos, ya sabemos que ser forestal es una vocación para mejorar nuestro entorno.*

*Agradezco a mis compañeros, por hacerme parte de un grupo de estudio privilegiado, en donde he pasado tantas experiencias hermosas como horribles, entre risas y tristezas, logramos en convertirnos en profesionales durante todo este lapso de formación, así que compañeros míos lo logré y lo logramos.*

*Agradezco a mí, por ser una persona de bien, no perfecta pero responsable, ser una persona apasionada en hacer lo que me gusta, en amar a mi carrera en cogerle un cariño tan grande y decir orgullosamente que soy Ingeniero Forestal y para decirlo al mundo hubo un proceso bien difícil de formación.*

*Así que con esto concluyo, papi, mami, Naty, lo logré, al fin su pollito es un profesional hecho y derecho.*

## **LISTA DE SIGLAS**

**CODA.** Código Orgánico del Ambiente

**LOASFA.** Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura

**MAE.** Ministerio del Ambiente del Ecuador

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

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

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

**GAD.** Gobierno Autónomo Descentralizado.

**USDA.** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

**NPK.** Abono químico a base de nitrógeno, fosforo y potasio.



## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| <b>PORTADA</b> .....                           | i    |
| <b>APROBADO</b> .....                          | ii   |
| <b>AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN</b> ..... | iii  |
| <b>CONSTANCIA</b> .....                        | iv   |
| <b>DEDICATORIA</b> .....                       | vi   |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....                   | vii  |
| <b>LISTA DE SIGLAS</b> .....                   | viii |
| <b>RESUMEN</b> .....                           | xv   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                          | xvi  |
| <b>CAPITULO I</b> .....                        | 1    |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                      | 1    |
| 1.1 Problema de investigación .....            | 1    |
| 1.2 Justificación .....                        | 2    |
| 1.3 Objetivos .....                            | 3    |
| 1.3.1 Objetivo principal .....                 | 3    |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....              | 3    |
| 1.4 Hipótesis .....                            | 3    |
| 1.4.1 Hipótesis nula .....                     | 3    |
| 1.4.2 Hipótesis Alternativa .....              | 3    |
| <b>CAPITULO II</b> .....                       | 4    |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....                     | 4    |
| 2.1 Fundamentación legal .....                 | 4    |
| 2.2.1 Partes de la semilla .....               | 5    |
| 2.2.2 Germinación .....                        | 6    |
| 2.2.2.1 Germinación Epigea .....               | 7    |
| 2.2.2.2 Germinación Hipogea .....              | 7    |
| 2.2.3 Latencia .....                           | 7    |
| 2.2.4 Dormancia .....                          | 7    |
| 2.2.4.1 Dormancia embrionaria .....            | 8    |
| 2.2.4.2 Dormancia fisiológica .....            | 8    |
| 2.2.4.3 Impermeabilidad .....                  | 8    |
| 2.2.5 Viabilidad .....                         | 8    |
| 2.2.6 Tipos de semilla .....                   | 8    |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.6.1 Semilla ortodoxa .....                                | 9  |
| 2.2.6.2 Semilla recalcitrante.....                            | 9  |
| 2.2.7 Vigor .....   | 9  |
| 2.3 Factores que afectan la germinación de las semillas ..... | 10 |
| 2.3.1 Temperatura.....  | 10 |
| 2.3.2 Humedad del suelo .....                                 | 11 |
| 2.3.3 Luz .....   | 11 |
| 2.3.4 Oxígeno .....   | 11 |
| 2.3.5 Etileno .....   | 12 |
| 2.4 Análisis de calidad de semilla .....                      | 12 |
| 2.4.1 Pureza.....   | 12 |
| 2.4.2 Porcentaje de germinación .....                         | 12 |
| 2.4.3 Humedad.....  | 12 |
| 2.4.4 Peso.....   | 12 |
| 2.4.5 Valor real.....   | 13 |
| 2.5 Tratamientos pregerminativos.....                         | 13 |
| 2.5.1 Estratificación.....                                    | 13 |
| 2.5.2 Lixiviación .....                                       | 13 |
| 2.6 Ocotea insularis.....                                     | 13 |
| 2.6.1 Características botánicas.....                          | 14 |
| 2.6.2 Fenología .....   | 14 |
| 2.6.3 Ecología .....  | 14 |
| 2.6.5 Usos.....   | 14 |
| 2.6.6 Propagación.....  | 14 |
| <b>CAPITULO III</b> .....                                     | 15 |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....                             | 15 |
| 3.1 Ubicación del lugar .....                                 | 15 |
| 3.1.1 Política.....   | 15 |
| 3.1.2 Límites .....   | 16 |
| 3.2 Caracterizaciones edafoclimáticas del lugar .....         | 16 |
| 3.2.1 Suelo.....  | 16 |
| 3.2.2 Clima.....  | 16 |
| 3.2.3 Ecosistema.....   | 17 |
| 3.3 Materiales, equipo y software .....                       | 17 |
| 3.4. Metodología.....   | 18 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.4.1 Universo .....  | 18        |
| 3.4.2 Diseño experimental .....   | 19        |
| 3.4.3 Factores, niveles y tratamientos .....  | 20        |
| 3.4.4 Variables.....  | 21        |
| 3.4.5 Tipo de diseño experimental.....  | 24        |
| 3.4.6 Unidad experimental.....  | 25        |
| 3.4.7 Instalación del experimento o ensayo .....  | 25        |
| <b>CAPITULO IV .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>  | <b>26</b> |
| 4.1 Análisis de la semilla.....   | 26        |
| 4.1.1 Análisis de la pureza en semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....                      | 26        |
| 4.1.2 Cálculo del peso en semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....                           | 27        |
| 4.1.3 Contenido de humedad en semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....                       | 27        |
| 4.2 Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de <i>Ocotea insularis</i> . ..... | 29        |
| 4.2.1 Porcentaje de germinación .....   | 29        |
| 4.2.2 Índice de velocidad de emergencia (IVE) .....   | 30        |
| 4.2.3 Vigor germinativo .....   | 31        |
| 4.2.4 Tiempo medio de germinación .....   | 32        |
| 4.2.5 Índice velocidad de germinación (IVG) .....   | 33        |
| <b>CAPITULO V.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>36</b> |
| 5.1 Conclusiones.....   | 36        |
| 5.2 Recomendaciones .....   | 36        |
| <b>CAPITULO VI .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>37</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>41</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Partes de la semilla.....  | 6  |
| <b>Figura 2</b> Geografía del sitio, coordenadas "XY" de árboles .....                           | 15 |
| <b>Figura 3</b> Diseño en bloques completamente al azar, dimensiones de platabanda .....         | 20 |
| <b>Figura 4</b> Cálculo de la pureza en semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....                | 26 |
| <b>Figura 5</b> Análisis del peso en semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....                   | 27 |
| <b>Figura 6</b> Análisis del contenido de humedad en semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....   | 28 |
| <b>Figura 7</b> Porentaje de germinación de semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....            | 29 |
| <b>Figura 8</b> Índice de velocidad de emergencia de semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....   | 30 |
| <b>Figura 9</b> Vigor germinativo de semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....                   | 32 |
| Figura 10 Tiempo medio de germinación de semillas de <i>Ocotea insularis</i> .....               | 32 |
| <b>Figura 11</b> Índice de velocidad de germinación de semillas de <i>Ocotea insularis</i> ..... | 34 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Materiales, equipos y software a emplear en la investigación. ....                          | 17 |
| Tabla 2. Prueba de Dunnet para el índice velocidad de emergencia de <i>Ocotea insularis</i><br>..... | 31 |
| Tabla 3. Prueba de Dunnet para tiempo medio de germinación de <i>Ocotea insularis</i> ....           | 33 |
| Tabla 4. Prueba de Dunnet para índice velocidad de germinación de <i>Ocotea insularis</i>            | 35 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1. Recolección de frutos de <i>Ocotea insularis</i> .....   | 41 |
| Ilustración 2. Determinación de la temperatura y humedad del sitio de extracción de<br>frutos de <i>Ocotea insularis</i> . .... | 42 |
| Ilustración 3. Pesaje de fruto, semillas puras, impurezas. ....   | 42 |
| Ilustración 4. Evaluación de contenido de humedad. ....   | 42 |
| Ilustración 5. Limpieza y acondicionamiento del sitio.....  | 43 |
| Ilustración 6. Construcción de un invernadero.....  | 43 |
| Ilustración 7. Implementación de un sistema de riego por aspersión automatizado. ....   | 44 |
| Ilustración 8. Preparación del sustrato.....  | 44 |

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 9. Control y acondicionamiento de la temperatura y humedad del invernadero con el empleo de un termómetro-higrómetro. .... | 44 |
| Ilustración 10. Trazado del diseño experimental. ....  | 45 |
| Ilustración 11. Preparación de las hormonas. ....  | 45 |
| Ilustración 12. Aplicación de tratamientos pregerminativos ....  | 45 |
| Ilustración 13. Sembrado de semillas de <i>Ocotea insularis</i> . ....   | 46 |
| Ilustración 14. Evaluación diaria. ....  | 46 |
| Ilustración 15. Germinación de semillas de <i>Ocotea insularis</i> . ....  | 47 |
| Ilustración 16. Emergencia de semillas de <i>Ocotea insularis</i> . ....   | 47 |
| Ilustración 17. Plántulas <i>Ocotea insularis</i> . ....   | 48 |

**TÍTULO:** DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, IMBABURA, ECUADOR.

**Autor:** Alexey Vladimir Albornoz Moukhina

**Director de trabajo de titulación:** Ing. Mario José Añazco Romero. PhD.

**Año:** 2022

## RESUMEN

El desconocimiento en la aplicación de métodos pregerminativos en las semillas de *Ocotea insularis* provoca la baja producción de plántulas a través del presente estudio se pretende incrementar la información sobre el manejo de semillas de *Ocotea insularis*, por medio de tratamientos pregerminativos, de tal manera que los resultados obtenidos permitan desarrollar programas y proyectos de propagación sexual de esta especie. Para desarrollarlo se recolectó semillas de *Ocotea insularis*. de cinco árboles para después someterlas a diversos procesos fitosanitarios, secado y escarificación mecánica con el empleo de fitohormonas de citoquinina y ácido giberélico; se las colocó en platabandas llenas del sustrato elaborado para este estudio. Los resultados de esta investigación para la especie *Ocotea insularis* fue en relación al análisis de pureza de los individuos analizados donde se obtuvo un valor de 53%, el peso de la semilla se obtuvo un valor de 56 g.; en cuanto al contenido de humedad para esta especie fue de 38%; con respecto al porcentaje de germinación, al índice de velocidad de emergencia, tiempo medio de germinación e índice de velocidad de germinación, se determinó que aquellas semillas con tratamientos pregerminativos presentaron mejor germinación sobre todo aquellas a las cuales se aplicó ácido giberélico. Se concluye que, si bien estadísticamente no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos investigados, con base al comportamiento general en las variables analizadas, se determinó que el mejor tratamiento fue escarificación mecánica con aplicación de ácido giberélico, también conocido como giberelina.

**Palabras claves:** Latencia, escarificación mecánica, citoquinina, giberelina.

**TITLE:** DETERMINATION OF PREGERMINATIVE TREATMENTS IN SEEDS OF *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, IMBABURA, ECUADOR.

**Author:** Alexey Vladimir Albornoz Moukhina

**Director of thesis:** Ing. Mario José Añazco Romero. PhD.

**Year:** 2022

### **ABSTRACT**

The lack of knowledge in the application of pregerminative methods in *Ocotea insularis* seeds causes low seedlings production and the present study aims to increase the information on the management of *Ocotea insularis* seeds, through pregerminative treatments, so that the results obtained allow the development of programs and projects for the propagation sexual of this species. To develop it, seeds of *Ocotea insularis* were collected from five trees and then subjected to various phytosanitary processes, drying and mechanical scarification with the use of cytokinin phytohormones and gibberellic acid; they were placed on seedbed with the substrate prepared for this study. The results of this research for the species *Ocotea insularis* were in relation to the purity analysis of the analyzed individuals where a value of 53% was obtained, the seed weight was 56 g.; the humidity content for this species was 38%; with respect to the germination percentage, the emergence speed index, average germination time and germination speed index, it was determined that those seeds with pre-germinative treatments presented better germination, especially those to which gibberellic acid was applied. It is concluded that, although statistically there were no significant differences between the treatments investigated, based on the general behavior of the variables analyzed, it was determined that the best treatment was mechanical scarification with application of gibberellic acid, also known as gibberellin.

**Key words:** dormancy, mechanical scarification, cytokinin, gibberellin.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Problema de investigación

- Problemática a investigar.

En la mayoría de las plantas, las semillas no germinan de manera inmediata después de la maduración, en estos procesos se evidencia los estados de dormancia, condiciones de las semillas que dependen de cada especie vegetal; a estas variables se denominan latencias físicas, fisiológicas, embrionarias y de doble latencia, además las condiciones ambientales desfavorables que dificultan la germinación en las semillas.

Para solucionar este letargo se acude a técnicas y procedimientos que son los tratamientos pregerminativos, tales como la inmersión en agua fría o caliente, inmersión en soluciones químicas en ácido sulfúrico, hidróxido de hidrógeno, procedimientos físicos y mecánicos que consisten en el lijado, rompimiento y extracción de la cobertura seminal y otras series adicionales. Estos tratamientos pregerminativos son ejecutados en la semilla para acelerar los procesos germinativos y aumentar la cantidad de plántulas (Varela & Arana, 2011).

Además, se necesita evaluar la semilla, esto se refiere a estudiar la fisiología, dónde se consideran factores tales como, el tipo de semilla, el tipo de germinación, el tipo de cobertura seminal, maduración de la semilla, entre otros. Es debido a estas consideraciones que inciden en las semillas que se recurre a analizar los tipos de tratamientos pregerminativos idóneos a ser aplicados en las semillas para evaluar procesos germinativos, vigor, emergencia, rapidez y efectividad de los ensayos, de tal manera que se así obtengan un resultado de significancia (Pacheco, Ramírez, Gutiérrez, Flores, & Alemán, 2015).

- Formulación del problema de investigación.

El desconocimiento en la aplicación de métodos pregerminativos en las semillas de *Ocotea insularis* ha hecho que no se pueda producir plantas en serie de esta especie a nivel de vivero.



## 1.2 Justificación

Debido al desconocimiento de aplicación de tratamientos pregerminativos para la germinación de semillas *Ocotea insularis* siendo una limitante para la propagación de la especie, en este sentido es necesario realizar investigaciones cuyos resultados aporten información técnico – científico sobre la propagación y producción de esta especie ; de tal manera que se propenda al incremento de individuos para la aplicación en programas forestales de conservación e implemento en planes agroforestales de especies nativas importantes en el Ecuador.

El estudio de tratamientos pregerminativos hacia las semillas pretende, que mediante la aplicación de estas técnicas, ayudar a mitigar las condiciones de las semillas, debido a la presencia de latencias físicas, fisiológicas y de doble latencia; puesto que las semillas presentan cubiertas seminales ya sean estas capas muy duras las cuales impiden procesos de imbibición en la semilla; así también las cubiertas hidrofóbicas son limitantes para el ingreso de agua dentro de la semilla, de tal manera que exista la estimulación del embrión y facilitar la emergencia de la radícula; en lo referente a la aplicación de tratamientos pregerminativos éstos reducen el tiempo de germinación y a su vez aumentaría el número de plántulas.

A nivel de la comunidad de Imbiola, la parroquia de la Carolina y sus alrededores utilizan la madera de *Ocotea insularis* para uso local ya que es una madera muy resistente, por lo general lo aprovechan como base para la estructura en la construcción de casas por su alta durabilidad.

Los habitantes del sitio han aprovechado la especie, en consecuencia, se ha reducido el número de individuos de la localidad, por lo que se han preocupado en la propagación por semilla del naranjuelo realizando la siembra de la semilla sin éxito alguno, mediante el estudio que se va a realizar se aportaría con información hacia las personas de la localidad de cómo se debe manejar las semillas de *Ocotea insularis*, evaluar cual tratamiento fue el más eficiente, de tal manera que los resultados obtenidos permitan a la comunidad de Imbiola y personas afines a la producción forestal, desarrollar programas y proyectos de propagación de la especie.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo principal**

- Determinar el mejor tratamiento pre germinativo en las semillas de la especie *Ocotea insularis* en el invernadero del Campus Yuyucocha.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar la calidad de semillas de la especie *Ocotea insularis*.
- Evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativos de escarificación mecánica con la aplicación de dos hormonas en semillas de la especie *Ocotea insularis*.

### **1.4 Hipótesis**

#### **1.4.1 Hipótesis nula**

Ho: Los tratamientos pregerminativos estudiados no influyen significativamente en la germinación de las semillas de *Ocotea insularis*.

#### **1.4.2 Hipótesis Alterna**

Ha: Los tratamientos pregerminativos estudiados influyen significativamente en la germinación de las semillas de *Ocotea insularis*.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Fundamentación legal

El Código Orgánico del Ambiente (CODA), en el artículo 409 de la Constitución de la República del Ecuador declara que es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona (Código Orgánico del Ambiente [CODA], 2017).

Dentro del artículo 409 especifica la estimulación de proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo, de manera referente utilizar especies nativas y adaptadas a la zona, esto refleja que la incentiva de propagación de especies vegetales nativas con dirección a conservación.

En la Ley Organica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura (LOASFA) se expresa en el artículo 14 referente a los deberes del Estado, en el literal p en su parte pertinente menciona que se debe “establecer mecanismos para fomentar, regenerar, conservar, cuidar, mejorar y multiplicar in situ y ex situ la agrobiodiversidad” (Ley Organica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura [LOASFA], 2017).

#### 2.2 Semilla

FAO (2015) define, una semilla es un embrión, un organismo vivo enclavado en un tejido de soporte o almacenamiento de reservas y un tegumento, la cual cuando es sembrada produce una plántula normal capaz de desarrollarse en una planta. (Food and Agriculture Organization of the United States [FAO], 2015).

La semilla es la forma eficiente y más práctica para estudiar, recolectar, transporte y almacenar la diversidad vegetal, cada una de ellas contiene la variabilidad genética presente en la población. No obstante, el conjunto de semillas que son producidas en un lapso de tiempo contiene gran parte o toda la diversidad genética de una población de plantas (Oliva, Vacalla, Pérez, & Tucto, 2014).

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas terrestres y acuáticas, esta desempeña una función primordial y fundamental en la renovación, dispersión, persistencia de la población de las plantas y la regeneración de los bosques. En la naturaleza la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales y esencial para el ser humano; las semillas en el manejo agrícola y silvícola es el principal recurso para garantizar la conservación del germoplasma, para la reforestación; además las semillas se pueden almacenarse vivas en latencia por largos periodos de tiempo, asegurando la conservación de las diferentes variedades de especies vegetales valiosas (López Velásquez & Miguez Guerrero, 2021).

### 2.2.1 Partes de la semilla.

La semilla consta de diferentes partes, donde cada una está especializada en ejecutar una función esencial (Sánchez, 2021).

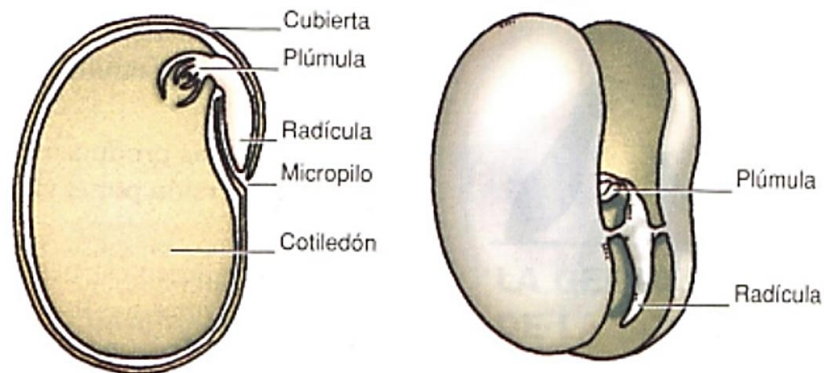
- a. **Embrión:** Es la nueva planta que está contenida en la semilla, es muy pequeña y se encuentra en estado de letargo.
- b. **Epispermo:** Capa externa que protege a la semilla del medio ambiente, en gimnospermas consta de testa, en angiospermas son dos denominadas tegumen y debajo la testa.
- c. **Cotiledón:** Estructura que formará las primeras hojas de la planta, el número de los cotiledones es un método de clasificación de una planta (monocotiledóneas y dicotiledóneas).
- d. **Radícula:** Constituye la primera raíz rudimentaria en el embrión, a partir de la radícula se forman las raíces secundarias y pelillos que mejoran la absorción de nutrientes.
- e. **Hipocótilo:** Estructura que representa el espacio entre la radícula y la plúmula, posteriormente con la germinación de la semilla esta parte se convertirá en el tallo de la planta.
- f. **Micrópilo:** Parte de gran importancia en el proceso de la fecundación de la semilla, es el encargado del ingreso de agua a la semilla durante dicho proceso.

**g. Plúmula:** Es la yema localizada en el lado opuesta de la radícula.

En la figura 1 se presenta las partes de la semilla dicotiledónea.

### Figura 1

*Partes de la semilla.*



**Fuente:** (Serna, 2011).

#### 2.2.2 Germinación

El poder de las semillas viables se evidencia en un medio óptimo de humedad, donde se desarrollan una serie de procesos fisiológicos; la germinación concluye exitosamente cuando la radícula emerge exitosamente por fuera de las envolturas seminales del fruto, es preciso aclarar, que desde el punto de la germinación ésta queda completada cuando el desarrollo de la plántula se establece; es decir, donde la autotrofia es el destino a alcanzar, cuando la plántula asentada produce todas las sustancias orgánicas que requiere para su crecimiento, desarrollo apical y radicular (Lallana, Elizálde, & García, 2002).

Matilla (2008) define la germinación como el proceso que inicia con la toma de agua por la semilla seca (imbibición) y termina cuando una parte de esta (eje embrionario en dicotiledóneas o radícula en monocotiledóneas y gimnospermas) atraviesa las estructuras envolventes que la rodean (emergencia). En el caso de semillas endospermicas (como de las gramíneas) la resistencia que oponen en estas estructuras (testa y endospermo) al embrión es tan grande, que para que se produzca la emergencia es necesaria la degradación enzimática de varias zonas de dichas estructuras.

### **2.2.2.1 Germinación Epigea**

Según Pérez (2005) las semillas de germinación epigea, el alargamiento del hipocótilo (porción del eje de la plántula comprendido entre la radícula y el punto de intersección de los cotiledones) es nulo. Es decir que las plántulas con semillas de germinación epigea es cuando los cotiledones emergen del suelo debido a su desarrollo en el crecimiento del hipocótilo que es una porción entre la radícula y el punto de nacimiento de los cotiledones, donde estos cotiledones transformados en órganos fotosintéticos actuando como si fueran hojas, denominadas hojas falsas, finalmente comienza a desarrollar la porción del epicótilo las cuales dan origen a las hojas verdaderas, al culminar su función estos cotiledones se arrugan y caen (Pérez, 2005).

### **2.2.2.2 Germinación Hipogea**

Pérez (2005) explica que en la germinación hipogea los cotiledones permanecen enterrados y únicamente la plúmula supera el nivel del suelo, el hipocótilo es limitado posee una porción extremadamente corta, la plúmula comienza a desarrollarse, dando origen a las primeras hojas verdaderas que representan a los primeros órganos fotosintetizadores de la planta.

### **2.2.3 Latencia**

Se llama latencia a la incapacidad de la semilla para germinar, esto se debe a las condiciones ambientales adversas; dicho estado se encuentra asociado con la incapacidad del mantenimiento de la viabilidad y el poder germinativo que concluirá cuando las condiciones ambientales sean apropiadas para la germinación (De la Cuadra, 1992).

### **2.2.4 Dormancia**

Es el proceso que ocurre dentro de la semilla en el cual limita la germinación a pesar de estar en condiciones ambientales idóneas; se puede definir como la incapacidad de algunas semillas viables para germinar en condiciones ambientales apropiadas, que esta incapacidad se perderá después de un periodo de tiempo más o menos larga (De la Cuadra, 1992).

#### **2.2.4.1 Dormancia embrionaria**

Esta sucede cuando el embrión no cumple la madurez fisiológica, hasta que este proceso ocurra y madure, la semilla se mantiene en dormancia.

#### **2.2.4.2 Dormancia fisiológica**

A diferencia de la dormancia embrionaria, en este tipo de semilla su embrión se encuentra en una madurez alcanzada, con sus envoltorios totalmente perfectos, estas requieren un periodo de tiempo después de caer al suelo, este proceso se lo denomina pos-maduración, son causantes mismas de la semilla para poder germinar (De la Cuadra, 1992).

#### **2.2.4.3 Impermeabilidad**

Debido a sus cubiertas seminales que envuelven al cotiledón y al embrión, este tegumento es totalmente impermeable al agua y oxígeno, que impide el intercambio gaseoso. Estas semillas no germinaran si no son ablandadas por efecto del agua, sean corroídos por un ácido en el tracto de algún animal, cambios radicales de temperatura para que se fracture dicha envoltura para que exista que actué el ingreso de humedad en el cotiledón y el embrión se estimule y surja la germinación.

#### **2.2.5 Viabilidad**

La viabilidad es un factor crucial de las semillas para asegurar la germinación. No obstante, en muchas ocasiones la maduración de la semilla y su dispersión no son suficientes para germinar, son aspectos que influyen, ya sean estos por las condiciones ambientales desfavorables, o en su fisiología son semillas que poseen latencia. En estas situaciones las semillas entran en un proceso de deterioro donde sufren este proceso que disminuyen su poder germinativo. El tiempo es un determinante crucial en las semillas como consecuencia la pérdida de su viabilidad (Pérez & Pita, 2016).

#### **2.2.6 Tipos de semilla**

Las semillas según su contenido de humedad se pueden clasificar en dos tipos: ortodoxas y recalcitrantes (Escobar, Zuluaga, & Osorio, 2002).

### 2.2.6.1 Semilla ortodoxa

Semillas que destacan porque pueden ser desecadas hasta en contenidos de humedad relativamente bajos sin sufrir ningún daño en su estructura; cuando la humedad llega a un punto de equilibrio, con una humedad relativa del 10% y son poseedoras de almidón pueden presentar un 5% de contenido de humedad; por otro lado, las semillas que contengan grasas poseen valores de 2-3% de contenido de humedad. El papel de la longevidad actúa en las semillas cuando disminuye el contenido de humedad, la temperatura de almacenamiento se mantenga constante en una forma predecible y cuantificable (Escobar, Zuluaga, & Osorio, 2002).

### 2.2.6.2 Semilla recalitrante

A diferencia de las semillas ortodoxas, las semillas recalitrantes poseen la peculiaridad de que no deben ser desecadas por debajo de su punto de equilibrio, porque en su interior poseen altos grados de humedad, pueden perder su humedad, pero hasta cierto límite, no sobrepase su equilibrio, ya que pierde totalmente todas las propiedades. Algunas especies, por su fisiología, sus semillas comienzan a morir con una humedad relativa ambiental de 98-99%; cabe mencionar la mayoría de las semillas mueren cuando su contenido de humedad está en equilibrio con una humedad ambiental del 60-70%. Todavía no existe un método eficiente para mantener la viabilidad de semillas con estas particularidades de viabilidad, las especies tropicales poseen un periodo menor de un año (Escobar, Zuluaga, & Osorio, 2002).

### 2.2.7 Vigor

Se define como el conjunto de propiedades determinantes con la capacidad que las semillas germinan, el vigor es el resultado de la interacción de varias series, el buen comportamiento de la semilla se la denomina semilla de alto vigor (Pérez & Pita, 2016). Los parámetros que definen la madurez se detallan a continuación:

- a. **El grado de madurez:** es un factor determinante en la viabilidad de la semilla, la madurez es el proceso en el cual la semilla se encuentra es una etapa optima de ser producida.
- b. **Condiciones ambientales:** una de las limitantes que determinan el vigor de las semillas, el tiempo y las condiciones ambientales hacen disminuir las sustancias



de reserva, la temperatura del ambiente de igual manera asegura la germinación o no de la semilla, en condiciones normales.

- c. Tamaño, peso y densidad:** otro de los factores relevantes representativos en el vigor de la semilla, las dimensiones de la semilla son indicadores del estado de la calidad de la semilla, el peso de igual manera es un indicador si la semilla posee los suficientes elementos de reserva para el poder germinativo.
- d. Grado de deterioro y envejecimiento:** son aspectos importantes limitantes de la semilla, una semilla sana posee la característica de germinar, semillas que no cumplen esta integridad se pierde dicho potencial, por factores óptimos esta semilla pueda que germine, pero tiende a una tasa de mortalidad elevada por falta de suministros. El envejecimiento de igual forma es un limitante porque una semilla en latencia por mucho tiempo disminuyen las reservas y el poder germinativo.
- e. Contaminación por organismos patógenos:** una semilla contaminada pierde las propiedades de germinación y vigor, organismos patógenos están inoculados dentro de la semilla consumen las reservas que posee, además de dañar las partes principales de la semilla tales como el embrión, cotiledón, radícula, plúmula, tegumento.

### **2.3 Factores que afectan la germinación de las semillas**

Las germinaciones de las semillas están controladas por las condiciones fisiológicas internas de las semillas, por condiciones ambientales en el suelo y su entorno, la germinación comienza por la imbibición de agua y termina con la emergencia de la radícula; los factores ambientales que afectan la germinación de las semillas son la temperatura, el oxígeno, la luz, contenido humedad, la lluvia, hormonas, e inhibidores volátiles de la germinación (Vargas, 1991).

#### **2.3.1 Temperatura**

El efecto de la temperatura sobre la germinación está sometida al contenido de humedad; en condiciones de sequedad, la latencia en la semilla se tiende a perder, debido a que la mayoría de las semillas rompen su latencia en ambientes cálidos, pero no germinan por las condiciones ambientales no adecuadas (Taylorson & Hendricks, 1979).

### **2.3.2 Humedad del suelo**

El agua es un factor esencial para la germinación de la semilla, ya que comienza el proceso de imbibición (proceso de toma de agua por parte de la semilla), tanto las semillas no latentes y las latentes pueden incorporar agua en sus tejidos, por lo cual el paso al interior de la misma depende de características propias de las semillas como las cubiertas impermeables, también depende del potencial hídrico del suelo que posee el suelo, el agua del suelo puede estar retenida por varias fuerzas, como la atracción gravitacional de la tierra, la presencia de solutos disueltos, fenómenos de la superficie como la tensión superficial en la interface solida-liquida. Estas fuerzas actúan sobre el suelo causando la absorción, retenciones, transferencia, drenado evaporado o transpirado, otros factores que inciden son los de textura, la porosidad (Angella, Frías, & Salgado, 2016).

### **2.3.3 Luz**

Entre los factores que regulan la germinación se encuentra la luz, desempeña una influencia importante dentro de los procesos germinativos de las semillas, en ciertos tipos de semillas la influencia de la luz actúa como un estimulante aumentando el porcentaje de germinación; a su vez, otro tipo de semillas con la presencia de la luz retarda la germinación, muestran diferentes efectos. Para que la luz pueda actuar en la semilla esta debe estar embebida en agua causando una relación importante como la relación de estimulador con el factor de la humedad. La luz roja estimula la germinación de las semillas, las ondas comprendidas entre 700 nm y 740 nm (Achicanoy López & López Jurado, 1972).

### **2.3.4 Oxígeno**

Son fuertes determinantes en la germinación los gases, siendo indispensable un intercambio entre oxígeno y dióxido de carbono para iniciar el proceso de germinación, las altas concentraciones de oxígeno favorecen la germinación. El embrión depende del oxígeno en el medio, para realizar los procesos de respiración, donde la semilla comienza a hidratarse comienza el proceso de respiración, posteriormente inicia el glucolisis, provocado el aumento la producción de CO<sub>2</sub>, posteriormente el ciclo de Krebs inicia. La mayoría de las plantas son incapaces en de germinar en ausencia de oxígeno porque

impide llevar a cabo la fase de respiración del embrión (García, Gutiérrez, & Valenzuela, 2013).

### **2.3.5 Etileno**

El etileno es una hormona vegetal gaseosa, simple y pequeña presente en las plantas, el efecto y repuesta inician en cantidades mínimas, que influye en el quiebre de la dormancia en las semillas y en las yemas, interrumpen el letargo de semillas con latencia, también en altas temperaturas (Jordan & Casaretto, 2006).

## **2.4 Análisis de calidad de semilla**

### **2.4.1 Pureza**

Se toman muestras y se evalúan independientemente, cada muestra es sometida a un proceso de selección manual, y pesado de la semilla con impurezas, después se la aparta y se le pesa la semilla pura (International Seed Testing Association [ISTA], 2016).

### **2.4.2 Porcentaje de germinación**

Ensayos evaluados con semillas puras, escogidas del ensayo de pureza. Se calcula tomando 400 semillas puras evaluadas en 4 repeticiones de 100 unidades cada una, a cada repetición se realiza el cálculo de porcentaje (ISTA, 2016).

### **2.4.3 Humedad**

Toda semilla en su interior contiene un contenido de humedad, para determinar si la semilla esta lista para almacenar o no. Se procede a calcular mediante se recolectan 2 muestras cada una de 5 gramos, se procede a un secado gradual en u horno de estufa a 103 C ,17 horas y se calcula el CH (ISTA, 2016).

### **2.4.4 Peso**

Para el cálculo del peso se tome ocho repeticiones de 100 semillas cada una, se procede a pesarlas por cada repetición, para posteriormente dividir por el número de muestras para obtener un promedio (ISTA, 2016).

#### **2.4.5 Valor real**

Indica el número de semillas vivas dentro de un lote, para el cálculo del valor real se obtiene restando el porcentaje de pureza con el porcentaje de germinación (ISTA, 2016).

### **2.5 Tratamientos pregerminativos**

Postulan Donoso (1993) y Arnold (1996) como se citó en (Quiroz, García, Gonzáles, Chung, & Soto, 2009) que los tratamientos pregerminativos son todos aquellos tratamientos necesarios para romper la latencia de las semillas. A continuación, se detalla los siguientes:

#### **2.5.1 Estratificación**

Este tratamiento se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o bien turba o vermiculita, en frío o calor (Donoso 1993, citado por Quiroz, García, Gonzáles, Chung, & Soto, 2009 como se citó de Varela & Arana, 2011).

#### **2.5.2 Lixiviación**

Las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado para ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 24,48 y hasta 72 horas, en algunos casos se debe cambiar el agua constantemente por la segregación de algunas sustancias provenientes de la semilla (Patiño et al., 1983; Hartmann y Kester, 1998; Hartmann & Kester, 1977, Donoso, 1993 citados por Quiroz, García, Gonzáles, Chung, & Soto, 2009).

### **2.6 *Ocotea insularis*.**

En Ecuador según Palacios (2017), se encuentra en bosques húmedos, muy húmedos y pluviales, en rangos altitudinales que van desde 50 hasta 2800 m en el noroccidente del país; mientras que en la provincia de Napo ha sido registrada entre 400 y 2000 m, y en la cuenca de río Pastaza y el valle del río Upano entre 900 y 1800 m. Las provincias en las que se han colectado especímenes son Azuay, Carchi, Cañar Esmeraldas, El Oro, Imbabura, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tungurahua y Zamora Chinchipe.

### **2.6.1 Características botánicas**

Árbol de dosel entre los 15-30 metros de altura, todas sus estructuras emiten un olor dulce y aromático. La corteza es de color amarillo cremoso. Tiene hojas simples y alternas, obovadas, coriácea, márgenes enteros, la base decurrente y enrollada hacia el interior, haz glabro y envés con mechones de pelos en las axilas de las venas secundarias, nervadura pinnada. Inflorescencia en panícula cimosa axilar, flores de color verde amarillento con seis estambres. Su fruto es una drupa con un receptáculo en la base (Pinto, Pérez, Ulloa, & Cuesta, 2018).

### **2.6.2 Fenología**

La floración ocurre durante todo el año, con más predominancia en los meses de febrero-mayo en el noroccidente. Los frutos maduran entre cuatro a cinco meses después de la floración (Palacios, 2017).

### **2.6.3 Ecología**

Especie ampliamente distribuida entre los 100 Y 1500 m de altitud, puede crecer en claros de bosque, de manera aislada, en áreas alteradas; facilita la descompactación del suelo y aporta sombra para el ganado, sus frutos son dispersados por aves (Pinto, Pérez, Ulloa, & Cuesta, 2018).

### **2.6.4 Silvicultura**

Dentro de la evaluación de la especie la gente local advierte que la especie tiene un crecimiento y desarrollo rápido y que genera excelentes características, evidencia una gran cantidad de frutos que podría facilitar la propagación. (Palacios, 2017)

### **2.6.5 Usos**

Madera de excelente calidad, se usa en la elaboración de tablas, pilares y vigas para la construcción de viviendas (Pinto, Pérez, Ulloa, & Cuesta, 2018).

### **2.6.6 Propagación**

Sexual por medio de semillas.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del lugar

##### 3.1.1 Política

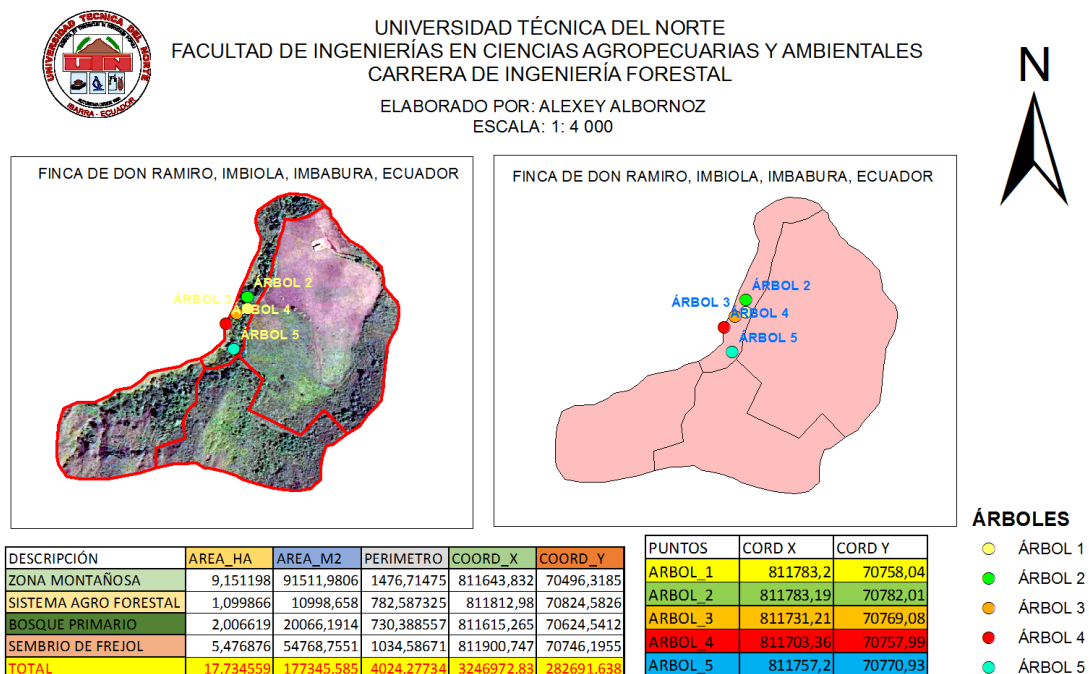
El área de estudio se encuentra en la comunidad Imbiola que pertenece a la parroquia de San Pedro de la Carolina, perteneciente al cantón Ibarra, de la provincia de Imbabura, Ecuador.

Por otra parte, el ensayo de las platabandas se lo realizó en el Campus Yuyucocha que se localiza en la parroquia El Sagrario, cantón Ibarra de la provincia de Imbabura.

En la figura 2 se representa la geografía del sitio de extracción de las semillas de *Ocotea insularis*, Imbiola, Imbabura, Ecuador.

**Figura 2**

Geografía del sitio, coordenadas "XY" de árboles



### 3.1.2 Límites

Límites del área de estudio de la finca del señor Ramiro Moreno:

El área de estudio se localiza a WO 78°11.985' de longitud, NO 0°38.414' de latitud, a 1800 m.s.n.m.

- **Norte:** Carretera principal Imbiola y quebrada de la finca.
- **Sur:** Hacienda Imbiola.
- **Este:** Carretera principal Imbiola, entrada a la finca de Don Ramiro Moreno.
- **Oeste:** Cerro negro.

Límites del Campus Yuyucocha:

El Campus Yuyucocha se localiza a 78° 07' 52,93" de longitud W y 00° 19' 38,67" de latitud N, a 2 247 m.s.n.m.

La Granja Experimental Yuyucocha limita con los barrios:

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

## 3.2 Caracterizaciones edafoclimáticas del lugar

### 3.2.1 Suelo

Conforme al tipo de suelo del lugar, posee un suelo de orden Mollisol, suborden ustolls, suelos superficiales que abarcan el horizonte A (USDA, 2014), son suelos desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios, tienen horizontes superficiales oscuros, por la gran cantidad de materia orgánica en descomposición, consistencia friable, dotados de bases, principalmente de Ca y Mg, ubicados en climas templados, húmedos. La geografía varía entre el relieve ligeramente inclinado hasta extremadamente inclinado (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] La Carolina, 2015).

### 3.2.2 Clima

El clima predominante de la finca del señor Ramiro Moreno que está ubicada en la parroquia de la Carolina es subtropical meso térmico húmedo que ocupa el territorio

dato que refleja en el Plan de Desarrollo y Ordenación Territorial de la parroquia de La Carolina. De acuerdo de los datos del Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (INAMHI, 2015) la precipitación de la parroquia de La Carolina va desde los 500 hasta 2000 mm, siendo el rango predominante de los 1000 hasta los 1250 mm localizados en el centro de la parroquia. La humedad relativa que presenta para toda la parroquia va entre los 85,54% hasta los 91,02%. En tanto a la temperatura ocupa rangos desde los 8 – 22 grados centígrados, estas temperaturas evidentemente las más bajas se encuentran al sur de la parroquia que están a 3000 m.s.n.m., con temperaturas más templadas en las partes más bajas donde están asentados varios centros poblados (GAD La Carolina, 2015).

### 3.2.3 Ecosistema

Dentro de las estadísticas de patrimonio natural que plasma el Ministerio del Ambiente del Ecuador, donde clasifica la amplia variedad de ecosistemas que tiene el país. El área de estudio presenta el ecosistema de bosque y arbustal semi caduco del norte de los valles y Bosque siempre verde montano de Cordillera Occidental de los Andes (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015).

### 3.3 Materiales, equipo y software

Los materiales equipos y software empleados en la presente investigación son los que se observan en la tabla 1 que se detalla a continuación.

**Tabla 1**

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

| <b>Materiales de campo</b>                      | <b>Equipos</b>         | <b>Software</b>  |       |
|---|------------------------|------------------|-------|
| Tijera podadora aérea                           | GPS.                   | Microsoft Word.  |       |
| Fundas plásticas de invernadero                 | Cámara fotográfica     | Microsoft Excel. |       |
| Machete, Libreta de campo                       | Brújula                | ArcGis 10.8      |       |
| Termómetro múltiple ambiental                   | Computadora            | InfoStat         |       |
| “Tierra” del sitio, Fertilizante, Pomina, Arena | Balanza electrónica    | Microsoft Point  | Power |
| Citoquinina                                     | Forcípula              |                  |       |
| Ácido giberélico                                | Calculadora científica |                  |       |
| Nebulizadores                                   | Estufa                 |                  |       |
| Temporizador de riego automático                |                        |                  |       |



### 3.4. Metodología

Para el trabajo de titulación, se seleccionó la investigación experimental.

#### 3.4.1 Universo

Para la ejecución de los tratamientos pregerminativos se recolectaron semillas de *Ocotea insularis*, de cinco árboles que se encuentran en un lindero del predio del señor Ramiro Moreno perteneciente a la comunidad Imbiola, parroquia de La Carolina, Imbabura, Ecuador.

El procedimiento para la obtención del material consistió en la identificación de los árboles que fueron seleccionados para la obtención de los frutos, se dispuso de instrumentos como fundas plásticas, tijeras podadoras aéreas y un cooler para mantener frescas los frutos, mediante el uso de las tijeras podadoras se recolectó el fruto de *Ocotea insularis*, se procedió a enfundar, etiquetar y almacenar en el cooler para evitar daños en el material al momento de transportar.

Una vez que se obtuvo el material se procedió a llevar al Campus Yuyucocha en donde se realizó la limpieza de los frutos de forma manual para la obtención de las semillas, luego de obtener las semillas limpias se realizó un control fitosanitario para la desinfección térmica del material, dicha actividad se lo hizo sumergiendo 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.

Durante el lapso de estos dos días de secado de la semilla, se dirigió al lugar de extracción del material vegetativo con la disposición de herramientas tales como costales, palas, azadón, para el llenado de cuatro sacos de tierra del sitio, posteriormente trasladó al Campus Yuyucocha, para realizar la actividad de tamizado de la tierra para preparar el sustrato que será 50% tierra del sitio, 15% arena de río, 20% abono orgánico, 10% pomina, 5% fertilizante alemán 12-12-12 (NPK). Posteriormente se realizó actividades de limpieza dentro del invernadero para acondicionar el sitio del ensayo que consiste en deshierbe.

Se procedió con la construcción de un invernadero, que cubrió un área de 2 m<sup>2</sup>, con una altura de 1,40 m, en donde se recubrió la estructura con plástico de invernadero, y en la parte superior del mismo se colocó un sistema de riego por aspersión con el empleo de micro nebulizadores, también se instaló un termómetro – higrómetro dentro del invernadero para la adecuación de las condiciones ambientales de temperatura y

humedad del sitio de extracción de las semillas, posteriormente se asentó el invernadero en la superficie del área de estudio y se procedió con la siembra.

Una vez teniendo todos los recursos, se procedió a colocar el sustrato que abarcó un área de 1,2 x 1,5 m, se trazó el diseño experimental en el sustrato, de cinco bloques, cada bloque con cuatro unidades experimentales, donde están asentadas 16 semillas en cada una. Posteriormente se asentó el invernadero construido por encima del sustrato y se procedió a controlar las condiciones ambientales de temperatura y humedad del sitio de origen que es de 14 ° C - 36 °C en temperatura, 15 % - 93 % en humedad y la temperatura promedio del Campus Yuyucocha es de 17,50 °C por lo cual se acondicionó a las temperaturas y humedad a los del sitio de origen, dónde se controló el riego durante 1 minuto todos los días a las 12:00 PM en el cual la cantidad de agua que expulsa el sistema de riego durante este lapso de tiempo es de 4.000 cm<sup>3</sup>.

El manejo de las semillas de *Ocotea insularis* después de los procesos fitosanitarios se aplicó un testigo sin ningún tratamiento pregerminativos para tener una referencia y una comparación hacia los otros tratamientos.

Se aplicó el método de escarificación mecánica, que consistió en retirar la cubierta seminal de todas las semillas, posteriormente en el ápice de la semilla en el “candado” se realizó un corte de cinco milímetros para el segundo tratamiento; para el tercer tratamiento es la combinación de la escarificación mecánica con el corte apical de cinco milímetros y la aplicación de hormona de ácido giberélico durante 20 minutos, para el tratamiento cuatro se aplicó la combinación de la escarificación mecánica con el corte apical y la aplicación de la hormona citoquinina durante 15 minutos. Se procedió con el sembrado en el sustrato.

Una vez asentado el ensayo se continuó con el monitoreo, se visitó diariamente el invernadero para el control de las variables, mismo que fueron evaluadas por el conteo de la semillas germinadas y emergencia de las plántulas que sobresalieron del sustrato.

### **3.4.2 Diseño experimental**

El diseño experimental empleado es por bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos.

El modelo estadístico:

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

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

$\mu$  = efecto medio global

$\alpha_i$  = El efecto incremental sobre la media causado por nivel i del factor A

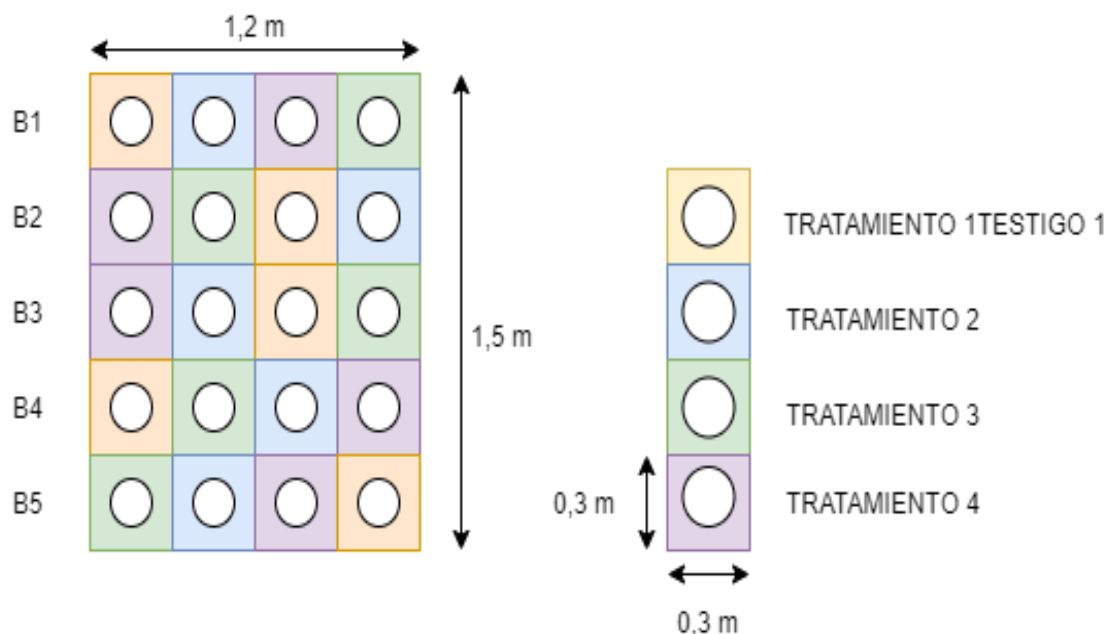
$\beta_j$  = El efecto incremental sobre la media causado por nivel j del bloque B

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

En la figura 3 se representa el diseño en bloques al azar.

**Figura 3**

*Diseño en bloques completamente al azar, dimensiones de la planta banda.*



### 3.4.3 Factores, niveles y tratamientos

- a. **Factor:** Tratamientos pregerminativos
- b. **Factor de bloqueo:** Árbol
- c. **Bloques:** Son cinco bloques, cada bloque es el árbol en los cuales se recolectó las semillas, donde se ocupó 16 semillas para el testigo, 16 semillas para el tratamiento de escarificación mecánica, 16 semillas para el tratamiento de escarificación mecánica con la aplicación de la hormona de ácido giberélico y 16 semillas para el tratamiento de escarificación mecánica con la aplicación de la hormona de citoquinina.

## Tratamientos aplicados

- a. **Método tradicional de testigo:** Este tipo de método consistió en colocar la semilla sin ningún tratamiento a la semilla. Sirvió de base comparativa hacia los otros tratamientos.
- b. **Escarificación mecánica:** Consistió en retirar la cubierta seminal de manera manual sin dañar a los cotiledones ni al embrión y se procedió a realizar un corte apical en la semilla de 5 mm.
- c. **Escarificación mecánica con aplicación de citoquinina:** Consistió en retirar la cubierta seminal de manera manual sin dañar a los cotiledones ni al embrión y se procedió a realizar un corte apical en la semilla de 5 mm y se aplicó la hormona de citoquinina al 0,01 % de concentración en la semilla durante 15 minutos.
- d. **Escarificación mecánica con aplicación de ácido giberélico:** Consiste en retirar la cubierta seminal de manera manual sin dañar a los cotiledones ni al embrión y se realizó un corte apical en la semilla de 5 mm y se aplicó la hormona de ácido giberélico al 10% de concentración en la semilla durante 20 minutos.

### 3.4.4 Variables

#### 3.4.4.1 Objetivo 1: Variables analizadas antes de la aplicación de los tratamientos

##### a. Contenido de humedad

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

Ec.1

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco}}{\text{peso inicial}} * 100$$

Fuente: (ISTA, 2016).

##### b. Pureza de la semilla

Se tomaron ocho repeticiones de cincuenta semillas cada repetición por la limitación de la disponibilidad de las semillas donde se evaluaron independientemente cada muestra y fue sometida a un pesado de la semilla con impurezas, después se la apartó y se pesó la semilla pura. Para el cálculo de la pureza se utilizó la siguiente fórmula (ISTA, 2016).

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

**Fuente:** (ISTA, 2016).

### c. Peso

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

### 3.4.2.2 Objetivo 2: Variables analizar después de la aplicación de los tratamientos

#### a. Porcentaje de germinación

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

Ec.3

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

**Fuente:** (ISTA, 2016).

#### b. Índice de velocidad de emergencia (IVE)

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

Ec.4

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i}$$

**Fuente:** (Gonzales & Orozco, 1996).

Dónde:

IVE: Índice de velocidad de emergencia

Xi: Número de plántulas emergidas por día

Ni: Número de días después de la siembra

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

### c. Vigor germinativo

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

Ec.5

$$VG = VM * GDM$$

**Fuente:** (Gómez, 2004).

Dónde:

VG: Vigor germinativo

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

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

### d. Tiempo medio de germinación

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

Ec.6

$$TGM = (T_1N_1 + T_2N_2 \dots T_nN_n)/N$$

**Fuente:** (Gómez, 2004).

Dónde:

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

Nn: Número de semillas germinadas en el día n

N: Número total de semillas germinadas

**e. Índice velocidad de germinación (IVG)**

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

Ec.7

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t}$$

**Fuente:** (Gonzales & Orozco, 1996).

Dónde:

IVG: Velocidad de germinación

Ni: Número de semillas germinadas el día i

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

Se determinaron los supuestos paramétricos:

- Prueba de normalidad de Shapiro Wilks.
- Homocedasticidad prueba de Levene (tanto para los tratamientos como para los bloques).
- Determinar la idoneidad del diseño, el análisis de aditividad de los bloques y el análisis de datos atípicos. Si cumple con los supuestos se aplicó un ADEVA y posteriormente una prueba de Dunnet con una significancia del 0.05.

### **3.4.5 Tipo de diseño experimental**

El tipo de diseño experimental empleado es el diseño experimental en bloques completamente al azar, debido que la obtención de las semillas fueron de árboles disetáneos ya que existió una variabilidad de edad de los árboles e influyó en las semillas, en cantidad y calidad. Se estudió cinco bloques que representaron los individuos dónde se obtuvo el material, la aplicación de cuatro tratamientos pregerminativos que consistió

en tres metodologías conjuntamente con un testigo, con una unidad muestral de 16 semillas.

#### **3.4.6 Unidad experimental**

- Unidad Experimental: 16 semillas
- Tratamientos: 4
- Bloques: 5
- Unidades Experimentales totales: 20
- Número de semillas por tratamiento: 80 semillas
- Número de semillas totales: 320 semillas

#### **3.4.7 Instalación del experimento o ensayo**

- Recolección de material edáfico en la propiedad de Sr. Ramiro Moreno
- Obtención de las semillas
- Clasificación de las semillas
- Etiquetado de semillas obtenidas de cada árbol.
- Evaluación de las variables que se van determinar antes de la aplicación de los tratamientos pregerminativos. (pureza, peso, contenido de humedad).
- Análisis de datos cuantitativos obtenidos
- Levantamiento de las platabandas
- Preparación y adecuación de la planta banda
- Preparación del sustrato a aplicar.
- Aplicación de los tratamientos pregerminativos en las semillas.
- Evaluación



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis de la semilla

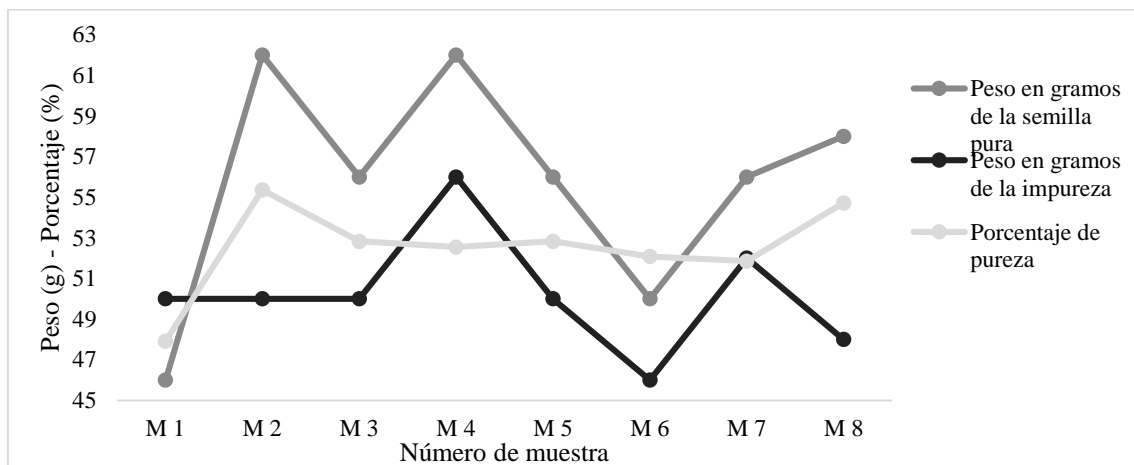
A continuación, se detalla los resultados obtenidos en el análisis de la semilla.

##### 4.1.1 Análisis de la pureza en semillas de *Ocotea insularis*

Se determinó que el peso promedio del fruto es de 108 g., de los cuales se obtuvo 56 g. en semillas puras; mientras que los 50 g. restantes corresponden a las impurezas; es decir que el promedio de pureza en las semillas es de 53%; las impurezas comprenden el epicarpio, mesocarpio y endocarpio. Además, se observó que los mayores pesos de semillas y frutos se presentó en la muestra 4; por el contrario, la muestra 1 fue la que menores valores promedios obtuvo (Figura 4).

**Figura 4**

*Cálculo de la pureza en semilla de *Ocotea insularis**



Palomeque, et al. (2017), por medio de su estudio Variabilidad específica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montanos en el sur del Ecuador, se registraron con respecto a la pureza de la semilla para la especie *Ocotea heterochroma*, la existencia de variación entre individuos, debido a la obtención de valores que parten desde 3,95% hasta 87,77%.

De la misma manera Rivera (2019) argumenta en su estudio realizado en la provincia del Azuay, donde analizó varias especies forestales entre ellas *Ocotea heterochroma* y obtuvo como resultado con respecto a la pureza para esta especie que el

porcentaje de la misma puede variar en rangos de  $90,78 \% \pm 13,05 \%$  en semillas consideradas fisiológicamente como maduras.

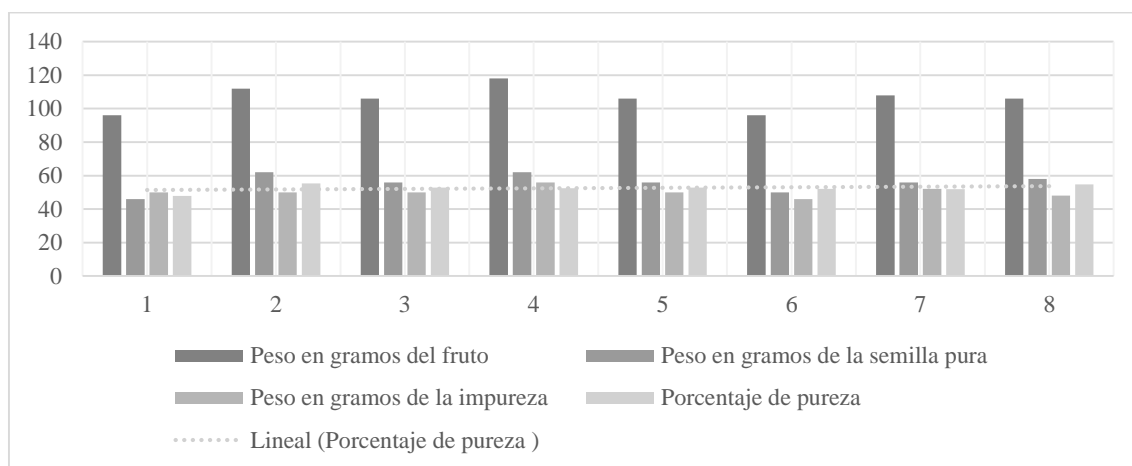
Con lo antes mencionado en relación con la pureza de la semilla, se asevera que el presente estudio ha obtenido valores que se encuentran dentro del rango de pureza conseguido por los autores citados a pesar de haber realizado estudios de diferentes especies del mismo género ubicados en diferentes localidades del Ecuador.

#### 4.1.2 Cálculo del peso en semillas de *Ocotea insularis*

El peso de cada una de las muestras de las de frutos y de semillas puras obtenidas se determinó un promedio de 56 g. en semillas de *Ocotea insularis*, esto hace referencia que 44 g. son impurezas (Figura 5).

**Figura 5**

*Análisis del peso en semillas de *Ocotea insularis**



En este sentido Rivera (2019) determinó el peso de semillas de *Ocotea heterochroma* con valores que varían entre  $7,18 \text{ g.} \pm 34,18 \text{ g.}$ , esto se debe a la variabilidad fenológica que poseían las semillas al momento del desarrollo del estudio. Así mismo Palomeque et al. (2017) obtuvo con respecto al peso de las semillas para *Ocotea heterochroma* valores que oscilan entre  $2,73 \text{ g.} \pm 178 \text{ g.}$  Estos resultados se asemejan a los obtenidos en esta investigación, debido a las características fenotípicas semejantes entre especies del mismo género.

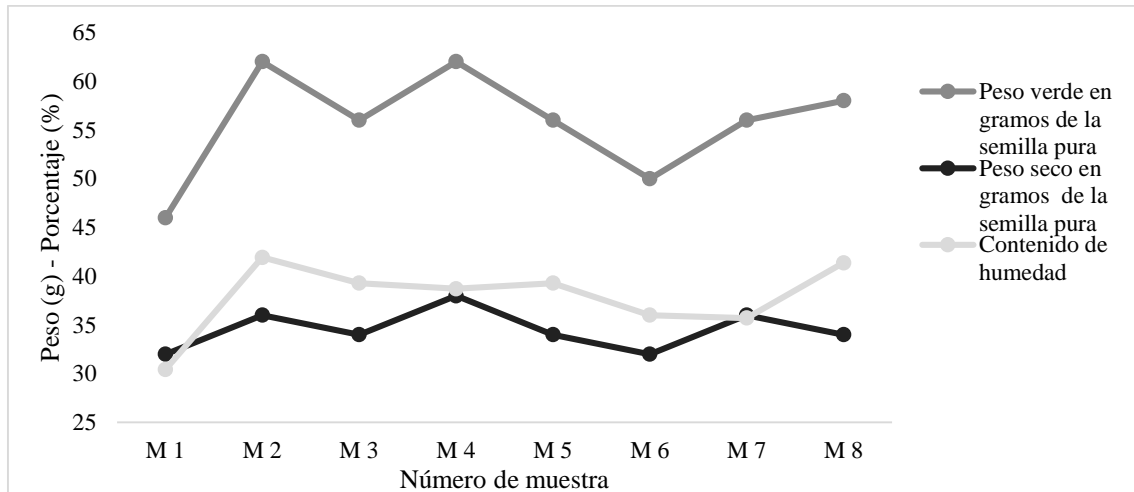
#### 4.1.3 Contenido de humedad en semillas de *Ocotea insularis*

Los resultados de contenido de humedad se obtuvo un promedio de semillas verdes puras de 55,75 g.; mientras que el promedio de las semillas anhidras puras fue de 34,5 g.; por lo que se determinó una diferencia debido al proceso de deshidratación de

21,25 g. que corresponde al agua de los cotiledones; es por lo que el contenido de humedad promedio en semillas de *Ocotea insularis* fue del 38% (Figura 6).

**Figura 6**

*Análisis del contenido de humedad en semillas de Ocotea insularis*



Rivera (2019) en el estudio de germinación de semillas y crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas del bosque de Nero, Provincia del Azuay, determinó que en el caso de *Ocotea heterochroma*, el contenido de humedad obtuvo un valor de  $15,2 \% \pm 54,44 \%$ ; esto se determinó para semillas denominadas fisiológicamente como maduras. Cabe mencionar que el resultado obtenido en la presente investigación se encuentra en dentro del rango expuesto por Rivera (2019).

Por su parte Palomeque et al. (2017) indican, por medio del estudio de variabilidad en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montañosos en el sur del Ecuador, las diferentes características que posee las semillas de la especie *Ocotea heterochroma*, en donde registraron un contenido de humedad que oscila entre 32,84% - 44,84%; el peso de la semilla de esta especie posee un valor entre 95,85 g. - 178 g. y con respecto a la pureza los autores expresan valores de 51,30 % y 80,27 %, lo antes mencionado concuerda con lo expresado en la presente investigación, ya que estos valores se asemejan a los encontrados en este estudio.

Además, en base a los resultados obtenidos se puede clasificar a las semillas de *Ocotea insularis* como recalcitrantes, debido a que como lo mencionan Magnitskiy, & Plaza (2017) ya que toleran una deshidratación entre el 15% y el 50% de humedad, estas semillas se caracterizan por no experimentar deshidratación en la planta madre, se

diseminan en una condición húmeda y metabólicamente, que permite pasar a la germinación sin un periodo de latencia o siendo éste de un tiempo relativamente corto.

#### 4.2 Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de *Ocotea insularis*.

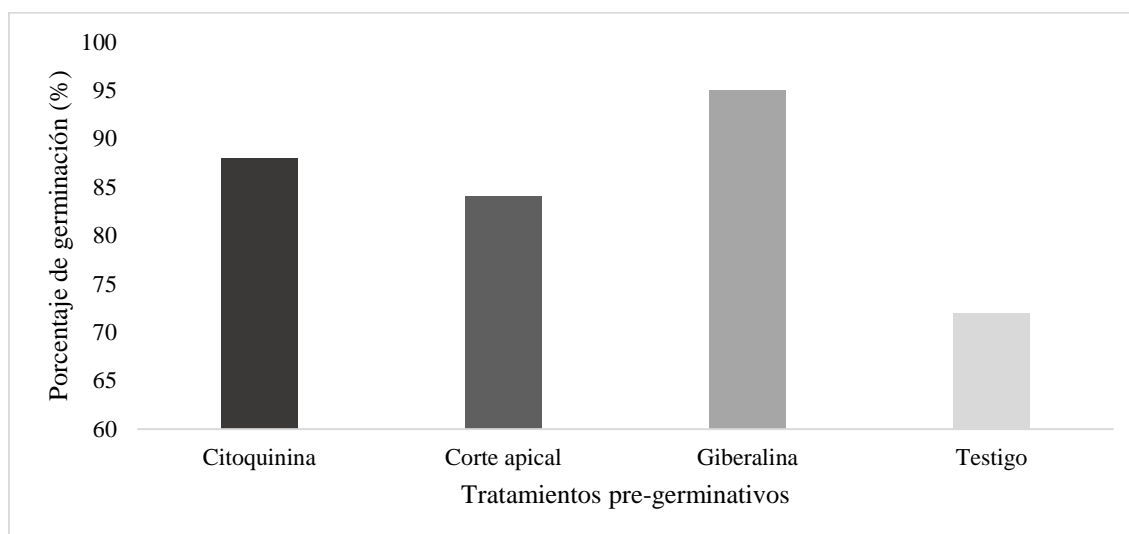
El porcentaje de germinación, vigor germinativo, índice de velocidad de germinación, índice de velocidad de emergencia, el tiempo medio de germinación, en los tratamientos pregerminativos en el cual destaca que no existen diferencias significativas en los supuestos paramétricos.

##### 4.2.1 Porcentaje de germinación

En el registro del ensayo existió germinación en los tratamientos pregerminativos y en el testigo, el de mayor efectividad es el tratamiento con aplicación de escarificación mecánica con corte apical y citoquinina con una cantidad superior de semillas germinadas en comparación a los demás tratamientos (Figura 7).

**Figura 7**

*Porcentaje de germinación de semillas de *Ocotea insularis**



Sánchez, et al. (2019) indica que, los tratamientos pregerminativos para las especies *Ocotea bucheri*, *Ocotea cuenata*, *Ocotea leucaxylon*, es la escarificación mecánica parcial o total de las coberturas seminales, lo que concuerda con lo expuesto, donde se evidenció que la escarificación mecánica total de la cubierta seminal y con corte apical como método pre germinativo favorece el intercambio gaseoso del ambiente con el embrión mediante una abertura de ingreso de agua a su interior para estimular la germinación en los tres tratamientos aplicados.

De la misma manera Palomeque *et al.* (2017) manifiestan con respecto al poder germinativo que, la especie *Ocotea heterochroma*, posee una variación desde 61 % a 97 %, esto indica que esta especie posee una germinación discontinua.

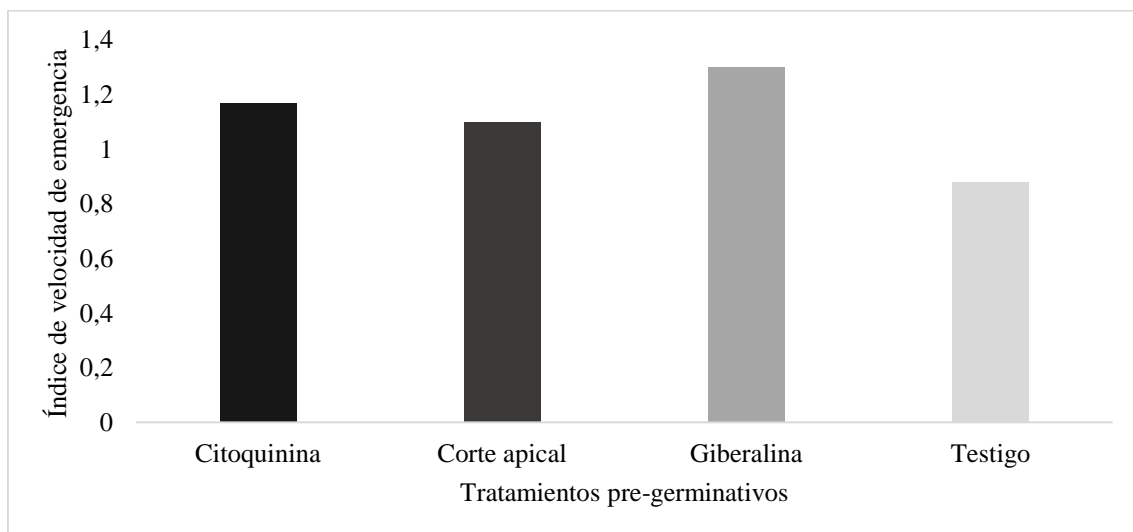
Vicente, et al. (2016) indican que, el poder germinativo de *Ocotea puberula*, varia a partir de los tres meses de almacenamiento, ya sea que la semilla se presente con pulpa o sin ella. Después de este lapso los autores citados aseguran que, la germinación se reduce gradualmente hasta llegar a ser nula después de nueve meses.

#### 4.2.2 Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Los resultados del índice de velocidad de emergencia, se evidenció que mantienen el mismo comportamiento de la variable anterior, debido a que los tratamientos pregerminativos superan al testigo, además que destaca la aplicación de la hormona giberelina (Figura 8).

**Figura 8**

*Índice de velocidad emergencia de semillas de Ocotea insularis*



La prueba de Dunnet se observa que los tratamientos investigados son estadísticamente similares, tanto entre tratamientos pregerminativos, así como también con respecto al testigo; sin embargo, cabe mencionar que el corte apical, con un índice de 1,3, es el de mayor velocidad de emergencia (Tabla 2). En los supuestos paramétricos de índice de velocidad emergencia se acepta la hipótesis nula porque no influye significativamente en la germinación en semillas de *Ocotea insularis*.

**Tabla 2**

*Prueba de Dunnet para el índice de velocidad de emergencia de *Ocotea insularis**

| <b>Mínimo de significancia entre el testigo y tratamientos</b> |      |              |       | <b>0,344055819</b> |    |
|--|------|--------------|-------|--------------------|----|
| Testigo  | 0,88 | Citoquinina  | 1,1   | -0,22              | ns |
|  |      | Giberelina   | 1,17  | -0,29              | ns |
|  |      | Corte apical | 1,3   | -0,42              | ns |
| <b>Mínimo de significancia entre tratamientos</b>              |      |              |       | <b>0,292194464</b> |    |
| Citoquinina  |      | 1,1          | -0,07 | A                  |    |
| Giberelina   |      | 1,17         | -0,13 | A                  |    |
| Corte apical   |      | 1,3          | 0,2   | A                  |    |

Por su parte Tanaka et al. (2016) en su estudio sobre El secado lento y rápido en semillas de *Ocotea puberula* determinaron para los dos métodos un índice de velocidad de emergencia promedio de 3,41 valor superior al registrado en el estudio.

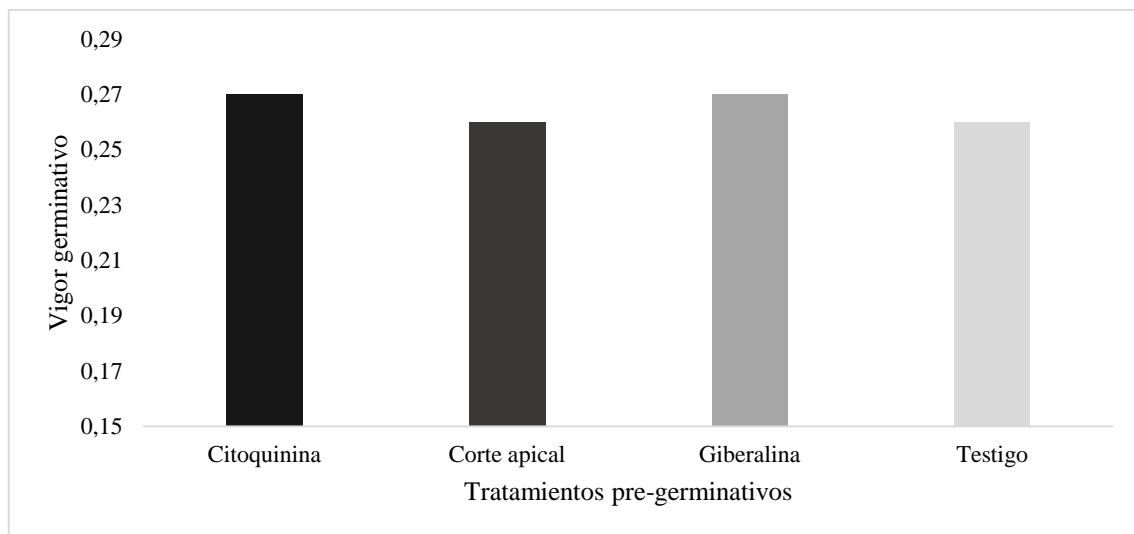
A su vez, Cetnarski & Nogueira (2005) en su estudio sobre la influencia de temperatura en la germinación de semillas de *Ocotea odorífera* registraron que a los 20°C y una vez retirada la testa el IVG fue de 1,497, mientras que con la testa el índice fue de 0,416; es decir que los resultados obtenidos en el presente estudio se consideran similares, ya que se encuentran en el rango registrado por Cetnarski & Nogueira (2005).

#### **4.2.3 Vigor germinativo**

En cuanto al vigor germinativo, se apreció que todos los tratamientos presentaron un comportamiento similar, destacándose levemente los tratamientos en los que se emplearon las hormonas citoquinina y giberelina (Figura 9).

**Figura 9**

*Vigor germinativo de semillas de Ocotea insularis*



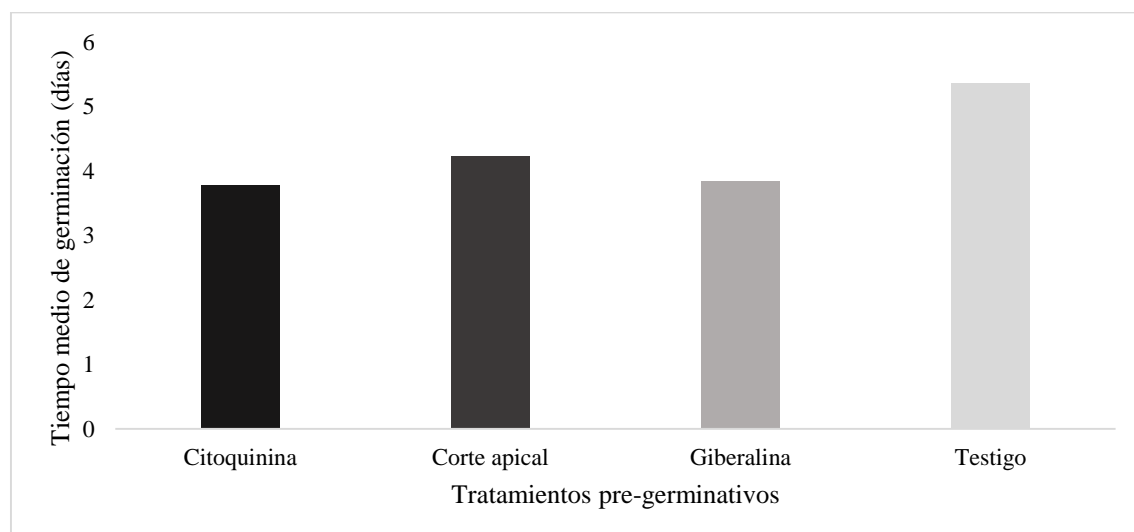
Maluf, et al. (2000) en su estudio sobre la longevidad y germinación de *Ocotea corymbosa* determinaron valores de vigor germinativo entre 0,38 y 0,40, valores superiores a los registrados en la presente investigación.

#### 4.2.4 Tiempo medio de germinación

En el tiempo medio de germinación se observó que el testigo es el que más días se demoró en germinar, lo que indica que los tratamientos pregerminativos influyeron positivamente en la germinación, acelerando este proceso, disminuyendo el tiempo de germinación (Figura 10).

Figura 10

*Tiempo medio de germinación de semillas de Ocotea insularis*



En la prueba de Dunnet, no se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos pregerminativos; sin embargo, si son estadísticamente diferentes con el testigo, donde se demuestra que la aplicación de los tratamientos pregerminativos mejora los tiempos de germinación. En el análisis estadístico se puede evidenciar que los tratamientos aplicados con citoquinina y giberelina al tener valores de 3,77 y 3,83 fueron los que presentaron menor tiempo de germinación; mientras que el testigo presentó un periodo mayor para la germinación (Tabla 3). Cabe mencionar en esta prueba en los supuestos paramétricos si existió diferencias significativas por lo cual se acepta la hipótesis alterna que influyen significativamente en la germinación de semilla de *Ocotea insularis*.

**Tabla 3**

*Prueba de Dunnet para tiempo medio de germinación de Ocotea insularis*

| <b>Mínimo de significancia entre el testigo y tratamientos</b> |      |              | <b>0,733263651</b> |       |    |
|--|------|--------------|--------------------|-------|----|
|  |      | Citoquinina  | 3,77               | 1,59  | ** |
| Testigo  | 5,36 | Giberelina   | 3,83               | 1,53  | ** |
|  |      | Corte apical | 4,23               | 1,13  | ** |
| <b>Mínimo de significancia entre tratamientos</b>              |      |              | <b>0,617332639</b> |       |    |
|  |      | Citoquinina  | 3,77               | -0,06 | A  |
|  |      | Giberelina   | 3,83               | -0,4  | A  |
|  |      | Corte apical | 4,23               | 0,46  | A  |

Con respecto a los resultados expuestos en la presente investigación Minga y Verdugo (2016) exponen que, la germinación de aguacatillo *Ocotea hetetochroma*, la germinación inicia entre en el periodo comprendido entre 20 – 30 días después de la siembra, además los autores recomiendan poseer control de sombra para que alcanzar un crecimiento óptimo.

#### **4.2.5 Índice velocidad de germinación (IVG)**

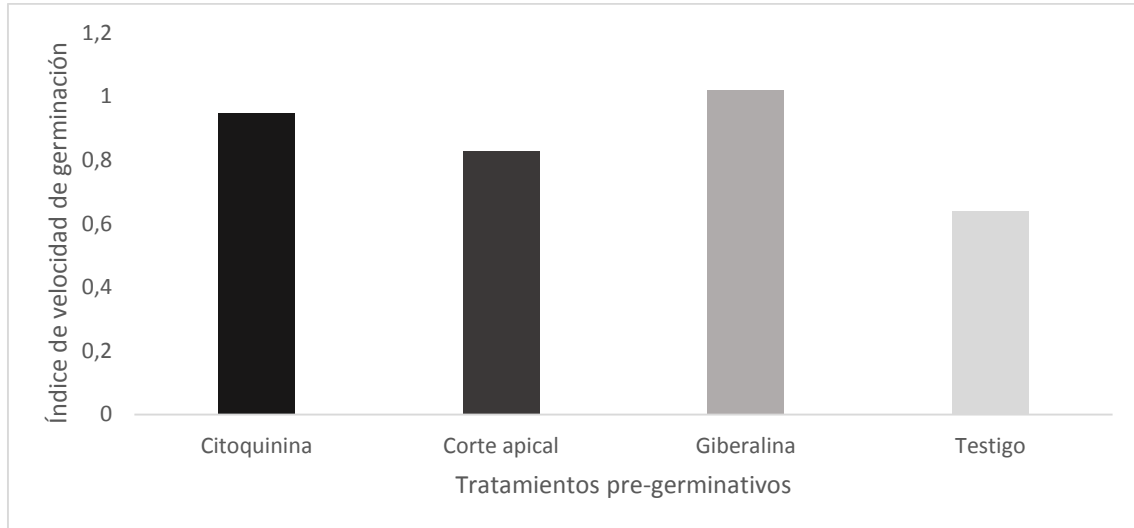
Los resultados de velocidad de germinación con los tratamientos aplicados influyen directamente en la rapidez de germinación ya que la aplicación de estas hormonas disminuye el tiempo de germinación y hace que el desarrollo de la plántula sea más pronto, en el cual el corte apical refleja que, sin estos aceleradores de germinación,



el índice de germinación va a ser más lenta, cabe mencionar que el testigo emergió a los 36 días (Figura 11).

**Figura 11**

*Índice de velocidad de germinación de semillas de *Ocotea insularis**



En cuanto a la prueba de Dunnet se aprecia que entre los tratamientos pregerminativos y el testigo no se evidencia diferencias significativas; sin embargo, sobresale el tratamiento con la aplicación de citoquininas como en del mayor índice de velocidad de germinación. De igual manera cabe recalcar que los tratamientos pregerminativos con la aplicación de las hormonas de citoquinina y giberelina con lo que respecta a la velocidad de emergencia del sustrato evidentemente fueron las que sobresalieron más rápido del sustrato comparado con el corte apical, y dentro del ensayo por el número de plántulas obtenidas el tratamiento con la aplicación de giberelina tiene un carácter de superioridad ante los demás tratamientos y el testigo por la cantidad de plántulas desarrolladas. (Tabla 4). En los supuestos paramétricos analizados en el índice de velocidad de germinación se acepta la hipótesis nula ya que no existen diferencias significativas.

**Tabla 4***Prueba de Dunnet para índice velocidad de germinación de Ocotea insularis*

| <b>Mínimo de significancia entre el testigo y tratamientos</b> |      |              |      | <b>0,344055819</b> |    |
|--|------|--------------|------|--------------------|----|
|  |      | Citoquinina  | 0,83 | -0,19              | ns |
| Testigo  | 0,64 | Giberelina   | 0,95 | -0,31              | ns |
|  |      | Corte apical | 1,02 | -0,38              | ns |
| <b>Mínimo de significancia entre tratamientos</b>              |      |              |      | <b>0,292194464</b> |    |
|  |      | Citoquinina  | 0,83 | -0,12              | A  |
|  |      | Giberelina   | 0,95 | -0,07              | A  |
|  |      | Corte apical | 1,02 | 0,19               | A  |

Según Palomeque y otros (2017) expresa que, en el Sur del Ecuador la especie *Ocotea hetetochroma*, posee un comportamiento con respecto a la velocidad de germinación que varía entre 0,74 – 0,85, debido a que esta especie tuvo los valores más bajos en relación con los demás especímenes estudiados, lo que determina que esta posee una germinación tardía y dispersa a pesar de tener altos porcentajes de germinación.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Las semillas de *Ocotea insularis* superan el 50% con respecto a las impurezas, se considera un nivel aceptable de pureza, con un contenido de humedad de casi el 40% por lo que se clasifica como una semilla recalcitrante.
- Estadísticamente no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos investigados, con base al comportamiento general en las variables analizadas, se determinó que el mejor tratamiento fue escarificación mecánica con aplicación de ácido giberélico.

#### 5.2 Recomendaciones

- Al ser las semillas de *Ocotea insularis* recalcitrantes, se recomienda a la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte realizar estudios de manejo y almacenamiento de este tipo de semillas.
- A la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte se le sugiere realizar ensayos de germinación de semillas de *Ocotea insularis* empleando la escarificación mecánica con aplicación del ácido giberélico en diferentes dosis, para mejorar la germinación de esta especie.

## CAPITULO VI

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achicanoy López, H., & López Jurado, G. (1972). Influencia de la luz sobre la germinación de semillas de maleza de clima frío. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 17-20.
- Angella, G., Frías, C., & Salgado, R. (2016). *Conceptos Básicos de las Relaciones Agua - Suelo - Planta*. Santiago del Estero-Argentina. Obtenido de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-\\_conceptos\\_basicos\\_de\\_las\\_relaciones\\_agua\\_suelo\\_planta.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-_conceptos_basicos_de_las_relaciones_agua_suelo_planta.pdf): INTA Ediciones.
- Arnold, F.-E. (1996). *Manual de vivero forestal: elaborado por algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile*. CONAF: Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica.
- Besnier, F. (1972). La Nascencia . *Revista de extensión agraria* , 132-133.
- Cetnarski, R., & Nogueira, A. (2005). Influência da temperatura na germinação de diásporos de *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer (canela-sassafrás). *Ciência Florestal*, 15(2), 191–198. <https://doi.org/10.5902/198050981836>
- CODA. (2017). *Código Orgánico Del Ambiente*. Quito-Ecuador. Obtenido de: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf).
- De la Cuadra, C. (1992). Germinación, Latencia y Dormición de las semillas. *Hojas Divulgadoras*, 8-9.
- Donoso, C. (1993). Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. *Ecología Forestal*. Santiago, Chile : Editorial Universitaria .
- Escobar, C., Zuluaga, J., & Osorio, V. (2002). *Manual: Técnicas de propagación de especies vegetales leñosas promisorias para el pie de monte de Caqueta*. Macagual. Obtenido de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13450>.
- FAO. (2015). *Semilla* . Obtenido de: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/food-security-capacity-building/docs/Seeds/Training\\_Material/ParticipantsManual/Dia1/Dia\\_1\\_-\\_S3-H0Sistema\\_de\\_semillas-Clases\\_y\\_variedades\\_\\_S3-H0\\_.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/food-security-capacity-building/docs/Seeds/Training_Material/ParticipantsManual/Dia1/Dia_1_-_S3-H0Sistema_de_semillas-Clases_y_variedades__S3-H0_.pdf).
- GAD. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Ibarra-Ecuador. Obtenido de: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1060022310001\\_Diagn%C3%B3stico%20DOCUMENTO%20LA%20CAROLINA%20final%20OK\\_30-10-2015\\_22-25-51.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060022310001_Diagn%C3%B3stico%20DOCUMENTO%20LA%20CAROLINA%20final%20OK_30-10-2015_22-25-51.pdf).

- García, R., Gutiérrez, M., & Valenzuela, M. (2013). *Fase fermentativa de la germinación*. Obtenido de:  
[http://webs.ucm.es/info/cvicente/seminarios/germinacion\\_semillas.pdf](http://webs.ucm.es/info/cvicente/seminarios/germinacion_semillas.pdf).
- Gómez, M. (2004). *Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de Diomate (Astronium graveolens Jacq.) sometidas a diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento*. Medellín-Colombia: Obtenido de:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a06v57n1.pdf>.
- González, L., & Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de los datos de germinación de semillas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 17-18.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1977). *Propagación de Plantas. Principios y Prácticas*. México: Continental México.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1998). *Propagación de Plantas. Principio y Prácticas*. México: Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. México.
- INAMHI. (2015). *Instituto Nacional De Meteorología En Hidrología*. Ecuador.
- ISTA. (2016). *International Seed Testing Evaluation*. Obtenido de:  
[https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf).
- Jordan, M., & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores de crecimiento. Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicílico y Ácido Jasmónico*. La Serena-Chile. Obtenido de:  
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etileno,aba,jasmonico,brasino,.pdf>: Ediciones Universidad de la Serena.
- Lallana, V., Elizalde, J., & García, L. (2002). *Germinación y Latencia de semillas y Yemas*. Oro Verde- Argentina. Obtenido de:  
[http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV\\_2010/mat\\_did/Ut\\_11GLSY.pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/Ut_11GLSY.pdf).
- MAE. (2015). *Estadísticas de Patrimonio Natural*. Ecuador. Obtenido de:  
<http://www.fao.org/forestry/44292-07669536a0752fc4ce8e9d3066b05a109.pdf>.
- Magnitskiy, S., & Plaza, G. (2017). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 96–103.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a11.pdf>
- Maluf, A., Passos, R., Bilia, D., & Barbedo, C. (2000). Longevidade e germinação dos diásporos de *Ocotea corymbosa* (Meissn.) Mez. *Scientia Agricola*, 57, 39–44.  
<https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000100008>
- Matilla, A. (2008). *Desarrollo y germinación de la semilla*. *ResearchGate*, 15.
- Minga, D., y Verdugo, A. (2016). Árboles y Arbustos de los ríos de cuenca Azuay, Ecuador. In Serie Textos Apoyo a la Docencia Universidad del Azuay.  
<https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8784>.
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Tucto, A. (2014). *Manual: Recolección De Semillas De Especies Forestales Nativas: Experiencia Molinopampa, Amazonas-Perú. Cachapoyas-Perú*. Obtenido de:

[http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2993/Technical/1%20Manual%20colecta%20semillas.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/1%20Manual%20colecta%20semillas.pdf).

- Pacheco, J., Ramírez, M., Gutiérrez, A., Flores, C., & Alemán, Y. (2015). EFECTO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN LA CALIDAD DE PLÁNTULAS GUAPINOL (*Hymenea courbaril*). *NEXO Revista Científica*, 83-84.
- Palacios, W. (2017). *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, especie forestal con gran potencial. *Cinchonia*, 158-163.
- Palomeque, X., Maza, A., Ñamagua, J. P., Gunter, S., Hildebrand, P., Weber, M., y Stimm, B. (2017). Intraspecific Variability in Seed Quality of Native Tree Species in Mountain Forests in Southern Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 52–72.  
<https://www.researchgate.net/publication/318116492>.
- Pérez, F. (2005). *Viabilidad, Vigor, Longevidad y Conservación de Semillas*. España.
- Pérez, F., & Pita, J. (2016). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de las semillas*. *Hojas Divulgadoras*, 2.
- Pinto, E., Pérez, Á., Ulloa, C., & Cuesta, F. (2018). *Árboles representativos de los bosques montanos del noroccidente*. Quito-Ecuador: Imprenta Noción.
- Quiroz, I., García, E., Gonzáles, M., Chung, P., & Soto, H. (2009). *Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Chile: INFOR.
- Rivera, D. (2019). “Germinación de semillas y crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas del bosque de Nero, Provincia del Azuay.” In Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31737>
- Sánchez, J. (2021). *Partes de la semilla y sus funciones*. Obtenido de: <https://www.ecologiaverde.com/partes-de-la-semilla-y-sus-funciones-1973.html>.
- Sánchez, J., Torres, Y., Pernús, M., y Barrios, D. (2019). Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba : implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*, 218(December), 1–33.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n1/pyf02115.pdf>
- Tanaka, D., Oliveira, L., Liesch, P., & Engel, M. (2016). Slow and fast drying in seeds of *Ocotea puberula* (Rich.) Ness. *Revista Árvore*, 40(6), 1059–1065.  
<https://doi.org/10.1590/0100-67622016000600011>
- Taylorson, R., & Hendricks, S. B. (1979). Overcoming dormancy in seed with ethanol and other anesthetics. *Planta*, 507-510.
- USDA. (2014). *Claves para la taxonomía de los suelos*. Estados Unidos. Obtenido de: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051546.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf)
- Varela, S., & Arana, V. (2011). *Latencia y Germinación de semillas. tratamientos pregerminativos*. Argentina: PATNOR 810292.
- Vargas, M. (1991). Factores que afectan a la germinación de semillas. *Boltec*, 26-29.

Vicente, D., de Oliveira, L., Oliveira, O., Alves, A., Liesch, P., y Engel, M. L. (2016). Viabilidade de Sementes de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness ao Longo do Armazenamento. *Floresta e Ambiente*, 23(3), 418–426.  
<https://doi.org/10.1590/2179-8087.107414>

## CAPITULO VII

### ANEXOS

#### Anexo 1

*Valores promedios de germinación de Ocotea insularis.*

| Tratamientos | Porcentaje de germinación | Vigor germinativo | Tiempo de germinación medio | Índice de emergencia | Índice de vigor germinativo |
|--------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Citoquinina  | 88                        | 0.27              | 3.77                        | 1.17                 | 0.95                        |
| Corte apical | 84                        | 0.26              | 4.23                        | 1.1                  | 0.83                        |
| Giberelina   | 95                        | 0.27              | 3.83                        | 1.3                  | 1.02                        |
| Testigo      | 72                        | 0.26              | 5.36                        | 0.88                 | 0.64                        |

#### Anexo 2

*Ilustraciones.*

##### Ilustración 1

*Recolección de frutos de Ocotea insularis.*





## Ilustración 2

*Determinación de la temperatura y humedad del sitio de extracción de frutos de *Ocotea insularis*.*



## Ilustración 3

*Pesaje de fruto, semillas puras, impurezas.*



## Ilustración 4

*Evaluación de contenido de humedad.*



**Ilustración 5**

*Limpieza y acondicionamiento del sitio.*

**Ilustración 6**

*Construcción de un invernadero.*



### Ilustración 7

*Implementación de un sistema de riego por aspersión automatizado.*



### Ilustración 8

*Preparación del sustrato.*



### Ilustración 9

*Control y acondicionamiento de la temperatura y humedad del invernadero con el empleo de un termómetro-higrómetro.*



**Ilustración 10**

*Trazado del diseño experimental.*

**Ilustración 11**

*Preparación de las hormonas*

**Ilustración 12**

*Aplicación de tratamientos pregerminativos.*



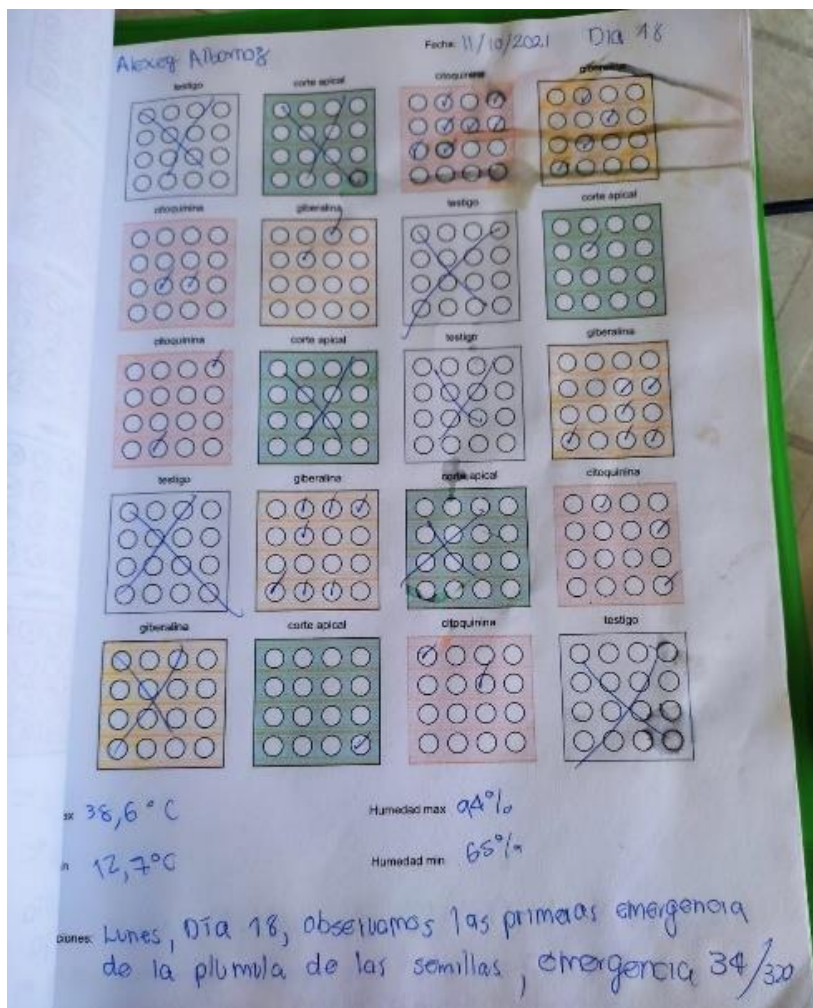
### Ilustración 13

*Sembrado de semillas de Ocotea insularis.*



### Ilustración 14

*Evaluación diaria.*



**Ilustración 15**

*Germinación de semillas de Ocotea insularis.*

**Ilustración 16**

*Emergencia de semillas de Ocotea insularis.*



**Ilustración 17**

*Plántulas Ocotea insularis.*

