



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y
TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D.
Don PROVENIENTES DE LA ZONA DE INTAG.**

AUTORA

Jeymmy Andrea Puente Calapaqui

DIRECTOR

Dr. Jorge Luis Cue García, PhD.

IBARRA – ECUADOR

2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D.

Don PROVENIENTES DE LA ZONA DE INTAG.

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

INGENIERA FORESTAL

APROBADO POR TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Dr. Jorge Luis Cue, PhD.
Director de trabajo de titulación



Firmado electrónicamente por:
**JORGE LUIS
CUE GARCIA**

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

Ing. Andrés Manolo Carrión Burgos, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación





UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

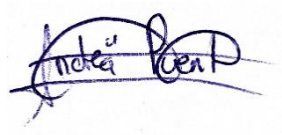
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004799324		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Puente Calapaqui Jeyimmy Andrea		
DIRECCIÓN:	Otavalo, San Pablo		
EMAIL:	Japuentec@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06-2018852	TELÉFONO	0997246579
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE <i>Alnus nepalensis</i> D. Don PROVENIENTES DE LA ZONA DE INTAG.		
AUTOR/A:	Puente Calapaqui Jeyimmy Andrea		
FECHA:			
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN			
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/>	POSGRADO <input type="checkbox"/>	
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal		
DIRECTOR:	Dr. Jorge Luis Cue, PhD.		

CONSTANCIA

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y 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, 17 de enero de 2022

LA AUTORA



.....

Puente Calapaqui Jeymmy Andrea

C.C.:1004799324

Ibarra, 17 de enero de 2022

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 17 de enero de 2022

Puente Calapaqui Jeyummy Andrea: **EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don PROVENIENTES DE LA ZONA DE INTAG.** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 17 de enero de 2022. 78 páginas.

DIRECTOR: Dr. Jorge Luis Cue, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar diferentes métodos de almacenamiento y tratamientos pre germinativos de semillas de *Alnus nepalensis* D. Don. Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar métodos efectivos de almacenamiento de semilla de *Alnus nepalensis*, así también, identificar óptimos tratamientos pre germinativos con hormonas en las semillas almacenadas de *Alnus nepalensis*.



Firmado electrónicamente por:
**JORGE LUIS
CUE GARCIA**

Dr. Jorge Luis Cue, PhD.
Director de trabajo de titulación

Puente Calapaqui Jeyimmy Andrea
Autora

DEDICATORIA

*A Dios, a mis padres **Alfonso Puente** y **Guadalupe Calapaqui** a quienes admiro por el gran esfuerzo que realizan para darnos el estudio a mis hermanos y a mí. Además, por inculcarnos valores y por el apoyo incondicional durante todo el proceso educativo, por estar conmigo en todo momento motivándome a culminar con mis estudios.*

*A mi hija **Keyle Sofía Timaná Puente** quien llegó a mi vida a darme aliento, alegría y a motivarme a ser mejor en la vida.*

*A mis hermanas **Brizeida, Tatiana, Cintia** y hermanos **Jimmy y Angel** quienes también fueron parte a lo largo de la mi vida estudiantil y serán un apoyo moral a lo largo de mi vida profesional.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida y la salud quien permitió que todo esto fuese posible. A mis padres, a mi familia y a mi hija quien me motivó a culminar mi carrera profesional.

A mi hermana Brizeida por ser más que una hermana, una amiga la que siempre me apoyado, escuchado y ha estado en los momentos malos y buenos.

A quienes siempre llevaré presente en mi corazón a la familia Timaná Dorado, quienes siempre tuvieron la predisposición para ayudarme y apoyarme cuando lo necesité.

*Al director de tesis al **Dr. Jorge Luis Cue García**, asesores **Ing. Hugo Vallejos Mgs., Ing. Manolo Carrión Mgs**, quienes estuvieron prestos para ayudarme en todo momento y a los docentes de la Universidad Técnica del Norte, quienes fueron los pilares del conocimiento para forjarme como profesional.*

A mi prima Miriam Chicaiza y Edison Ramos quienes también fueron parte de mi formación académica y a quienes aprecio mucho por los consejos brindados.

A mis amigas Viviana, Alejandra, Angela y Jessica quienes siempre las llevare presente en mi vida por el apoyo y la gran amistad que se ha formado en la vida estudiantil.

Al Ing. Leonardo Quinteros por ayudarme a lo largo de la investigación.

Y a mis compañeras y compañeros de aula con quienes convivimos momentos inolvidables durante esta trayectoria y con quienes logramos culminar nuestra meta.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBADO POR TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN	II
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	III
CONSTANCIA	IV
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
INDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ECUACIONES	XI
RESUMEN	5
CAPÍTULO I	9
INTRODUCCIÓN	9
1.1. Objetivos	10
1.1.1. General	10
1.1.2. Específicos:	10
1.2. Hipótesis.....	10
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1. Fundamentación legal	11
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008	11
2.1.2. Código Orgánico Ambiental	11
2.1.3. Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULAS)	12
2.1.4. Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2021 – 2025	12
2.1.5. Ética.....	12
2.1.6. Línea de investigación.....	13
2.2. Fundamentación teórica	13
2.2.1. Especie forestal <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.....	13
2.2.2. Fuentes semilleras	14
2.2.3. Almacenamiento de semillas:	15
2.2.4. Tipos de semillas.....	16
2.2.5. Selección de semillas:	16

2.2.6. Germinación y viabilidad.....	17
2.2.7. Contenido de humedad.....	17
2.2.8. Pureza de la semilla.....	18
2.2.9. Métodos pre germinativos.....	18
2.2.9.1. Fitohormonas naturales.....	19
2.2.9.2. <i>Salix babylonica</i> (Sauce).....	19
2.2.9.3. <i>Lens culinaris</i> (lenteja).....	20
CAPÍTULO III	23
MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Ubicación del sitio.....	23
3.1.1 Geográfica.....	24
3.1.2 Límites.....	24
3.2. Datos climáticos.....	24
3.3. Materiales, equipos e insumos	25
3.3.1. Equipos e instrumentos	25
3.3.2. Insumos y materiales vegetales.....	25
3.4. Metodología:	26
3.4.1. Fase de campo.....	26
3.4.2. Fase de laboratorio	27
3.4.2.1. <i>Metodología para determinar la morfometría, Almacenamiento y calidad de semilla.</i> 28	
3.4.3. Diseño experimental.....	32
3.4.4.1. <i>Factores de estudio.</i>	32
3.4.5.1. <i>Tratamientos.</i>	33
3.4.2.2. <i>Metodología para determinar tratamientos pre germinativos con hormonas.</i>	34
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Calidad de semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don, después de la colecta.....	37
4.1.1. Pureza.....	37
4.1.2. Contenido de humedad.....	38
4.1.3. Peso de 1000 semillas	38
4.1.4. Poder germinativo	39
4.2. Descripción morfométrica de semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.....	39

4.2.1. Tamaño.....	39
4.2.2. Forma	40
4.2.3. Color.....	41
4.2.4. Textura	41
4.3. Experimento de Almacenamiento de semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don	42
4.3.1. Poder germinativo	42
4.3.2. Vigor germinativo	46
4.3.3. Energía germinativa	51
4.3.4. Contenido de humedad.....	51
4.4. Experimento de tratamientos pre germinativos de semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don	52
4.4.1. Tratamientos pre germinativo del extracto de hojas y cortezas de <i>Salix babylonica</i> .	52
4.4.1.1. Poder germinativo.....	52
4.4.1.2. Vigor germinativo.....	55
CAPÍTULO IV.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Clasificación taxonómica de <i>Salix babylonica</i>	21
Tabla2. Clasificación taxonómica de <i>Salix babylonica</i>	22
Tabla 3. Composición germinativa de <i>lens culinaris</i>	22
Tabla 4. Matriz del peso de 1000 semillas.....	31
Tabla 5. Descripción del Factor A (envases), Factor B (medios) y Factor C(tiempos).....	34
Tabla 6. Descripción del Factor A (Tratamientos), Factor B (Hormonas).....	38
Tabla 7. Prueba de Kruskal- Wallis del poder germinativo.....	46
Tabla 8 Prueba de medias - Tukey del poder germinativo.....	49
Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis del vigor germinativo.....	52
Tabla 10. Prueba de medias - Tukey del vigor germinativo.....	54
Tabla 11. Contenido de humedad a los tres y seis meses del experimento	57
Tabla 13. Análisis de varianza del vigor germinativo.....	62

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec 1. Pureza	30
Ec 2. Peso de la semilla	30
Ec 3. Contenido de humedad	31
Ec 4. Poder germinativo	32
Ec 5. Vigor germinativo	32
Ec 6. Energía germinativa	33
Ec 7. Porcentaje de germinación.....	33

TÍTULO: EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don PROVENIENTES DE LA ZONA DE INTAG.

Autora: Jeyimmy Andrea Puente Calapaqui

Director: Dr. Jorge Luis Cue García, PhD.

RESUMEN

Al noroccidente del Ecuador se encuentra Intag, en el cual, a través de un programa en 1995 se introdujo *Alnus nepalensis* D. Don. Los moradores se dedicaron a la producción de la especie y fueron adquiriendo experiencia en la recolección de frutos, extracción de semillas y producción de plántulas, pero se les dificultaba el almacenamiento. Por ser una especie nueva la información es limitada y escasa con respecto a la semilla, razón por la cual, se planteó evaluar diferentes métodos de almacenamiento y tratamientos pre germinativos de semillas de *Alnus nepalensis* D. Don. La colecta de los estróbilos de los árboles candidatos, se realizó en Pucará, parroquia Apuela, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, en los predios de los señores Martha Ávila y Wilson Villalba para proceder a la extracción de la semilla según lo que dicta las normas ISTA, 2016. Se realizaron dos experimentos, el primer experimento consta de un diseño irrestricto al azar trifactorial; envases (cristal traslucido y oscuro, funda traslucida y oscura), medios (natural y refrigeración) y tiempo (seis meses). La semilla de *Alnus nepalensis*, presentó un tamaño de 2,67 mm de largo y 2,03 mm, color amarillo-rojo en forma de arpa y con una textura lisa en su mayoría y otras con pequeñas líneas de factura. La pureza fue de 82,55 % promedio, el peso de 1000 semillas fue de 0,02 gramos su forma alada ayuda a la movilidad y dispersión de la semilla, con un 9,78% de contenido de humedad apropiado para la germinación y almacenamiento con una germinación inicial del 6%. El mejor tratamiento en poder y vigor germinativo fue la funda negra, en refrigeración, al primer mes de almacenamiento con 3,34% y 1,30% respectivamente, siendo valores bajos. En el segundo experimento constó de un diseño bifactorial; tratamientos y procedencias (semillas almacenadas) y hormonas (*Salix babylonica* y *Lens culinaris*), las hormonas naturales se aplicaron al momento de la siembra, a los cuatro mejores tratamientos. Así también, se evaluó durante los tres primeros meses el poder, vigor y energía germinativa. El resultado con la hormona de *Salix babylonica* en relación con el poder y vigor germinativo estadísticamente no

existe diferencias significativas, sin embargo, el extracto aplicado tuvo mejores resultados en los tratamientos. El extracto de las semillas de *Lens culinaris*, no es recomendable para la siembra ya que el resultado fue nulo en cuanto a poder, vigor y energía germinativa.

Palabras clave: Semillas, almacenamiento, hormonas, procedencias, factores, poder germinativo, vigor germinativo.

TITLE: EVALUATION OF DIFFERENT STORAGE METHODS AND PRE-GERMINATIVE TREATMENTS OF SEEDS OF *Alnus nepalensis* D. Don FROM THE ZONE OF INTAG.

Author: Jeymmy Andrea Puente Calapaqui

Director: Dr. Jorge Luis Cué García, PhD.

Year: 2022

ABSTRACT

To the northwest of Ecuador is Intag, in which, through a program in 1995, *Alnus nepalensis* D. Don was introduced. The inhabitants were dedicated to the production of the species and were gaining experience in the collection of fruits, extraction of seeds and production of seedlings, but storage was difficult for them. As it is a new species, the information is limited and scarce regarding the seed, which is why it was proposed to evaluate different storage methods and pre-germination treatments of *Alnus nepalensis* D. Don seeds. The collection of strobili from the candidate trees was carried out in Pucará, Apuela parish, Cotacachi canton, Imbabura province, on the property of Messrs. Martha Ávila and Wilson Villalba to proceed with the extraction of the seed according to what the regulations dictate. ISTA, 2016. The methodology consisted of carrying out two experiments, the first experiment consists of an unrestricted trifactorial random design; containers, media and time. The variables that were taken into account were germination power, germination vigor and germination energy. The seed of *Alnus nepalensis*, presented a size of 2.67 mm long and 2.03 mm, yellow-red in the shape of a harp and with a mostly smooth texture and others with small invoice lines. The purity was 82.55% average, the weight of 1000 seeds was 0.02 grams, its winged form helps the mobility and dispersion of the seed, with a 9.78% moisture content appropriate for germination and storage. with an initial germination of 6%. The best treatment in germination power and vigor was the black sleeve, in refrigeration, at the first month of storage with 3, 34% and 1.30% respectively, being low values. In the second experiment it consisted of a bifactorial design; treatments and provenances (stored seeds) and hormones (*Salix babylonica* and *Lens culinaris*), natural hormones were applied at the time of sowing, to the four best treatments. Likewise, the power, vigor and germination energy were evaluated during the first three months. The result with the *Salix babylonica* hormone in relation to germination power and vigor, statistically there is no significant difference, that is, all treatments have similar behavior.

The result of the natural hormone *Lens culinaris* is not recommended for sowing since the result was null in terms of power, vigor and germination energy.

Keywords: Seeds, storage, hormones, provenances, factors, germination power, germination vigor

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El avance del conocimiento sobre el almacenamiento y fisiología de semillas ha sido significativo, debido a las investigaciones llevadas a cabo durante los últimos años (Rao et. al, 2007). El sistema de semillas de un país se compone por una cadena de valor compleja, ya que intervienen diferentes factores para mantener la calidad fisiológica de la semilla.

Uno de los mejores métodos para conservar una especie es el almacenamiento de semillas, obteniendo material genético viable. Además, es una forma práctica y económica que están impulsando a nivel mundial a realizar bancos semilleros, ya que también es una alternativa para evitar la pérdida de especies. Dependiendo del tipo de semilla, pueden ser recalcitrantes, que tienen dificultad para el almacenamiento porque no toleran contenidos de humedad < 20-30%, cambios de temperatura, envases plásticos entre otros. A diferencia de las semillas ortodoxas, que son tolerantes a los contenidos de humedad altos y bajos, soportan temperaturas extremas y tienen la facilidad de almacenamiento (Trujillo , 2001).

En Ecuador la deforestación dio paso a los planes, programas y proyectos para la restauración, forestación y conservación. Así, en 1995 se estableció el programa SUBIR (Uso Sostenible de los Recursos Biológicos) en la zona de Intag, en el cual, se introdujo la especie de *Alnus nepalensis* cuyas semillas fueron importadas desde Nepal, la producción fue en el vivero y las plántulas se establecieron en sistemas agroforestales, bosques y linderos (Añazco, Vallejos, & Vizcaíno, 2018).

Alnus nepalensis presenta características que mejora la estructura del suelo, produciendo biomasa y sombra significativa. Su crecimiento es relativamente rápido, por lo que a los nueve años ya se encuentra listo para el aprovechamiento. La modalidad de venta corresponde a tablonos, lo que permite obtener alrededor de 240 dólares americanos por árbol (Añazco, Vallejos, & Vizcaíno, 2018).

Los agricultores de la zona de Intag por las características de la especie, a partir de la experiencia y conocimientos empíricos, han propagado la especie, de forma que la semilla de *Alnus nepalensis* pierde rápidamente viabilidad en condiciones inadecuadas, han optado por buscar alternativas para llevar a cabo el proceso de almacenamiento, no obstante, es limitado número de investigaciones e información existente en el país sobre la especie.

Existen diversos estudios sobre la conservación y almacenamiento de semillas en diferentes especies forestales, no ocurre lo mismo con *Alnus nepalensis*, debido a su reciente

introducción en el país, específicamente en la zona de Intag, donde hace poco se emprendió su estudio en este ámbito. En la investigación realizada por Sevilla (2020), cuyos árboles de *Alnus nepalensis* presentan un manejo silvicultural a una edad de 12 años y el comportamiento fisiológico de las semillas de *Alnus nepalensis*, depende de la longevidad y del manejo de la especie.

Si bien, Sevilla (2020) en su investigación llevó a cabo el almacenamiento de la semilla de *Alnus nepalensis* de la zona de Intag, ésta no fue sometida a tratamientos pre germinativos por lo que se desconoce los efectos que inciden en la semilla al ser aplicados bajo condiciones controladas. En el presente estudio se realizó para evaluar métodos de almacenamiento y tratamientos pregerminativos con la finalidad de obtener óptimos resultados y así contribuir de manera eficaz con información certera de carácter científico técnica, la cual será dirigida principalmente a las organizaciones y productores de *Alnus nepalensis* en la zona.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar diferentes métodos de almacenamiento y tratamientos pre germinativos de semillas de *Alnus nepalensis* D. Don.

1.1.2. Específicos:

- Determinar métodos efectivos de almacenamiento de semilla de *Alnus nepalensis*.
- Identificar óptimos tratamientos pre germinativos con hormonas en las semillas almacenadas de *Alnus nepalensis*.

1.2. Hipótesis

- Ho

Los métodos de almacenamiento y los tratamientos pre germinativos de las semillas de *Alnus nepalensis* no presentan diferencias significativas entre sí.

- Ha

Los métodos de almacenamiento y los tratamientos pre germinativos de las semillas de *Alnus nepalensis* presentan diferencias significativas entre sí.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación legal

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

Artículo 10; Capítulo primero: Principios de aplicación de los Derechos, menciona que:
La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que se reconozca en la constitución, tal como se detalla en los artículos 71,74 y 83.

Artículo 14; Capítulo segundo: Derechos del Buen Vivir; Sección segunda: Ambiente sano, establece que:

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Artículo 281; Capítulo tercero: Soberanía alimentaria; Numeral 6, cita lo siguiente:

Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.

2.1.2. Código Orgánico Ambiental

Artículo 31; Libro segundo: Del patrimonio natural; Título I: Conservación de la biodiversidad, trata lo siguiente:

La conservación de la biodiversidad se realizará *in situ* o *ex situ*, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional (Asamblea Nacional, 2017).

Artículo 132; Libro segundo: Del patrimonio natural; Título VI: Régimen Forestal Nacional, Capítulo 8: Otros instrumentos de Gestión y Control, señala que:

El establecimiento de bancos de germoplasma forestal, huertos semilleros, jardines botánicos y viveros forestales, así como la adquisición, importación, almacenamiento y

tratamiento de semillas forestales y cualquier otro tipo de material genético, están sujetos a los controles que determinen las autoridades competentes (Asamblea Nacional, 2017).

2.1.3. Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULAS)

Artículo 143; Título X De la Investigación y Capacitación Forestal, detalla lo siguiente:

El Ministerio del Ambiente o la dependencia correspondiente de éste, podrá importar y exportar semillas forestales y material vegetal con fines de investigación, intercambio, donación o venta (Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE], 2016).

2.1.4. Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2021 – 2025

La presente investigación se basa en objetivos, políticas y lineamientos estratégicos que se detallan a continuación:

Objetivo 11. Fomento de desarrollo sostenible aplicando medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Política y lineamiento estratégico: Se expresa en la promoción de buenas prácticas ambientales las mismas que aporten a la disminución de la contaminación, producción y consumo sostenible, la conservación, mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2021).

2.1.5. Ética

En el artículo 68 del Consejo de Educación Superior menciona que; “El fraude es toda acción que, inobservando el principio de transparencia académica, viola los derechos de autor o incumple las normas éticas establecidas por la IES o por el profesor, para los procesos de evaluación y/o de presentación de resultados de aprendizaje, investigación o sistematización. Configuran conductas de fraude o deshonestidad académica” (Consejo de Educación Superior [CES], 2017), entre otras, las siguientes:

Apropiación de ideas o de información de pares dentro de procesos de evaluación.

Uso de soportes de información para el desarrollo de procesos de evaluación que no han sido autorizados por el profesor.

Reproducción en lo substancial, a través de la copia literal, la paráfrasis o síntesis de creaciones intelectuales o artísticas, sin observar los derechos de autor.

Acuerdo para la suplantación de identidad o la realización de actividades en procesos de evaluación, incluyendo el trabajo de titulación.

Acceso no autorizado a reactivos y/o respuestas para evaluaciones.

La presente investigación se desarrolló cumpliendo con la fundamentación legal y de ética profesional que está establecido por el Consejo de Educación Superior.

2.1.6. Línea de investigación

El presente proyecto se basa en la línea de investigación de la carrera sobre el desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Especie forestal *Alnus nepalensis* D. Don.

a) Origen y ubicación

Duke (1983) citado por Castillo Cabrera (2012) detalla que, la especie *Alnus nepalensis* tiene sus orígenes en la parte sur oriental del continente asiático, como en las colinas de Birmania, el Himalaya, China subtropical e Indochina. Esta especie forestal inicialmente fue introducida a la India y Filipinas.

b) Descripción taxonómica

Familia: Betulaceae

Género: *Alnus*

Especie: *Alnus nepalensis* D. Don

Nombres comunes: birmano (maibau); chino; ingles (aliso de Nepal, Nepal aliso, aliso India, aliso); hindi (piak); nepalí (uttis, ITU); nombre comercial (aliso).



Figura 1. Muestra botánica de *Alnus nepalensis* D. Don.

Fuente: La autora

c) Descripción botánica

Alnus nepalensis es una especie forestal caducifolia o semidecidua, su tronco es muy recto que puede alcanzar los 30 metros de altura y con diámetros aproximados a los 60 centímetros. El color verde oscuro o gris de su corteza, así como la presencia de lenticelas y manchas pronunciadas de color amarillento, son característicos de la especie (Cevallos Rondón, 2017).

Las hojas son simples alternas elípticas, con dimensiones entre 6 y 20 centímetros de largo y entre 5 y 10 centímetros de ancho. El envés de la hoja es verde pálido y su haz es de color verde brillante (Orwa, Mutua, Kindt, & Jamnadass, 2009).

La inflorescencia de esta especie corresponde a un amento, se conforma de flores unisexuales (masculinas y femeninas) que pueden encontrarse en una sola rama o en diferentes ramas del árbol. Las inflorescencias masculinas son amarillas, presenta entre 10 y 25 centímetros de largo, colgando en forma de racimo al final de la rama. Mientras que, cuando la inflorescencia es femenina es mucho más corta, erecta y leñosa, que sobresalen sobre la ramificación lateral del árbol (Castillo Cabrera, 2012).

2.2.2. Fuentes semilleras

Las fuentes semilleras son grupos de árboles de la misma especie de los que se extrae las mejores semillas. Son seleccionados por poseer las mejores características fenotípicas esto

permite que realizar reforestaciones y en áreas con especies nativas e investigar y restaurar con mejor calidad genética además así se evita que se pierdan ciertas especies que están en peligro y garantiza el material genético de plantaciones (Calle, 2016).

2.2.3. Almacenamiento de semillas:

La Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (1991) el almacenamiento de semillas corresponde a la conservación de las mismas con características viables, que se definen desde el proceso de recolección hasta el momento de la siembra.

La finalidad del almacenamiento es conservar la potencialidad de germinación, vigor germinativo y mantener el mayor tiempo posible viable la semilla. (Doria, 2010) A demás, maximizar la longevidad de las semillas utilizando condiciones adecuadas de almacenamiento (Jiménez Sánchez & Patiño Uyaguari , 2019).

Caicheo (2008) señala que, la semilla en estado de madurez está conformada por: el embrión, la reserva alimenticia y la envoltura de protección (testa) que permite su almacenamiento. Los factores que influyen en la viabilidad de la semilla son:

- Tipo de semilla.
- Su proceso previo al almacenaje (recolección y secado).
- Las condiciones de almacenaje.

En el almacenamiento de semillas se toman en cuenta algunos elementos físicos importantes, tales como; humedad equilibrada, humedad relativa y temperatura de almacenamiento, los cuales incurren significativamente en el contenido de humedad total (Caicheo, 2008); (Cerovich & Miranda, 2004).

- Humedad equilibrada y relativa al aire

Medios de transferencia que existe ente las semillas y el aire del ambiente, los cuales permiten decidir sobre los métodos de almacenamiento. Las semillas tienen la propiedad higroscopia que hace absorbentes liberando la humedad, ya que dependen de las condiciones del medio en que estas se encuentran. Esto se estabiliza cuando las semillas se desempeñan sobre un medio constante durante un determinado periodo, lo que se llama humedad equilibrada (Cerovich & Miranda, 2004).

- Temperatura de almacenamiento

Cuando la temperatura aumenta y la humedad relativa permanece estable, el contenido de humedad de la semilla tiende a ser superior. Mientras que cuando la temperatura del aire tiende a calentarse, la humedad equilibrada disminuye significativamente (Cerovich & Miranda, 2004).

2.2.4. Tipos de semillas

En la actualidad se distinguen dos tipos principales de semillas (FAO, 1991); (Roberts 1973):

- **Ortodoxas**

Semillas cuyo secado se realiza hasta contenido de humedad relativamente bajo correspondiente al 5 % (peso húmedo), y su almacenamiento se lleva a cabo bajo temperaturas inferiores a 0 °C durante un extenso período de tiempo.

- **Recalcitrantes**

Semillas de sobrevivencia baja, esto depende del contenido de humedad alto al que deben estar sometidas entre 20 y 50 % (peso en húmedo) además, su tolerancia a la permanencia por un largo tiempo es mínima.

Esta clasificación puede variar, en algunos casos se subdividen, en semillas ortodoxas (con cubierta y sin cubierta); y para semillas recalcitrantes (tolerantes a bajas temperaturas y no tolerantes a temperaturas menores a 10 °C).

La diferencia entre estas clases de semillas es muy marcada; por el período de tiempo que permanecen viables en ciertas condiciones ambientales o inducidas. El método de secado puede incidir significativamente en las semillas, pudiendo parecerse entre ortodoxas y recalcitrantes (FAO, 1991).

2.2.5. Selección de semillas:

Se conocen diversos métodos para seleccionar y separar las semillas que manifiestan tener las mejores características físicas para almacenar.

a) Flotación

Es una técnica con buen resultado en semillas grandes y con altos contenidos de humedad. El método se fundamenta en el hecho de que flotan solo aquellas vacías, vanas y/o muy pequeñas que tienen un peso inferior al de las semillas viables. Las semillas ortodoxas se rehidratan después de la flotación, lo cual no ocurre con los recalcitrantes El proceso presenta

ventajas por la selección de las semillas viables por la remoción de material vano, semillas enfermas y perforadas por insectos.

b) Ventiladores

Son frecuentemente utilizados para la limpieza y separación de impurezas. Su potencia y distancia depende de las características de las semillas y cantidad y peso de materia inorgánica que hay que remover. Son implementos prácticos, económicos y fáciles de adquirir. El sistema funciona eficientemente cuando el peso de las semillas y la impureza son significativamente diferentes.

2.2.6. Germinación y viabilidad

La germinación es una etapa importante, ya que es considerado como un reinicio del crecimiento del embrión, detenido durante la etapa de maduración. Comprende tres fases: la elongación, inhibición de agua y división celular; sucede la diferenciación de formas de células y tejidos (Mantilla , 2008).

Los factores que influyen en la germinación son la luz, el agua, el aire y la temperatura ya que son esenciales para llevar a cabo estos procesos (Biswas, Rashid, Khatun, Yasmen, & Biswas, 2019).

2.2.7. Contenido de humedad

Para la determinación de la longevidad y viabilidad de la semilla es importante identificar la humedad ya que es un factor crítico, además se debe conocer el tipo de semilla para establecer el tipo de almacenamiento y la germinación. Las semillas ortodoxas son consideradas de larga vida ya que pueden secarse hasta en un 5% de contenido de humedad sin sufrir daños y resisten a la congelación. La longevidad aumenta a medida que el contenido de humedad y la temperatura disminuye (Queya, 2015).

Existen diferentes aspectos que influyen en el almacenamiento de semillas forestales como los envases y el medio. Así también, existen especies que requieren altos contenidos de humedad como son árboles con semillas recalcitrantes que necesitan de un 20% en adelante y otros que toleran contenidos de humedad de un 5 a 10% como son las semillas ortodoxas (Ceballos & López , 2016).

2.2.8. Pureza de la semilla

La pureza de la semilla puede ser de cualquier especie siempre que se conserve en buenas condiciones, es decir, madura, tamaño normal, que no presente daños y que no contenga fragmentos de hojas, tallos entre otros.

Los materiales inertes que se encuentran en la semilla suma al peso total de la muestra. Por lo tanto, para el cálculo se divide en semilla con impurezas, semillas extrañas y material inerte (Lallana, 2011).

Las semillas puras se consideran a las que dominan la muestra, están intactas, maduras, germinadas, tamaño normal, enfermas, esto incluye todas las variedades botánicas de la especie que se analiza. En otras semillas o semillas extrañas se separa del cultivo cuando se identifique la semilla de la especie con certeza absoluta y en el material inerte se separa piedras, tierra, fragmentos de ramas semillas de especies diferentes, semillas inertes o con hongos (Pinedo , 2011).

2.2.9. Métodos pre germinativos

Para la germinación de semillas en especies forestales que no tienen un alto poder germinativo, por lo general especies nativas; se ha aplicado los tratamientos según la semilla para estimular la germinación y su propagación.

Entre los tratamientos pre germinativos que se aplica en semillas de especies forestales de tamaño pequeño están; la inhibición de agua a temperatura ambiente durante 24 horas, la aplicación de hormonas y estimulantes químicos que pueden ser a base de nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA3), citokininas o cualquier otro ácido a concentraciones según las especies (De Luca, 2010).

Los tratamientos pre germinativos utilizados en semillas de *Alnus acuminata*, son las hormonas químicas que se realizaron la imbibición en solución de Lorsban 1g/L y Vitavax 1,5 por 12 horas lo que dio como resultado del 30 al 70% de germinación (Tierra forestal S.A.S., 2010).

En la investigación que se realizó con semillas de *Alnus acuminata*, se aplicó como tratamiento pre germinativo la estratificación, a temperaturas bajas antes de proceder con la siembra (CONAFOR, 2012).

2.2.9.1. Fitohormonas naturales

Las auxinas son hormonas vegetales que se aplican en el ámbito de la agricultura, biofábricas, cultivos in vitro con material vegetal entre otras, ya que éstas intervienen en diferentes procesos del crecimiento, activando células del cambium y formar hojas, raíces y frutos (Cardona, Hermes, & Hernández, 2010).

Existen diferentes tipos de auxinas entre las cuales están el ácido indolacético, el ácido 4-cloro-indolacético, el ácido indol propiónico y ácido fenilacético (Jordán & Casaretto, 2006).

a) Extractos vegetales

Durante seis décadas los químicos han sido una estrategia para combatir enfermedades y fertilizar plantas, semillas, suelo. Sin embargo, el uso durante años ha ocasionado una degradación del suelo, alteraciones en las plantas, contaminación ambiental, nuevas enfermedades, residuos en los alimentos de consumo humano por lo que varios de los mismos han sido restringidos. El aumento del uso de estos ha incrementado el costo de los químicos, por lo que se ha buscado una alternativa orgánica, económica, efectiva y amigable con el ambiente. Varios estudios han demostrado que los productos orgánicos antifúngicos, antibacteriales, nematocidas e insectocidas son extractos de plantas que se han utilizado antes del uso de los químicos (Quintana, 2009).

2.2.9.2. *Salix babylonica* (Sauce)

Salix babylonica es una especie arbórea perteneciente a la familia Salicaceae, tiene hojas alternas, lanceoladas. Flores color amarillo pálido; tronco monopódico, copa espesa. Ver tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de Salix babylonica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malpighiales
Familia:	Salicaceae
Género:	Salix
Especie:	<i>Salix babylonica</i>

Dentro de su desarrollo las plantas requieren de reguladores hormonales para realizar todas las actividades y funciones metabólicas. Las fitohormonas de acuerdo a su estructura química cumplen diferentes interacciones y funciones. Las fitohormonas principales reguladoras de crecimiento son las auxinas, giberelinas, citoquininas entre otras.

Los reguladores de crecimiento son los compuestos fenólicos que contiene altas concentraciones de ácido indolacético que es la hormona que estimula el crecimiento de raíces en las plantas, cierre de estomas, germinación de semillas, producción de frutos y glucólisis también contiene en concentraciones pequeñas ácido salicílico que interviene para combatir enfermedades desencadenando defensas en las mismas de forma volátil evitando que los patógenos ataquen (Palma, 2019).

a) Mecanismo de extracción de la hormona

La extracción del ácido indolacético se encuentra en mayores cantidades en las hojas, yemas recién brotadas y tallo. Se obtiene hirviendo las hojas o tallos haciendo la relación de 1:1, es decir, un vaso de hojas o tallos y uno de agua. Se procede a hervir de veinte a treinta minutos y se coloca en la especie con un roseador cuando el extracto ya estece frio (Ruíz, 2014).

La concentración de las auxinas en el extracto del *Salix chiliensis*, en el proceso de deshidratación es de 0,0342% (Medina, 2016).

2.2.9.3. *Lens culinaris* (lenteja)

Las lentejas son originarias del Medio Oriente, en donde en la actualidad aún se encuentran en estado silvestre. En Israel fueron encontrados los primeros cultivos hace 7000 a 9000 años (Córdoba, 2019).

Tabla 2.

*Clasificación taxonómica de *Lens culinarys**

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	<i>Lens</i>
Especie:	<i>Lens culinaris</i>

a) Composición química de la semilla de *Lens culinaris*

Las composiciones de lenteja en el mercado internacional presentan valores medios en la ficha con niveles de fibra del 9% relativamente bajos, altas concentraciones de almidón del 40% y proteína del 25%. Además, presenta oligosacáridos de un 4-5% y contenido de grasa <2% (Yumbopatin Tisalema, 2017).

Los aminoácidos esenciales de la proteína presentan una concentración de lisina de 7,1%, los niveles deficitarios de metionina son del 0,9% y totales de azufrados es del 1,8%. La digestibilidad es elevada e inferior es la harina de soja y la proporción de la proteína soluble y degradable es del 80-90% (Yumbopatin Tisalema, 2017).

La lenteja contiene un alto contenido de minerales como hierro (90 mg/kg) y cinc (30 mg/kg) pero un déficit de calcio, sodio, cloro y magnesio. El Fósforo se encuentra en el ácido fítico y fitatos como en las leguminosas (Yumbopatin Tisalema, 2017).

b) Composición química de la semilla germinada de *Lens culinaris*

Al germinar semillas de leguminosas se convierten en una fuente de nutrientes que se asimilan con facilidad ya que se liberan mejorando el valor nutricional, ver tabla 3:

Tabla 3.

Composición germinativa de lens culinaris.

Nutrientes	Cantidad
Energía	306
Proteínas	23
Grasa Total (g)	0,96
Colesterol (mg)	-
Glúcidos	54,8
Fibra (g)	11,2
Calcio (mg)	126
Hierro (mg)	6,2
Yodo (µg)	1,6
Vitamina A (mg)	10
Vitamina C (mg)	3,4
Vitamina D (µg)	0
Vitamina E (mg)	0,33
Vitamina B12 (µg)	0

Folato (μg) 34,2

Fuente: (Yumbopatin Tisalema, 2017)

En *Lens culinaris* las fitohormonas se encuentran en concentraciones bajas. Así, las auxinas son las que ayudan a la estimulación de multiplicar el ADN y las citoquininas son las encargadas del ciclo celular e inicia los eventos de la mitosis (Yumbopatin Tisalema, 2017).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio

La semilla de *Alnus nepalensis* D. Don fue recolectado en la comunidad de Pucará, perteneciente a la parroquia de Apuela de la zona media de Intag, cantón Cotacachi, ubicada a 63 Km al noroeste de la cabecera cantonal, provincia de Imbabura.

La fase de laboratorio se realizó en la Universidad Técnica del Norte, en los laboratorios de biotecnología.

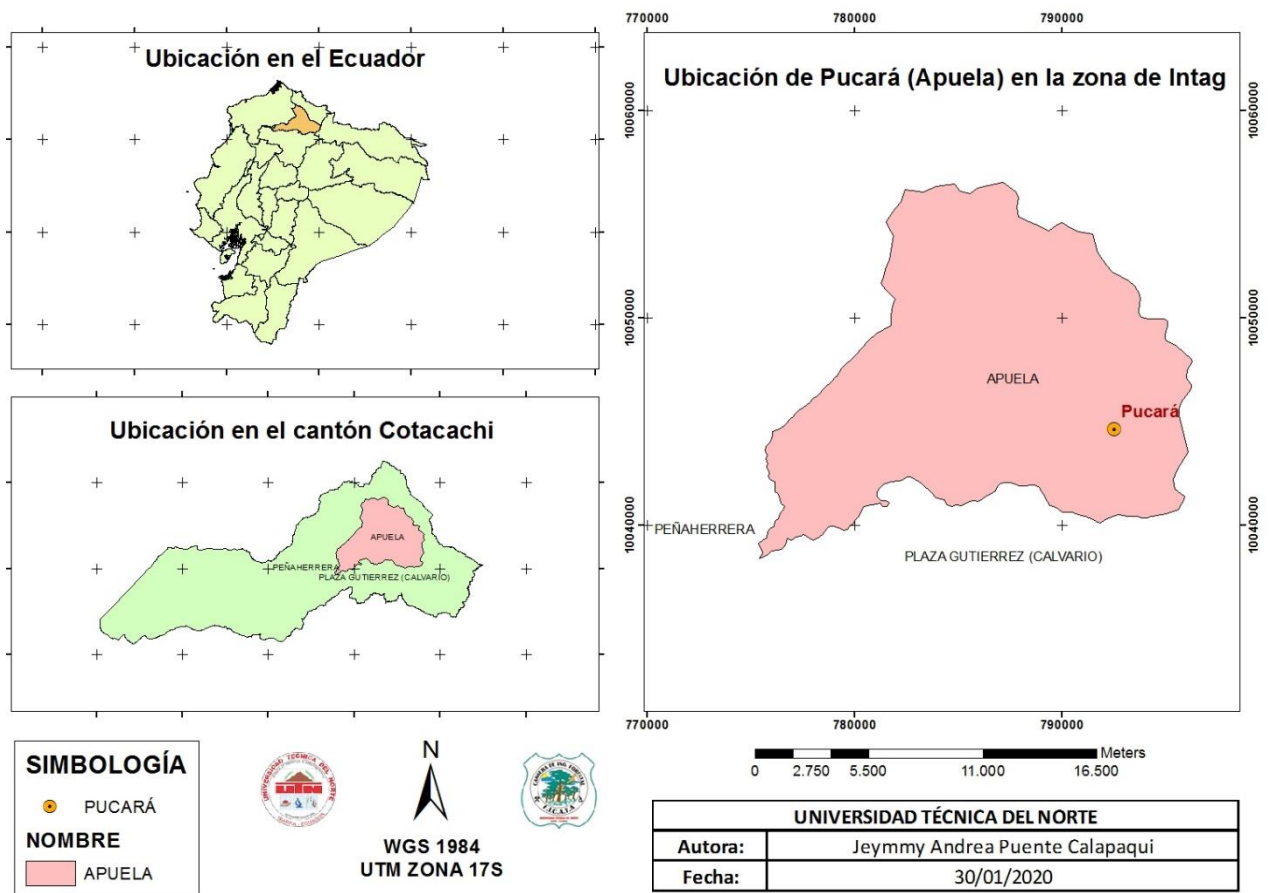


Figura 2. Mapa de ubicación.
Fuente: La Autora

3.1.1 Geográfica

En el sitio de recolecta de la semilla para el almacenamiento en la investigación se encuentra a 79°20'48,334" de longitud W, 0°22'55,79" de latitud N, entre los rangos altitudinales de 2000m.s.n.m.

Las instalaciones de los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte están ubicadas en las calles Juan Montalvo y Cristóbal Colón.

3.1.2 Límites

Los límites de la comunidad de Pucará en la parroquia de Apuela son: al Norte con la comunidad de Cuellaje e Imantag, al Este con Santa Rosa, el Oeste con Apuela y al Sur con Plaza Gutiérrez y. (Red Ecoturística de Intag [REI], 2012). Los frutos fueron recolectados en los predios de los Martha Ávila y Wilson Villalba.

Los laboratorios de Biotecnología limitan, al Norte con Eugenio Espejo, al Este con la Av. 17 de Julio, al Oeste con la calle Juan Montalvo y al Sur con la calle Juan de Velasco (GAD Cantonal de Ibarra, 2015).

3.2.Datos climáticos

La temperatura de Pucará alcanza valores máximos de 24°C y mínimo de 20°C. De acuerdo con los datos de las estaciones más cercanas al sitio, la altitud va de 1800 a 1850 msnm.

Pucará encuentra en la región sub tropical y según la clasificación climática de Pierre Pourrut (1995), el clima es ecuatorial, tropical, mesotérmico, semi húmedo; mientras que su ecosistema corresponde a un bosque húmedo pre montano (Cevallos, 2015).

En Ibarra, la temperatura promedio es de 14,5° C, la precipitación media anual es de 958,33 mm, siendo los meses de mayor precipitación de noviembre a febrero y los más secos de marzo a octubre (Climate-Data.Org, 2010).

3.3. Materiales, equipos e insumos

3.3.1. Equipos e instrumentos

- Podadora aérea
- Libreta de campo
- Equipo informático
- Cámara fotográfica
- Refrigerador
- Balanzas de precisión
- GPS
- Estufa
- Computador
- Software (ArcGis 10.5, Excel 2010, Infostat 2008 y bibliotecas virtuales)

3.3.2. Insumos y materiales vegetales

- Cajas Petri
- Papel filtro
- Fundas para la recolección de las semillas
- Semillas de *Alnus nepalensis* D. Don.
- Envases y fundas para conservación
- Rociador de agua
- Pinzas de disección
- Vidrios de reloj
- Bandejas de plástico
- Guantes de procesamiento
- Lupa
- Extracto de hojas y tallos *Salix babylonica*
- Extracto de semillas de *Lens culinaris*

3.4. Metodología:

3.4.1. Fase de campo

a) Selección del árbol candidato

Para la recolección de las semillas y la selección del árbol candidato, se tomó como referencia los parámetros establecidos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2016).

Las características fenotípicas que señala el MAGAP, son:

- Las especies forestales deben ser dominantes en casos justificables pueden ser codominantes.
- El diámetro a la altura del pecho (DAP debe ser tomado a 1,30 m) y debe ser superior a la del lote o rodal.
- El fuste debe presentar las siguientes condiciones: recto, cilíndrico y no presentar bifurcaciones.
- El estado fitosanitario debe estar en buen estado y ser vigoroso.
- La copa debe ser uniforme y balanceada
- Las ramas deben demostrar una inserción cercana a 90°

b) Población y muestra

La muestra se obtuvo de un universo de 30 individuos, se utilizó la variable diámetro a la altura del pecho (DAP) estimadores estadísticos, límites de confianza, varianza y error estándar.

Los datos principales se obtuvieron del censo de la investigación del Ing. William Matango. Además, determinó el tamaño de la muestra de los árboles en el estudio, utilizó el límite de confianza al 10% de probabilidad estadística como el error experimental y para el valor de t de Student fue del 20% de probabilidad estadística (Matango, 2019).

c) Recolección de frutos

- La recolección de frutos se realizó en la parte media de la copa de 15 individuos, se utilizó la podadora aérea y el equipo de trepa (espuelas) para subir al árbol (Ministerio del Ambiente [MAE], 2010).
- Se utilizó fundas de cáñamo para el transporte de frutos para evitar la proliferación de hongos, ya que las bolsas permiten la aireación.

d) Extracción de la semilla

- a)** Los frutos se colocaron en periódico en un sitio de baja humedad, corra aire y tenga sombra.
- b)** La separación de la semilla se realizó una vez que los estróbilos se encontraban abiertos.
- c)** La semilla se almacenó en fundas herméticas hasta que se estableciera el ensayo.

3.4.2. Fase de laboratorio

• ***Conservación de la semilla***

Las Normas para el Banco de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (ISTA), utilizó para la conservación de semillas procedimientos ya establecidos que certifica la conservación el material genético (FAO, 2014), de acuerdo a lo siguiente:

- Las semillas deben contar con la documentación técnica pertinente y adquirida legalmente.
- La recolección de la semilla se debe realizar en época de maduración antes que los estróbilos se abran y las semillas se dispersen de manera natural, así se evitará la contaminación genética garantizando la calidad.
- El traslado de la semilla es importante ya que tiene que ser en un rango establecido de 3 a 5 días esto garantiza la calidad de la semilla, así mismo, no debe estar expuesta a temperaturas altas o intensa radiación.
- Se debe adjuntar a la muestra de semilla los datos que se asocien a la misma.
- Las recolecciones de los frutos deben ser de 30 a 60 árboles en promedio ya que eso determina la reproducción y variación genética.

• ***Almacenamiento***

Según la FAO en el 2014, las Normas para el banco de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (ITSA) establece para el almacenamiento los siguientes procedimientos:

- Para el secado de semillas se tiene en un ambiente controlado y otro natural que puede llegar a tener un punto de equilibrio de 5 a 20°C y la humedad relativa puede variar de 10 a 25% dependiendo de la especie.

- Luego, las semillas se colocarán en diferentes recipientes herméticamente sellados para tener un correcto almacenamiento a largo plazo.
- Se debe almacenar a largo plazo a temperaturas de -18 y +3°C, las muestras originales y las que se duplican en una humedad relativa de 15 a +- 3%.
- Para el almacenamiento en refrigeración la temperatura será de 5 a 10°C y una humedad relativa de 15 a +-3%.

3.4.2.1. Metodología para determinar la morfometría, Almacenamiento y calidad de semilla.

A) Calidad de semilla

- ***Pureza***

La determinación de la pureza de la semilla se realizó utilizando tres muestras de 1 gramo, se pesa cada muestra con tres decimales en la balanza electrónica para mayor exactitud. Luego, se separa las semillas puras de las impurezas y de otras semillas para lo que se utilizó la siguiente fórmula:

Ec.1

$$P = \frac{Psi}{Pci} \times 100$$

Fuente: (Quiroz I., 2009)

Donde:

P = Pureza (%)

Psi = Peso de semilla sin impurezas (g)

Pci = Peso de semillas con impurezas (g)

- ***Contenido de humedad***

Según la norma ASEBE 352,2 para el contenido de humedad de las semillas señala que se debe realizar muestras de 1 gramo de cada tratamiento, se procedió a pesar antes y después de colocar en la bandeja de secado en la estufa a 103°C ± 2°C durante 72 horas, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

Ec. 2

$$H_f = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Fuente: (ASABE, 2006)

Donde:

H_f = humedad final (%)

W_i = peso inicial (g)

W_f = peso final (g)

- **Peso de la semilla**

Para el determinar el peso de 1000 semillas se calculó de la siguiente manera:

Las semillas se replicaron en ocho partes, cada muestra tuvo cien semillas. Para determinar el ensayo, se aplicó la fórmula para lo cual, se sacó la media y se multiplicó por diez. Ver ecuación 2.

Ec. 3

$$\text{peso de 1000 semillas} = \bar{x} \times 10 = Xg$$

Fuente:(ASABE, 2006)

Tabla 4.

Matriz del peso de 1000 semillas

Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8
N°								
Peso (g)	x	x	X	X	X	X	x	x

- **Poder germinativo Inicial**

Una vez realizada la extracción de la semilla, se tomaron 100 semillas del ensayo de pureza y se colocó en una caja Petri, para evaluar previamente el poder germinativo inicial antes de aplicar los tratamientos (ISTA, 2016).

B) Morfometría de la semilla

- **Tamaño**

Para la determinación del tamaño de la semilla se escogió 15 semillas al azar aplicando la metodología que establece (Gunn, 1984). Con la ayuda del papel milimétrico se midió

ancho ($l \times a$) y largo expresado en milímetros. Para el largo se tomó el hilar extremo hasta el calazal y para el ancho se tomó de la parte media y mas ancha. Posterior se aplica la siguiente formula:

Ec. 4

$$T=l \times a$$

Fuente: (Gunn, 1984)

Donde:

l: largo de la semilla (extremo superior hasta el extremo inferior).

a: ancho de la semilla (la proporción media más ancha de la semilla).

✚ Forma

Para la definición de la forma de la semilla, según Murley (1951), citado por (Bravato, 1974) y (Gunn, 1984) estas pueden ser: amorfa, elípticas, ovaladas, oblongas, rómbicas, redondeadas u orbiculares, caras convexas o planas, forma de arpa, ver figura 3.

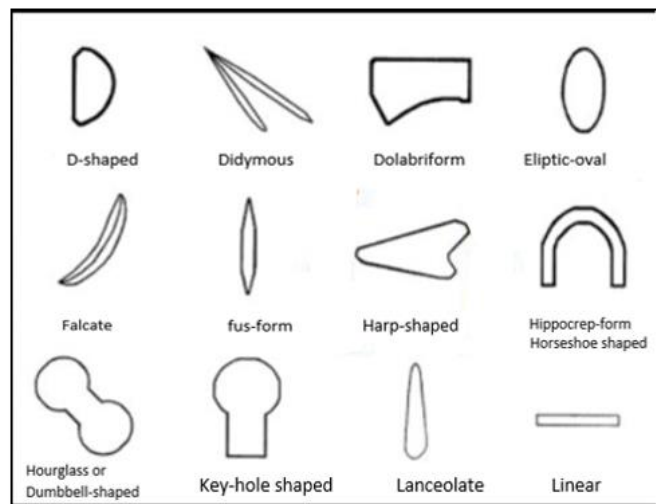


Figura 3. Forma de la semilla
Fuente: (Murley,1951)

✚ Color

El color se realizó mediante contrastación con la Tabla de Munsell que empleó (Gunn, 1984). La gama de colores de Munsell contrasta la semilla, que fue empleada el uso de quince semillas para la creación de esta gama.

✚ Textura

De acuerdo, a lo mencionado por (Bravato, 1974), la forma de las semillas puede ser: lisa, rugosa, porosa o con líneas de fractura. Esto se aplicó con quince semillas tomadas al azar con el uso del tacto y la vista.

C) Almacenamiento de semilla

✓ Poder germinativo

Para el cálculo del poder germinativo, de cada tratamiento se tomó submuestras de 100 semillas al azar y se procedió a sembrar en las cajas Petri. Se colocó en el laboratorio a una temperatura de $\pm 20^{\circ}\text{C}$ con un riego diario. Bajo supervisión diaria se procedió a la toma de datos según las normas ISTA (ISTA, 2016).

El cálculo del poder de germinativo se realizó mediante la siguiente fórmula:

Ec. 5

$$Pg = \frac{Tsg}{Tsc} * 100$$

Fuente: (ISTA, 2016).

Donde:

Pg: Poder germinativo (%)

Tsg: Total de semillas germinadas (unidad)

Tsc: Total de semillas colocadas (unidad)

✓ Vigor germinativo

Para la evaluar el vigor de germinación es el tiempo que requiere alcanzar la tasa de germinación máxima diaria que presenta la semilla desde la evaluación (Bonner, 1990). La semilla geminada se consideró cuando la radícula alcanza el largo de la semilla (menor de 5mm).

El cálculo de vigor germinativo se realizó mediante la siguiente fórmula:

Ec. 6

$$VG = VM * GDM$$

Fuente: (ISTA, 2016)

Donde:

VM = valor máximo o pico que se presenta entre los valores producto de la división del porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se tardó en obtenerse

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

✓ **Energía germinativa**

La energía germinativa es una medida de la velocidad de la germinación, y por ello se supone que también lo es del vigor de la semilla. El interés por la energía germinativa se basa en la teoría que probablemente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor. Las condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen en el terreno, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (Aldhous,1972).

Ec. 7

$$EG = \left(\frac{\sum Ni}{N} \right) \times 100$$

Fuente: (Aldhous,1972).

Donde:

Ni : Número de semillas germinadas cada día hasta alcanzar el 50%

N : Total de semillas a germinar

✓ **Análisis estadístico**

Se determinó la normalidad y la homogeneidad (supuestos paramétricos) del poder y vigor germinativo. En el caso de cumplirse se realiza el análisis de varianza (ADEVA) y la posterior prueba de Tukey para las variables cuantitativas, caso contrario se realiza una prueba de Kruskal Wallis para las variables cualitativas.

3.4.3. Diseño experimental

3.4.4.1. Factores de estudio.

Se empleó un diseño irrestricto al azar con tres factores:

- a) **Factor A:** Tipos de envases: cristal traslucido y transparentes, funda oscuras y transparentes.
- b) **Factor B:** Medio de almacenamiento: 6 – 8°C y natural.
- c) **Factor C:** Tiempo de almacenamiento con seis niveles: uno, dos, tres, cuatro, cinco y seis meses.

3.4.5.1. *Tratamientos.*

Se evaluaron 48 tratamientos dados por la interacción de los factores: envases, medio y tiempo. En la tabla 5. Se describe la codificación de los tratamientos.

Tabla 5.

Descripción de los tratamientos empleados.

Tratamientos	Factor A	Factor B	Factor C	Código
T1	Cristal traslucido	Refrigeración	1 mes	CTRT1
T2	Cristal ámbar	Refrigeración	1 mes	CCRT1
T3	Funda traslucida	Refrigeración	1 mes	FTRT1
T4	Funda negra	Refrigeración	1 mes	FCRT1
T5	Cristal traslucido	Natural	1 mes	CRNT1
T6	Cristal ámbar	Natural	1 mes	CCNT1
T7	Funda traslucida	Natural	1 mes	FTNT1
T8	Funda negra	Natural	1 mes	FCNT1
T9	Cristal traslucido	Refrigeración	2 meses	CTRT2
T10	Cristal ámbar	Refrigeración	2 meses	CCRT2
T11	Funda traslucida	Refrigeración	2 meses	FTRT2
T12	Funda negra	Refrigeración	2 meses	FCRT2
T13	Cristal traslucido	Natural	2 meses	CRNT2
T14	Cristal ámbar	Natural	2 meses	CCNT2
T15	Funda traslucida	Natural	2 meses	FTNT2
T16	Funda negra	Natural	2 meses	FCNT2
T17	Cristal traslucido	Refrigeración	3 meses	CTRT3
T18	Cristal ámbar	Refrigeración	3 meses	CCRT3
T19	Funda traslucida	Refrigeración	3 meses	FTRT3
T20	Funda negra	Refrigeración	3 meses	FCRT3
T21	Cristal traslucido	Natural	3 meses	CRNT3

Continuación

Continúa

T22	Cristal ámbar	Natural	3 meses	CCNT3
T23	Funda traslucida	Natural	3 meses	FTNT3
T24	Funda negra	Natural	3 meses	FCNT3
T25	Cristal traslucido	Refrigeración	4 meses	CTR4
T26	Cristal ámbar	Refrigeración	4 meses	CCRT4
T27	Funda traslucida	Refrigeración	4 meses	FTR4
T28	Funda negra	Refrigeración	4 meses	FCRT4
T29	Cristal traslucido	Natural	4 meses	CRNT4
T30	Cristal ámbar	Natural	4 meses	CCNT4
T31	Funda traslucida	Natural	4 meses	FTNT4
T32	Funda negra	Natural	4 meses	FCNT4
T33	Cristal traslucido	Refrigeración	5 meses	CTR5
T34	Cristal ámbar	Refrigeración	5 meses	CCRT5
T35	Funda traslucida	Refrigeración	5 meses	FTR5
T36	Funda negra	Refrigeración	5 meses	FCRT5
T37	Cristal traslucido	Natural	5 meses	CRNT5
T38	Cristal ámbar	Natural	5 meses	CCNT5
T39	Funda traslucida	Natural	5 meses	FTNT5
T40	Funda negra	Natural	5 meses	FCNT5
T41	Cristal traslucido	Refrigeración	6 meses	CTR6
T42	Cristal ámbar	Refrigeración	6 meses	CCRT6
T43	Funda traslucida	Refrigeración	6 meses	FTR6
T44	Funda negra	Refrigeración	6 meses	FCRT6
T45	Cristal traslucido	Natural	6 meses	CRNT6
T46	Cristal ámbar	Natural	6 meses	CCNT6
T47	Funda traslucida	Natural	6 meses	FTNT6
T48	Funda negra	Natural	6 meses	FCNT6

Elaborado por: La autora

CTR: Cristal traslucido, refrigeración; **CCR:** Cristal oscuro, refrigeración; **FTR:** Funda traslucida, refrigeración; **FCR:** Funda oscura, refrigeración; **CTN:** Cristal traslucido, natural; **CCN:** Cristal oscuro, natural; **FTN:** Funda traslucida, natural; **FCN:** Funda oscura, natural y **T:** Tiempo en meses.

3.4.2.2. Metodología para determinar tratamientos pre germinativos con hormonas.

Se realizó un post diseño irrestricto al azar bifactorial, donde se indicaron los siguientes factores de estudio (tratamientos y hormonas):

a) Factores de estudio

Factor A: Tratamientos pre germinativos y semillas almacenadas al primer mes.

Factor B: hormonas naturales de *Salix babylonica* y *Lens culinaris*

b) Tratamientos

Se evaluaron los 4 mejores tratamientos dados por la interacción de los factores: tratamientos y hormonas, durante un tiempo estimado de tres meses y utilizando la corrida estadística.

En la tabla 6, se visualiza la interacción entre los factores A y B, obteniendo 32 unidades experimentales. Después de almacenar la semilla durante un mes, en el medio natural y refrigeración, se evaluó el comportamiento de la semilla en la fase de germinación.

Tabla 6.

Descripción del Factor A (Tratamientos), Factor B (Hormonas)

N°	Tratamiento		Tiempo	Hormona	Código
	Envase	Medio			
1	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCNT1S1
2	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCNT1S2
3	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCNT1S3
4	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCNT1S4
5	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FTNT1S5
6	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FTNT1S6
7	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FTNT1S7
8	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FTNT1S8
9	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	CCNT1S9
10	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	CCNT1S10
11	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	CCNT1S11
12	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	CCNT1S12
13	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCRT1S13
14	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCRT1S14
15	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCRT1S15
16	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Salix babylonica</i>	FCRT1S16
17	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCNT1L17
18	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCNT1L18
19	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCNT1L19
20	Funda oscura	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCNT1L20
21	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FTNT1L21
22	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FTNT1L22
23	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FTNT1L23

Continuación

Continúa

24	Funda traslúcida	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FTNT1L24
25	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	CCNT1L25
26	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	CCNT1L26
27	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	CCNT1L27
28	Cristal oscuro	Natural	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	CCNT1L28
29	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCRT1L29
30	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCRT1L30
31	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCRT1L31
32	Funda oscura	Refrigeración	1 mes	<i>Lens culinaris</i>	FCRT1L32

Elaborado por: La autora.

FCN: Funda oscura, natural; **FTNS:** Funda traslúcida, natural; **CCN:** Cristal traslúcido, natural; **FCR:** Funda oscura, Refrigeración; **T:** Tiempo; **S:** *Salix babylonica*; **L:** *Lens culinaris*.

- **Aplicación de hormonas**

Para extraer la hormona de *Salix babylonica* (sauce llorón), se utilizó las hojas y tallos de la especie. En el agua hervida se colocó durante 30 minutos las hojas con las ramas posterior se coló, luego se esperó dos horas a que enfríe para proceder a colocar el extracto en las semillas de *Alnus nepalensis*.

Para la preparación del extracto de la hormona de *Lens culinaris* (lenteja) se procedió a colocar un vaso de semillas de lenteja y cuatro vasos de agua durante ocho horas. Luego se sacó el excedente de agua y se dejó reposar durante ocho horas más en remojo las semillas. Posterior se repite el proceso durante cuarenta y ocho horas para obtener raíz en la lenteja. Se procedió a licuar y a colar con el agua que se extrajo la primera vez para colocar en la siembra de las semillas.

En la siembra se colocó, el papel absorbente, 2ml de la hormona de *Salix babylonica* en cada caja petri y las semillas de cada tratamiento. Se mantuvo la humedad colocando de 2 a 3 ml en cada caja petri cada dos días durante el mes del experimento. Esto se realizó con las dos hormonas y se evaluó todos los días.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad de semilla de *Alnus nepalensis* D. Don, después de la colecta.

4.1.1. Pureza

El rango de pureza va entre 73,68 y 92,16 %, con un promedio de 82,55% como se observa en la figura 4.

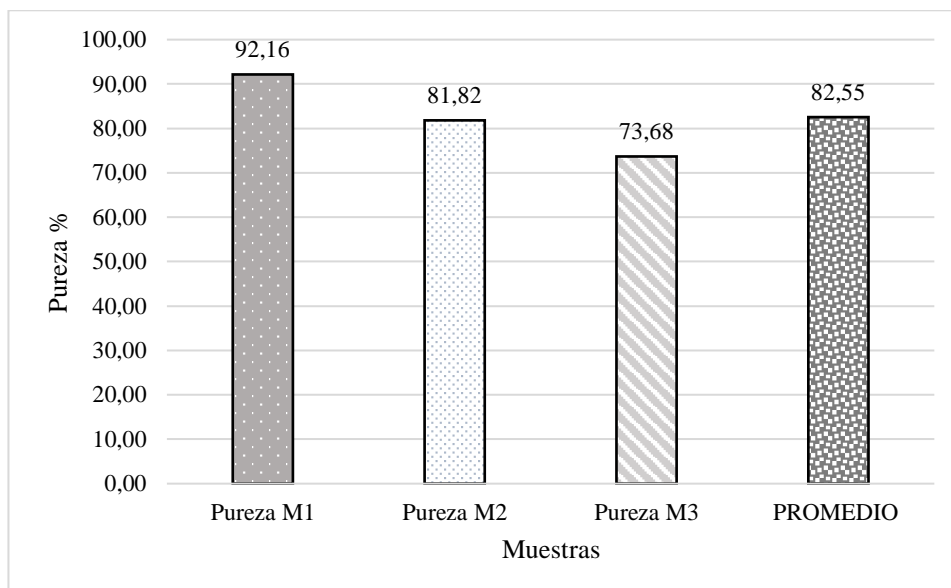


Figura 4. Pureza de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don

Fuente: La autora

Sevilla (2020), menciona que la pureza de la semilla de *Alnus nepalensis* presenta un rango de 93,74 a 97,91%, con un promedio de 96,08%. Calle (2016), señala que el porcentaje más alto alcanzado en pureza en la semilla de *Alnus acuminata* entre todos los individuos analizados fue de 69,25% y en menor porcentaje 52,14%. Así, también Harrington, Leslie, & Dean (2010), indica que ha alcanzado una pureza de hasta el 90% con *Alnus ruba* mediante abanico y cribado. La semilla de *Alnus nepalensis*, presenta un valor intermedio dado que se tuvo un correcto manejo de la semilla, sin embargo, a diferencia de Sevilla (2020), el porcentaje bajó por la falta de utilización de varios tamices al momento de separar las impurezas y material inerte. Al igual que Harrington, Leslie, & Dean (2010), al utilizar un abanico y cribado para obtener un porcentaje alto, no obstante, se observa que el valor es superior al 80% por lo que se puede afirmar que el porcentaje de pureza de la semilla es relativamente bueno además, Harrington, Leslie, & Dean (2010), mencionan que la calidad

de la semilla puede ser baja porque el peso ligero de las semillas de aliso hace difícil separar y quitar las semillas vacías.

4.1.2. Contenido de humedad

El contenido de humedad inicial del es de 8,78% a 8,94% con un promedio de 8,88% como se puede observar en la figura 5.

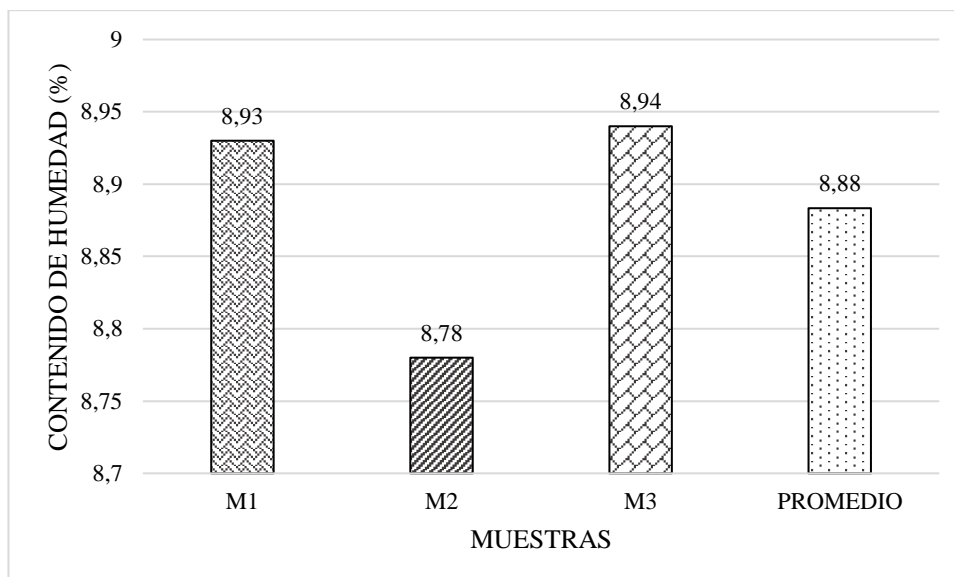


Figura 5. Contenido de humedad inicial de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don
Fuente: La autora.

Sevilla (2020), menciona en su investigación que el contenido de humedad inicial de 9,3% en *Alnus nepalensis* D. Don. Así, también Ospina, Hernández & Gómez (2005), señalan que la semilla debe tener el contenido de humedad del 8 al 10%. La FAO (2019), menciona que las semilla ortodoxas toleran contenidos de humedad desde un 6% hasta 24% pero afecta el almacenamiento, mientras menos contenido de humedad mas tiempo de almacenamiento. La semilla de *Alnus nepalensis* presenta un contenido de humedad promedio de 8,88%, que de acuerdo a Ospina, Hernández & Gómez (2005), es óptimo el contenido de humedad inicial para el almacenamiento. Así mismo, los valores son casi similares a los obtenidos por Sevilla (2020), y se encuentran con un buen resultado de acuerdo a lo mencionado por la FAO (2019).

4.1.3. Peso de 1000 semillas

En la tabla 6, se observa que el peso de cada repetición es variable por lo cual 1000 semillas se obtuvo un peso de 0,02875 gramos, por lo que aproximadamente en un kilogramo hay 3'478.260 semillas.

Tabla 6*Peso de 1000 semillas de Alnus nepalensis* D. Don

Repetición N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso (g)	0,029	0,028	0,03	0,027	0,029	0,028	0,031	0,028

Sevilla (2020), en su investigación afirma que el peso de 1000 semillas de *Alnus nepalensis* es de 0,03g y en kilogramo 3'305.785 semillas/kg aproximadamente. Calle (2016), menciona que el peso de 1000 semillas de *Alnus acuminata* varió entre 0,02 y 0,04g obteniendo un promedio de 2'921.840,75 semillas/kg. Así también, Harrington, Leslie, & Dean (2010), mencionan que las semillas con valores superiores de 660.000 a 2.816.000 semillas/ kg en *Alnus* pueden indicar un bajo porcentaje de semillas llenas. Las semillas de *Alnus nepalensis*, en la presente investigación concuerda con Sevilla (2020), ya que los resultados son similares y no varía significativamente, sin embargo, es un indicativo que pudo afectar la calidad y almacenamiento de la semilla, como menciona que en *Alnus* Dean (2010). Sin embargo, Sevilla en su investigación obtuvo buenos resultados.

4.1.4. Poder germinativo

El poder germinativo de *Alnus nepalensis* de la investigación que se determinó a los ocho años de recolección inicialmente fue del 6% mientras que Sevilla (2020), afirma que en *Alnus nepalensis*, obtuvo una germinación inicial del 20% a los diez años de recolección, así mismo Tapia (2011), menciona que *Alnus acuminata* tiene un poder germinativo de 7 al 15%. El comportamiento de la semilla de *Alnus nepalensis* se debe a que el embrión termina la maduración en el almacenamiento, por lo que el porcentaje de germinación es bajo. Así también pudo haber afectado la edad de recolección de la semilla.

4.2. Descripción morfométrica de semilla de *Alnus nepalensis* D. Don

4.2.1. Tamaño

El promedio de las dimensiones de las semillas fue de 2,67 mm de largo y 2,03 mm de ancho como se presenta en la figura 6. La heterogeneidad refleja que la desviación estándar de $\pm 0,41$ largo y ancho $\pm 0,48$.

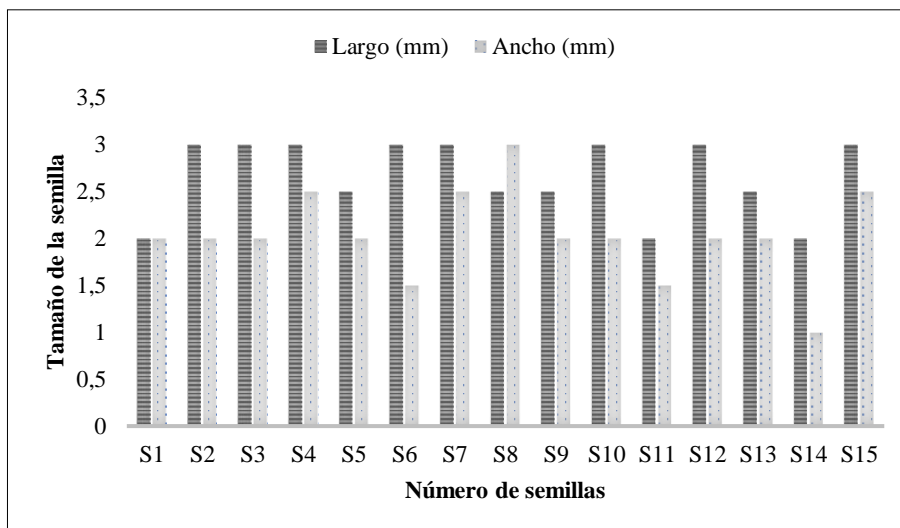


Figura 6. Tamaño de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don
Fuente: La autora.

Sevilla (2020), menciona en su investigación que *Alnus nepalensis* D. Don, presentan un diámetro promedio de ancho de 1,93 y 2,33mm de largo. Así mismo Ospina, Hernández & Gómez (2005), afirman que la semilla de *Alnus acuminata* miden de ancho 0,65 y 1,34 mm de largo. Calle (2016), señala que *Alnus acuminata* tiene semillas desde 3,05 a 1,49 mm de largo y de ancho desde 0,18 a 0,43 mm. El tamaño de la semilla de *Alnus nepalensis*, concuerda con Sevilla (2020), ya que depende de la morfología de los frutos y de la especie.

4.2.2. Forma

Las semillas de *Alnus nepalensis* D. Don, presenta la forma de harp-shaped o también forma de arpa de acuerdo, a la clasificación de Murley en 1991, como se presenta en la figura 7.

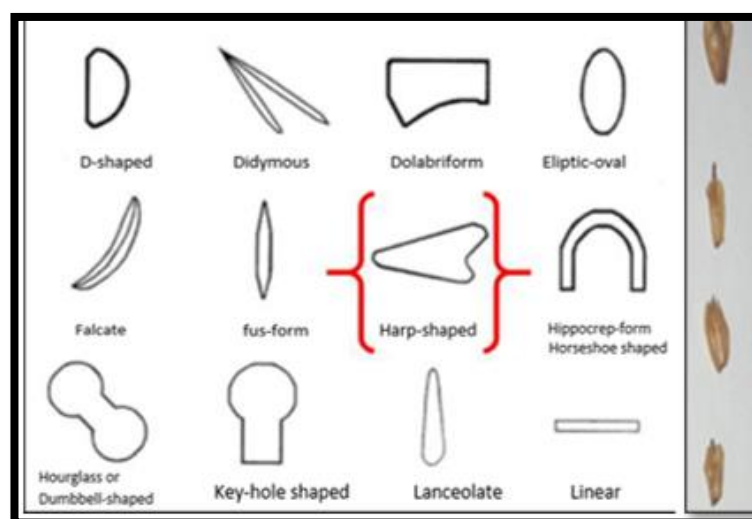


Figura 7. Forma de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.
Fuente: Murley, 1991.

En la investigación de Sevilla (2020), afirma que la forma de la semilla de *Alnus nepalensis* es de Harp- shaped similar a la presente investigación. Ospina, Hernández & Gómez (2005), señalan que la semilla de *Alnus acuminata* es de forma elíptica y plana con alas angostas y pequeñas. Así mismo Calle (2016), concuerda en su investigación que las semillas de *Alnus acuminata* son de forma elíptica. En la presente investigación la semilla de *Alnus nepalensis*, tiene una forma de Harp- shaped, con alas angostas que se concuerda con Sevilla (2020), difere con Gomes (2005) y Calle(2016) por que a nivel de especie varía los frutos y las semillas.

4.2.3. Color

La tabla de Munsell en el código Hue 10 YR que se empleó, al mes de recolección de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don tomó una tonalidad de amarillo-rojo como se muestra en la figura 8.

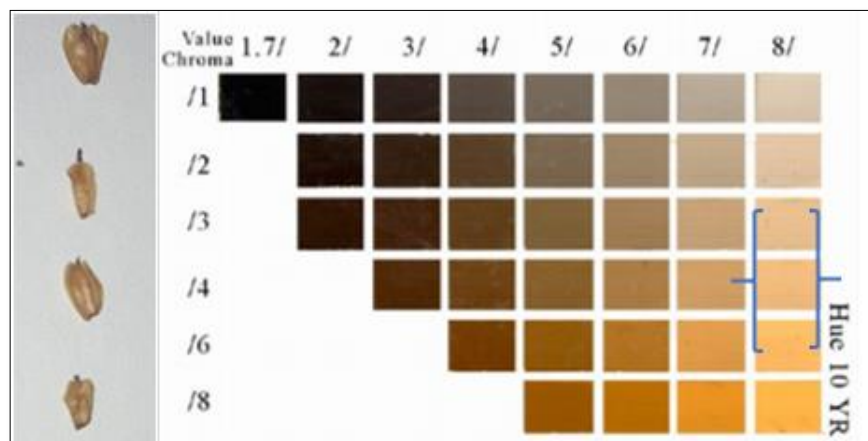


Figura 8. Color de la semilla de *Alnus nepalensis* D.Don.

Fuente: Munsell, 1918.

Sevilla (2020), menciona que *Alnus nepalensis* presenta un color amarillo. En su investigación mencionan Ospina, Hernández & Gómez (2005), que *Alnus acuminata*, tiene un color marron claro brillante. Asi tambien, Calle (2016), afirma que las semillas de *Alnus acuminata*, es de color café claro. En la presente investigación, el ultimo rango es el que se asemeja al color de la semilla de *Alnus nepalensis*, y que concuerda con la investigación de Sevilla (2020), ya que la tonalidad de la semilla depende de la especie.

4.2.4. Textura

Las semillas de *Alnus nepalensis* D. Don, presentan una textura lisa en la mayoría y otras con peñas líneas de fracturas. Ver figura 9.



Figura 9. Textura de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don
Fuente: La autora.

En la Investigación de Sevilla (2020), señala que la semilla de *Alnus nepalensis*, presenta una textura lisa. Al igual que Calle (2016), menciona que las semillas de *Alnus acuminata*, presentan una textura lisa y testa muy fina. En la investigación algunas de las semillas concuerdan con Sevilla (2020), ya que la textura es lisa pero también presentan líneas de fractura esto es un indicativo para que perjudique el almacenamiento de la semilla.

4.3. Experimento de Almacenamiento de semilla de *Alnus nepalensis* D. Don

4.3.1. Poder germinativo

Se estableció dos pruebas de supuestos que fueron normalidad y homogeneidad.

A) Normalidad

Elaborado el supuesto de normalidad, se determinó que los datos a los seis meses tienen una tendencia a encontrarse cerca de la línea de regresión hipotético de los cuantiles normales en cuanto al poder germinativo, es decir, cumple con el supuesto estadístico, figura 10.

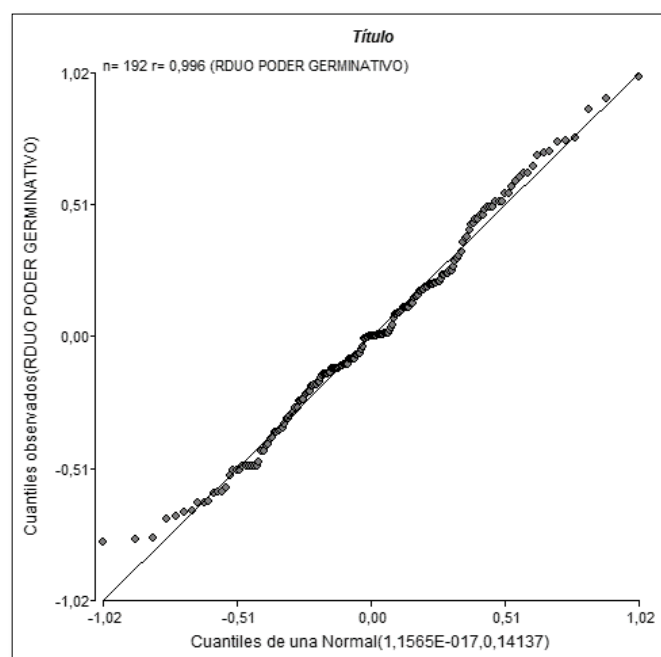


Figura 10. Prueba de Normalidad del poder germinativo.
Fuente: La autora.

B) Homogeneidad

Elaborado el supuesto de homogeneidad, se obtuvo como resultado de la prueba que los datos a los seis meses no cumplen con una distribución homogénea, es decir, se encuentran dispersos en la media aritmética del residuo del poder germinativo y se procede a realizar la prueba de Kruskal Wallis, figura 11.

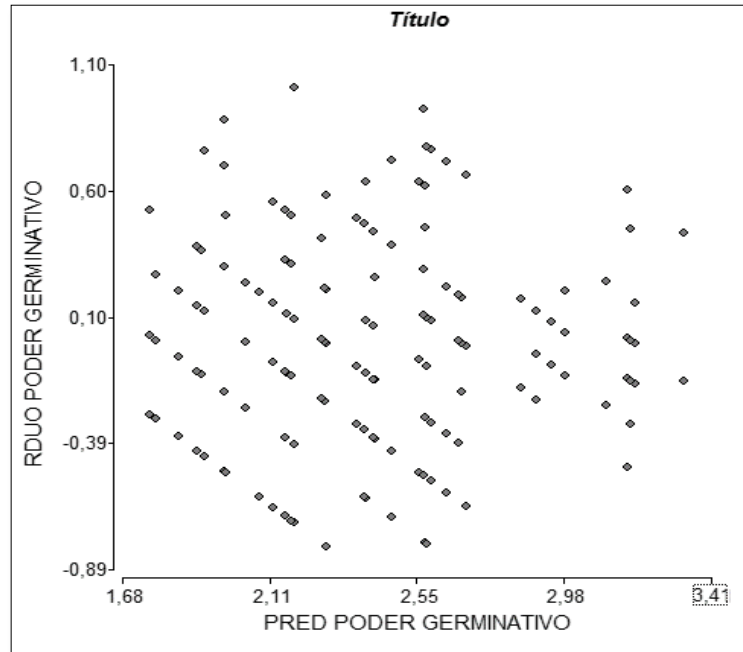


Figura 11. Prueba de Homogeneidad del poder germinativo.
Fuente: La autora.

C) ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos se observa que la prueba de homogeneidad no se cumple, se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis; se evidenció que a los seis meses el p-valor alcanzado es menor del 0,05 de probabilidad estadística, razón por la cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna con un nivel de significación del 5% del poder germinativo que difiere entre los tratamientos, tabla 7.

Tabla 7.

Prueba de Kruskal- Wallis del poder germinativo

Prueba de Kruskal Wallis									
Variable	FACTOR A (ENVACES)	FACTOR B (MEDIOS)	FACTOR C (TIEMPO)	N	Media s	D.E	Mediana s	H	p
P_GERMINATIVO	CC	Natural	T1	4	3,19	0,13	3,19	102,46	<0,0001
P_GERMINATIVO	CC	Natural	T2	4	2,04	0,2	2,05		
P_GERMINATIVO	CC	Natural	T3	4	2,4	0,51	2,39		
P_GERMINATIVO	CC	Natural	T4	4	1,92	0,57	1,77		
P_GERMINATIVO	CC	Natural	T5	4	1,99	0,58	1,99		

Continuación

Continúa							
P_GERMINATIVO	CC	Natural	T6	4	2,16	0,22	2,05
P_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T1	4	2,9	0,17	2,95
P_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T2	4	2,16	0,62	2,24
P_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T3	4	1,84	0,27	1,92
P_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T4	4	2,28	0,58	2,39
P_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T5	4	2,17	0,13	2,17
P_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T6	4	2,64	0,59	2,57
P_GERMINATIVO	CT	Natural	T1	4	2,86	0,2	2,86
P_GERMINATIVO	CT	Natural	T2	4	2,04	0,2	2,05
P_GERMINATIVO	CT	Natural	T3	4	1,9	0,34	1,92
P_GERMINATIVO	CT	Natural	T4	4	2,58	0,64	2,59
P_GERMINATIVO	CT	Natural	T5	4	2,27	0,3	2,17
P_GERMINATIVO	CT	Natural	T6	4	1,78	0,23	1,79
P_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T1	4	2,95	0,1	2,95
P_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T2	4	1,76	0,38	1,64
P_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T3	4	1,91	0,25	1,79
P_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T4	4	2,39	0,55	2,46
P_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T5	4	2,08	0,4	2,28
P_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T6	4	2,57	0,68	2,37
P_GERMINATIVO	FC	Natural	T1	4	3,11	0,28	3,11
P_GERMINATIVO	FC	Natural	T2	4	2,59	0,57	2,48
P_GERMINATIVO	FC	Natural	T3	4	2,56	0,47	2,49
P_GERMINATIVO	FC	Natural	T4	4	2,69	0,53	2,68
P_GERMINATIVO	FC	Natural	T5	4	2,42	0,34	2,39
P_GERMINATIVO	FC	Natural	T6	4	3,18	0,33	3,11
P_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T1	4	3,34	0,29	3,19
P_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T2	4	1,98	0,6	1,88
P_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T3	4	2,12	0,5	2,17
P_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T4	4	2,28	0,18	2,28
P_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T5	4	1,98	0,6	1,79
P_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T6	4	2,68	0,15	2,68
P_GERMINATIVO	FT	Natural	T1	4	3,17	0,45	3,11
P_GERMINATIVO	FT	Natural	T2	4	2,19	0,75	2,04
P_GERMINATIVO	FT	Natural	T3	4	2,57	0,66	2,66
P_GERMINATIVO	FT	Natural	T4	4	2,42	0,31	2,48
P_GERMINATIVO	FT	Natural	T5	4	2,37	0,35	2,28
P_GERMINATIVO	FT	Natural	T6	4	2,67	0,27	2,77
P_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T1	4	2,99	0,16	2,95
P_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T2	4	2,12	0,5	2,17
P_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T3	4	2,57	0,36	2,68
P_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T4	4	2,68	0,15	2,68
P_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T5	4	2,18	0,53	2,27
P_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T6	4	2,47	0,66	2,46

D) Prueba de medias

En la prueba de medias a los seis meses de almacenamiento, el mejor tratamiento resultó ser el de funda ámbar en refrigeración al primer mes con un 3,34% sin embargo es aún bajo porcentaje en germinación. El tratamiento con menor resultado fue el envase de cristal transparente en refrigeración al segundo mes con un porcentaje de 1,76% como se visualiza en la tabla 8.

Tabla 8

Prueba de medias - Tukey del poder germinativo

FACTOR A (ENVACES)	FACTOR B (MEDIOS)	FACTOR C (TIEMPO)	Medias	N	E.E.			
CT	Refrigeración	T2	1,76	4	0,22	A		
CT	Natural	T6	1,78	4	0,22	A	B	
CC	Refrigeración	T3	1,84	4	0,22	A	B	
CT	Natural	T3	1,9	4	0,22	A	B	C

Continuación

Continúa

CT	Refrigeración	T3	1,91	4	0,22	A	B	C		
CC	Natural	T4	1,92	4	0,22	A	B	C		
FC	Refrigeración	T2	1,98	4	0,22	A	B	C	D	
FC	Refrigeración	T5	1,98	4	0,22	A	B	C	D	
CC	Natural	T5	1,99	4	0,22	A	B	C	D	
CC	Natural	T2	2,04	4	0,22	A	B	C	D	
CT	Natural	T2	2,04	4	0,22	A	B	C	D	
CT	Refrigeración	T5	2,08	4	0,22	A	B	C	D	
FT	Refrigeración	T2	2,12	4	0,22	A	B	C	D	E
FC	Refrigeración	T3	2,12	4	0,22	A	B	C	D	E
CC	Refrigeración	T2	2,16	4	0,22	A	B	C	D	E
CC	Natural	T6	2,16	4	0,22	A	B	C	D	E
CC	Refrigeración	T5	2,17	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Refrigeración	T5	2,18	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Natural	T2	2,19	4	0,22	A	B	C	D	E
CT	Natural	T5	2,27	4	0,22	A	B	C	D	E
FC	Refrigeración	T4	2,28	4	0,22	A	B	C	D	E
CC	Refrigeración	T4	2,28	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Natural	T5	2,37	4	0,22	A	B	C	D	E
CT	Refrigeración	T4	2,39	4	0,22	A	B	C	D	E
CC	Natural	T3	2,4	4	0,22	A	B	C	D	E
FC	Natural	T5	2,42	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Natural	T4	2,42	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Refrigeración	T6	2,47	4	0,22	A	B	C	D	E
FC	Natural	T3	2,56	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Refrigeración	T3	2,57	4	0,22	A	B	C	D	E
CT	Refrigeración	T6	2,57	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Natural	T3	2,57	4	0,22	A	B	C	D	E
CT	Natural	T4	2,58	4	0,22	A	B	C	D	E
FC	Natural	T2	2,59	4	0,22	A	B	C	D	E
CC	Refrigeración	T6	2,64	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Natural	T6	2,67	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Refrigeración	T4	2,68	4	0,22	A	B	C	D	E
FC	Refrigeración	T6	2,68	4	0,22	A	B	C	D	E
FC	Natural	T4	2,69	4	0,22	A	B	C	D	E
CT	Natural	T1	2,86	4	0,22	A	B	C	D	E
CC	Refrigeración	T1	2,9	4	0,22	A	B	C	D	E
CT	Refrigeración	T1	2,95	4	0,22	A	B	C	D	E
FT	Refrigeración	T1	2,99	4	0,22	B	C	D	E	
FC	Natural	T1	3,11	4	0,22	C	D	E		
FT	Natural	T1	3,17	4	0,22	D	E			
FC	Natural	T6	3,18	4	0,22	D	E			
CC	Natural	T1	3,19	4	0,22	D	E			
FC	Refrigeración	T1	3,34	4	0,22	E				

En la figura 3 se muestra los resultados que sobresalen de los tres factores; con respecto al factor A (envases) el mejor tratamiento es de funda ámbar, factor B (medios) natural y factor C (tiempo) al primer mes de ser conservada ya que la semilla almacenada

presenta los mejores resultados y se recomienda el uso de dicho tratamiento. Ver figura 9.

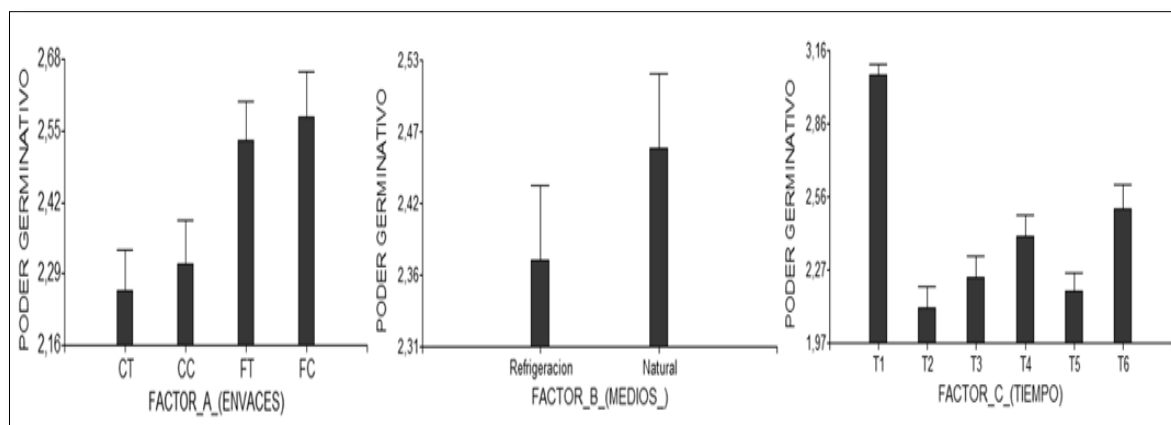


Figura 9. Resultados de los mejores tratamientos.

Sevilla (2020), señala que la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don al ser almacenada con un contenido de humedad del 8 al 10%, a temperaturas bajas, con el envase casi lleno permite que el aire mínimo que se encuentra en el frasco activa la dormancia de la semilla, por lo que el poder germinativo fue del 52,2%. Así también, recomienda almacenar en fundas oscuras en temperaturas de 6 a 8 °C. Así mismo Ceballos & López (2016), sugieren que el almacenamiento de la semilla de *Alnus acuminata* HKB, se conserve de 4 a 12°C, obteniendo mejores resultados a los 4°C, con un poder germinativo del 22%. CATIE (2000), mencionan que la semillas de *Alnus acuminata kunth*, al ser almacenadas en refrigeradoras comunes pierde un 2% del poder germinativo mensual y almacenadas a temperatura ambiente se pierde la germinación de un 5,5 a 10%.

En la presente investigación se concuerda con Sevilla (2020), en cuanto al envase ya que el mejor tratamiento fue la funda oscura almacenada en temperaturas de 6 a 8 °C, al primer mes de almacenamiento y a pesar que las semillas se encontraban en condiciones favorables el poder germinativo es relativamente bajo dado que la edad de los árboles de los cuales se recolectó la semilla, tenía una edad de ocho años y de acuerdo a Ospina , Hernández, & Gómez (2005), mencionan que la recolección de semillas a edades tempranas menores a diez años produce semillas más pequeñas, livianas y de menor poder germinativo en el género *Alnus*. Así también, durante los seis meses el comportamiento fue variable ya que hubo meses que sube y otros que baja la germinación.

4.3.2. Vigor germinativo

Se propuso dos supuestos los cuales fueron normalidad y homogeneidad.

A) Normalidad

En el supuesto de normalidad del vigor germinativo realizado refleja que en su mayoría, los datos se encuentran cerca de la línea de regresión hipotético de los cuantiles normales y se concluye que cumple la prueba de normalidad, figura 12.

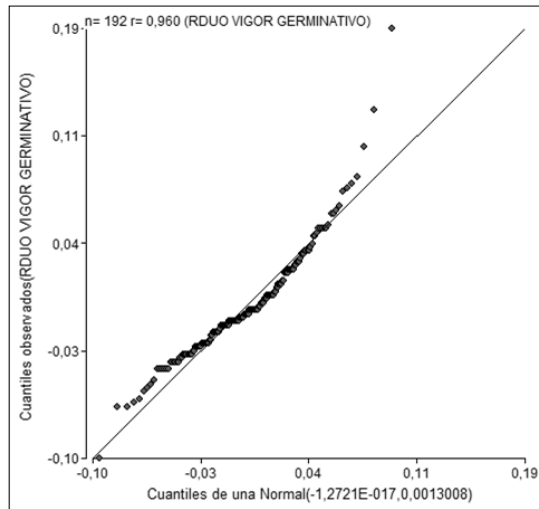


Figura 12. Prueba de Normalidad del vigor germinativo.
Fuente: La autora.

B) Homogeneidad

En el supuesto de homogeneidad a los seis meses se puede visualizar que los datos se presentan dispersos en forma de cónica por todo el cuadrante, es decir que no cumple con el supuesto, figura 13.

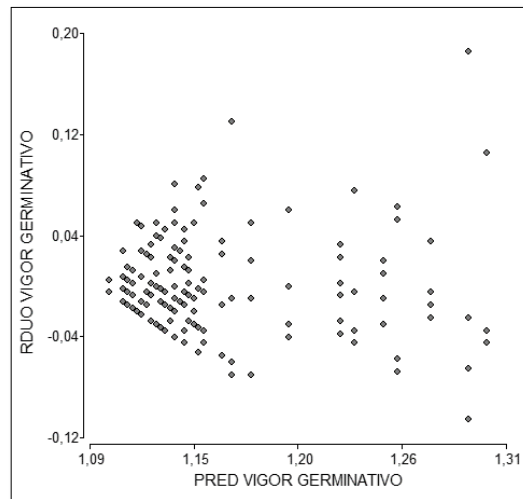


Figura 13. Prueba de homogeneidad del vigor germinativo.
Fuente: La autora.

C) ANOVA no paramétrico (Kruskal Wallis)

Los supuestos de normalidad y homogeneidad realizados del vigor germinativo no se cumplen razón por la cual se procedió a realizar un ANOVA no paramétrico. Los resultados que se muestran en la tabla 9 reflejan que el p-valor alcanzado es menor que 0,05 por lo que se acepta la hipótesis alterna con un nivel de significancia de 5%, lo que significa que hay diferencias entre los tratamientos.

Tabla 9.

Prueba de Kruskal Wallis del vigor germinativo

Prueba de Kruskal Wallis									
VARIABLE	FACTOR A (ENVACES)	FACTOR B (MEDIOS)	FACTOR C (TIEMPO)	N	MEDIAS	D.E.	MEDIANAS	H	P
V_GERMINATIVO	CC	Natural	T1	4	1,27	0,03	1,27	105,1	<0,0001
V_GERMINATIVO	CC	Natural	T2	4	1,11	0,01	1,11		
V_GERMINATIVO	CC	Natural	T3	4	1,13	0,03	1,13		
V_GERMINATIVO	CC	Natural	T4	4	1,11	0,02	1,1		
V_GERMINATIVO	CC	Natural	T5	4	1,13	0,03	1,13		
V_GERMINATIVO	CC	Natural	T6	4	1,12	0,02	1,11		
V_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T1	4	1,23	0,03	1,23		
V_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T2	4	1,13	0,03	1,12		
V_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T3	4	1,11	0,01	1,12		
V_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T4	4	1,13	0,02	1,13		
V_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T5	4	1,15	0,02	1,15		
V_GERMINATIVO	CC	Refrigeración	T6	4	1,15	0,05	1,14		
V_GERMINATIVO	CT	Natural	T1	4	1,23	0,04	1,23		
V_GERMINATIVO	CT	Natural	T2	4	1,11	0,01	1,12		
V_GERMINATIVO	CT	Natural	T3	4	1,12	0,01	1,12		
V_GERMINATIVO	CT	Natural	T4	4	1,15	0,06	1,14		
V_GERMINATIVO	CT	Natural	T5	4	1,14	0,02	1,14		
V_GERMINATIVO	CT	Natural	T6	4	1,1	0,01	1,1		
V_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T1	4	1,25	0,02	1,25		
V_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T2	4	1,11	0,01	1,11		
V_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T3	4	1,12	0,02	1,12		
V_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T4	4	1,14	0,03	1,15		
V_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T5	4	1,13	0,03	1,13		
V_GERMINATIVO	CT	Refrigeración	T6	4	1,15	0,06	1,13		
V_GERMINATIVO	FC	Natural	T1	4	1,26	0,07	1,26		
V_GERMINATIVO	FC	Natural	T2	4	1,14	0,04	1,13		
V_GERMINATIVO	FC	Natural	T3	4	1,16	0,04	1,17		
V_GERMINATIVO	FC	Natural	T4	4	1,13	0,03	1,12		
V_GERMINATIVO	FC	Natural	T5	4	1,15	0,04	1,14		
V_GERMINATIVO	FC	Natural	T6	4	1,2	0,05	1,19		
V_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T1	4	1,3	0,07	1,27		
V_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T2	4	1,12	0,03	1,11		
V_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T3	4	1,17	0,09	1,14		
V_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T4	4	1,11	0,01	1,12		
V_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T5	4	1,13	0,04	1,12		
V_GERMINATIVO	FC	Refrigeración	T6	4	1,14	0,01	1,14		
V_GERMINATIVO	FT	Natural	T1	4	1,29	0,13	1,25		
V_GERMINATIVO	FT	Natural	T2	4	1,14	0,06	1,12		
V_GERMINATIVO	FT	Natural	T3	4	1,14	0,04	1,15		
V_GERMINATIVO	FT	Natural	T4	4	1,12	0,01	1,12		
V_GERMINATIVO	FT	Natural	T5	4	1,14	0,03	1,12		
V_GERMINATIVO	FT	Natural	T6	4	1,15	0,02	1,15		

Continuación

Continúa

V_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T1	4	1,23	0,05	1,22
V_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T2	4	1,12	0,03	1,1
V_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T3	4	1,18	0,05	1,19
V_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T4	4	1,14	0,02	1,13
V_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T5	4	1,14	0,03	1,14
V_GERMINATIVO	FT	Refrigeración	T6	4	1,14	0,04	1,14

D) Prueba de medias

El mejor tratamiento de la prueba de medias en el vigor germinativo es la funda oscura en refrigeración almacenada al primer mes con 1,30% y siendo el tratamiento con menor porcentaje fue el envase de cristal almacenado al sexto mes en un medio natural con un 1,10%, como se puede visualizar en la tabla 10.

Tabla 10.

Prueba de medias - Tukey del vigor germinativo.

FACTOR A (ENVACES)	FACTOR B (MEDIOS)	FACTOR C (TIEMPO)	Medias	N	E.E.					
CT	Natural	T6	1,1	4	0,02	A				
CC	Natural	T4	1,11	4	0,02	A	B			
CC	Natural	T2	1,11	4	0,02	A	B			
FC	Refrigeración	T4	1,11	4	0,02	A	B			
CC	Refrigeración	T3	1,11	4	0,02	A	B			
CT	Natural	T2	1,11	4	0,02	A	B			
CT	Refrigeración	T2	1,11	4	0,02	A	B			
CT	Natural	T3	1,12	4	0,02	A	B			
FT	Refrigeración	T2	1,12	4	0,02	A	B	C		
CC	Natural	T6	1,12	4	0,02	A	B	C		
FC	Refrigeración	T2	1,12	4	0,02	A	B	C		
FT	Natural	T4	1,12	4	0,02	A	B	C		
CT	Refrigeración	T3	1,12	4	0,02	A	B	C		
CC	Natural	T5	1,13	4	0,02	A	B	C		
CC	Refrigeración	T4	1,13	4	0,02	A	B	C		
FC	Natural	T4	1,13	4	0,02	A	B	C		
FC	Refrigeración	T5	1,13	4	0,02	A	B	C		
CC	Refrigeración	T2	1,13	4	0,02	A	B	C		
CT	Refrigeración	T5	1,13	4	0,02	A	B	C		
CC	Natural	T3	1,13	4	0,02	A	B	C	D	
CT	Natural	T5	1,14	4	0,02	A	B	C	D	
FT	Refrigeración	T5	1,14	4	0,02	A	B	C	D	
FC	Natural	T2	1,14	4	0,02	A	B	C	D	
FT	Natural	T2	1,14	4	0,02	A	B	C	D	
CT	Refrigeración	T4	1,14	4	0,02	A	B	C	D	
FT	Natural	T5	1,14	4	0,02	A	B	C	D	
FT	Refrigeración	T4	1,14	4	0,02	A	B	C	D	E
FC	Refrigeración	T6	1,14	4	0,02	A	B	C	D	E
FT	Refrigeración	T6	1,14	4	0,02	A	B	C	D	E
FT	Natural	T3	1,14	4	0,02	A	B	C	D	E
FT	Natural	T6	1,15	4	0,02	A	B	C	D	E
CC	Refrigeración	T5	1,15	4	0,02	A	B	C	D	E
FC	Natural	T5	1,15	4	0,02	A	B	C	D	E
CT	Natural	T4	1,15	4	0,02	A	B	C	D	E
CC	Refrigeración	T6	1,15	4	0,02	A	B	C	D	E

Continuación

Continúa

CT	Refrigeración	T6	1,15	4	0,02	A	B	C	D	E	
FC	Natural	T3	1,16	4	0,02	A	B	C	D	E	F
FC	Refrigeración	T3	1,17	4	0,02	A	B	C	D	E	F
FT	Refrigeración	T3	1,18	4	0,02	A	B	C	D	E	F G
FC	Natural	T6	1,2	4	0,02	A	B	C	D	E	F G H
CT	Natural	T1	1,23	4	0,02	B	C	D	E	F	G H
CC	Refrigeración	T1	1,23	4	0,02	B	C	D	E	F	G H
FT	Refrigeración	T1	1,23	4	0,02	C	D	E	F	G	H
CT	Refrigeración	T1	1,25	4	0,02	D	E	F	G	H	
FC	Natural	T1	1,26	4	0,02	E	F	G	H		
CC	Natural	T1	1,27	4	0,02	F	G	H			
FT	Natural	T1	1,29	4	0,02	G	H				
FC	Refrigeración	T1	1,3	4	0,02	H					

Los resultados del vigor germinativo obtenidos en la figura 14 de los tres factores reflejan que los mejores tratamientos son; el factor A (envases) la Funda oscura o ámbar, el factor B (medios) no presentan diferencias y el factor C (tiempo), el primer mes supera a diferencia de los otros meses.

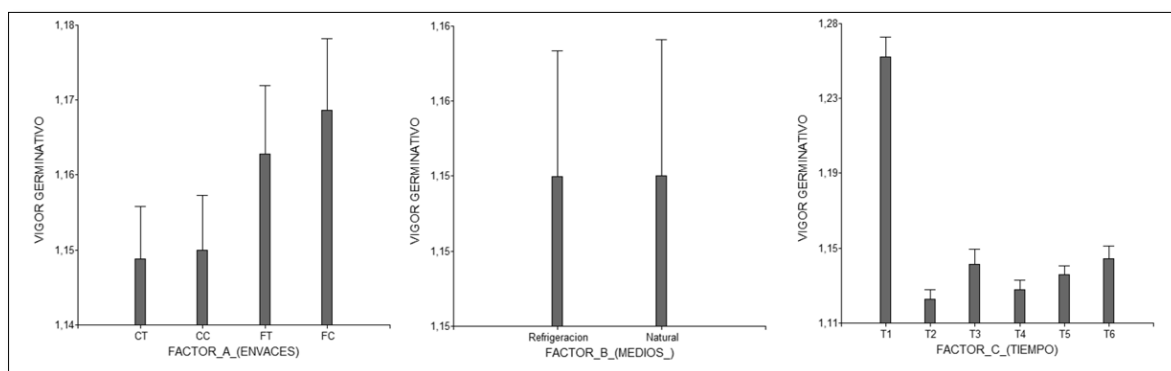


Figura 14. Mejores resultado del vigor geminativo.

Fuente: La autora.

Sevilla (2020), en su investigación de *Alnus nepalensis* determina que la calidad de la semilla puede afectarse por diferentes factores como puede ser: genética de la especie, recolección, extracción y manipulación de la semilla. Debe conservarse en envases con el menor oxígeno para evitar la respiración activa y mantener la longevidad de la misma. Sin embargo, depende la semilla de los factores antes mencionados para la mantener el vigor germinativo. Rodríguez & Nieto (2004), mencionan que las semillas de *Alnus acuminata*, presenta mejor vigor germinativo en climas con temperaturas entre 17 y 18° C. Niembo (1989), señala que a temperaturas elevadas se altera el metabolismo, se destruyen algunas enzimas y hace que se degrade la semilla. Ramos, Alvares y Condori (2019), indican que la imbibición por frío a 3°C en las semillas de *Alnus acuminata*, favorece el crecimiento en la relación entre tamaño y biomasa en germinantes expuestos a suelos con Arsénico mejoraron el vigor y tolerancia en más de un 55%.

La información de Sevilla (2020), coincide relativamente con la presente investigación, ya que *Alnus nepalensis*, depende del manejo silvicultural de la especie, de la manipulación de los frutos y extracción de la semilla para mejorar el poder y vigor germinativo de la semilla. Al igual que

mencionan Rodríguez & Nieto (2004), se mantuvo una temperatura entre los 19 a 23°C para el experimento y la semilla fue almacenada de 6 a 8°C, sin embargo, el porcentaje del vigor germinativo fue bajo puesto que los árboles donantes pudieron tener una incidencia sobre la semilla.

4.3.3. Energía germinativa

Para aplicar la fórmula de Aldhous (1972) debe tener una germinación del 50% de las semillas, debido a la germinación menor a ese porcentaje los datos de los tratamientos de esta variable no aplican por lo cual no se puede realizar.

4.3.4. Contenido de humedad

El ensayo se realizó a los cero, tres y seis meses del almacenamiento de la semilla y los resultados fueron los siguientes; Ver en la tabla 11.

Tabla 11.

Contenido de humedad a los tres y seis meses del experimento

Meses	3 meses		6 meses	
	Refrigeración	Natural	Refrigeración	Natural
Envases	Humedad final %	Humedad final %	Humedad final %	Humedad final %
Cristal traslúcido	10	10	9	9
Cristal ámbar	10	10	10	9,5
Funda traslúcida	8	11	10	9
Funda ámbar	7	11	9	8

Sevilla (2020), afirma que la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don, en su investigación presentó un contenido de humedad del 2,1 al 0,03%, por el vapor de agua que se encuentra en el aire, si es mayor al contenido de humedad de las semillas este aumentara. Ceballos & López (2007), menciona que el contenido de humedad relativa que existe en el aire al ser almacenadas las semillas en refrigeración el contenido de humedad aumenta, por lo que son susceptibles al ataque de hongos. No obstante, Cabrera (2000), menciona que las semillas para lograr un mayor potencial en el almacenamiento debe tener un contenido de humedad no mayor a 13% y recomienda el almacenamiento pronto de ser posible luego de la cosecha. Así también, Pradhan & Badola (2012), mencionan que a un contenido de humedad mayor al 18% baja el poder germinativo y existe la probabilidad de hongos e insectos. En la investigación el contenido de humedad de la semilla almacenada de *Alnus nepalensis*, fue de 7 al 12,2% con una humedad relativa promedio de 50- 60%, que es el contenido de humedad

óptimo para el almacenamiento de acuerdo a lo señalado por los autores sin embargo pudo haber afectado el almacenamiento el transcurso del tiempo entre la cosecha, la extracción y el almacenamiento. Así también, el Dr. Mario Añasco menciona que la semilla de *Alnus nepalensis* puede ser transportada con un 12% de contenido de humedad.

4.4.Experimento de tratamientos pre germinativos de semilla de *Alnus nepalensis* D.

Don

Se evaluó los tratamientos relacionados con conservación de semilla durante los tres primeros meses. Al tercer mes se seleccionó los mejores tratamientos en cuanto a poder y vigor germinativo, en relación al factor tiempo resultó el primer mes, en relación al envase y al medio fueron los siguientes: funda ámbar en medio natural con 3,11% y 1,26% de poder y vigor germinativo, funda transparente en medio natural con 3,17% y 1,29% respectivamente, cristal ámbar en medio natural con 3,19% y 1,27% respectivamente, funda ámbar en medio refrigeración 3,34% y 1,30%.

4.4.1. Tratamientos pre germinativo del extracto de hojas y cortezas de *Salix babylonica*.

4.4.1.1.Poder germinativo

Se aplicó la hormona natural del extracto de las semillas de *Lens culinaris* (lenteja), en los siguientes tratamientos: funda oscura en medio natural, funda transparente en medio natural, cristal oscuro en medio natural y funda oscura en medio refrigeración. En los cuales los resultados fueron nulos para el poder germinativo.

Los resultados de esta variable fueron nulos ya que brotó colonias de micelios en todos los tratamientos. Así pues, el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (2020), señala que los hongos pueden encontrarse libres en el aire y alimentarse de material vegetal orgánico vivo o muerto. También, la FAO (2019), menciona que puede formar moho en condiciones cálidas, mojadas y húmedas. Así mismo, Gimeno (2014), afirma que para el desarrollo de algunos mohos la temperatura oscila entre 0 y 24°C. Además, Camacho & Giles (2010), destaca que los hongos tienen la capacidad para sintetizar proteínas, polisacáridos, ácidos orgánicos y lípidos. Lo que provocó el desarrollo de los hongos.

Se aplicó la hormona del extracto de las hojas y tallo de *Salix babylonica* (saúce), en los siguientes tratamientos: funda oscura en medio natural, funda transparente en medio natural, cristal en medio natural y funda oscura en medio refrigeración. Y los resultados fueron los siguientes:

Normalidad

Realizado el supuesto de normalidad del poder germinativo, los datos obtenidos reflejaron que se encuentran cerca de la línea de regresión hipotética, es decir, si cumple con el supuesto como se visualiza en la figura 15.

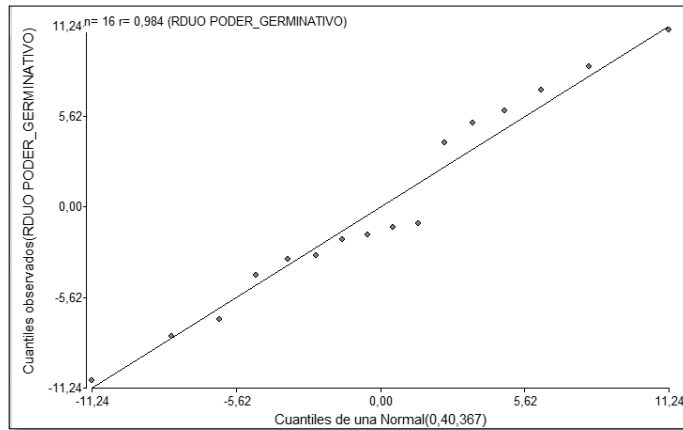


Figura 15. Supuesto de normalidad del poder germinativo.

Fuente: La autora.

A) Homogeneidad

Se realizó el supuesto de homogeneidad, como se puede observar en la figura 16, los datos muestran una distribución homogénea en los cuantiles del centro en su mayoría y en la parte superior e inferior del residuo del poder germinativo.

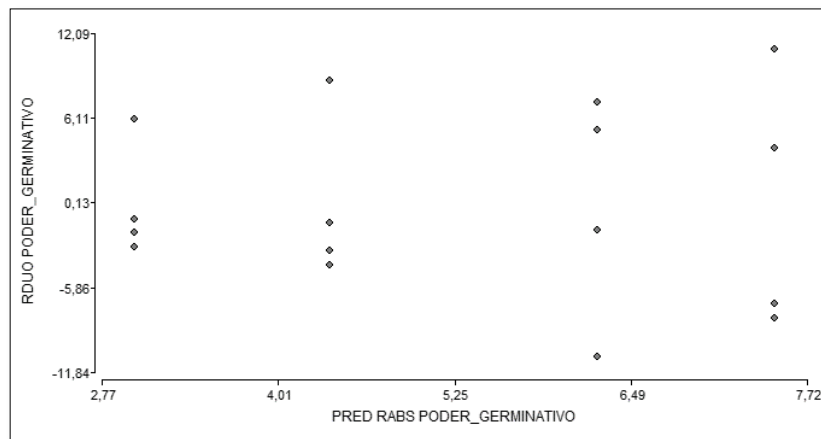


Figura 16. Supuesto de homogeneidad del poder germinativo.

Fuente: La autora.

B) Análisis de varianza

Los tratamientos aplicados la hormona de *Salix babylonica* indica que el p-valor es mayor a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, además, muestra que no hay diferencias significativas entre sí, es decir, los cuatro mejores tratamientos se comportan igual en cuanto al poder germinativo. Ver tabla 12.

Tabla 12.

Análisis de varianza del poder germinativo

Análisis de varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
PODER GERMINATIVO	16	0,02	0	18,94	
Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,5	3	4,17	0,08	0,9682
TRATAMIENTOS	12,5	3	4,17	0,08	0,9682
Error	605,5	12	50,46		
Total	618	15			

Estadísticamente no existe diferencias entre tratamientos y todos se comportan de la misma forma todos los tratamientos. La fitohormona natural de *Salix babylonica* menciona Medina (2016), que contiene ácido indolacético lo que permite el crecimiento de las raíces. De acuerdo con Sisa (2017), menciona que las semillas requieren de 1 a 100mg/kg de ácido indolacético que se encuentran en el rango que una planta requiere para realizar los procesos de formación de raicillas y el aumento del volumen de la raíz. Así mismo, Vásquez (2008), menciona que la semilla de *Alnus acuminata*, pierde rápidamente su poder germinativo aproximadamente de 5 a 7% al mes, razón por la cual al colocar ácido indolacético estimula la formación de raíces hasta en un 70 %. Ver figura 17.

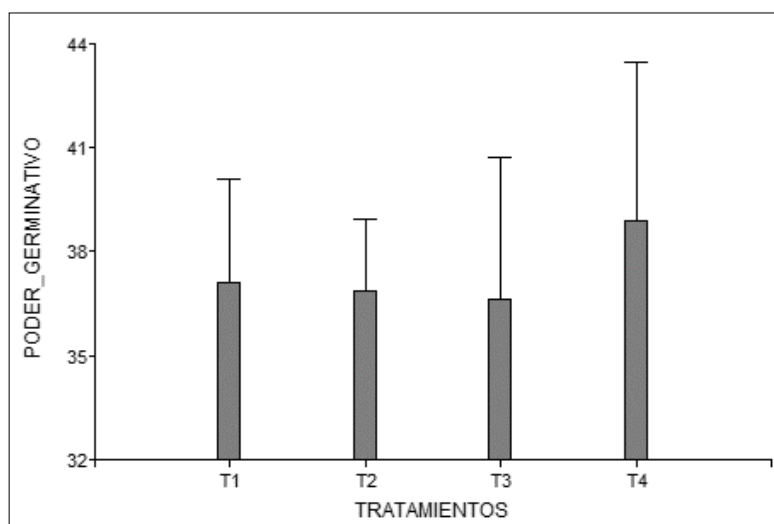


Figura 17. Representación de los tratamientos.

Fuente: La autora.

En la investigación al aplicar la hormona natural de *Salix babylonica*, a los tratamientos se concuerda con Medina (2016), Sisa (2017), y Vásquez (2008), ya que mejoró la germinación aplicando 10ml del extracto que contiene ácido indolacético, esto se debe a

que ayudó a la estimulación de formación de raíces y promover la germinación de semillas mejorando un 36 a 41% del poder germinativo en los tratamientos.

4.4.1.2. Vigor germinativo

Los resultados de la horma natural de hojas y tallos de *Salis babylonica* (sauce) aplicados a los tratamientos fueron los siguientes:

A) Normalidad

La figura 18, del vigor germinativo, refleja que se cumple el supuesto ya que se encuentran cerca de la línea de regresión hipotética.

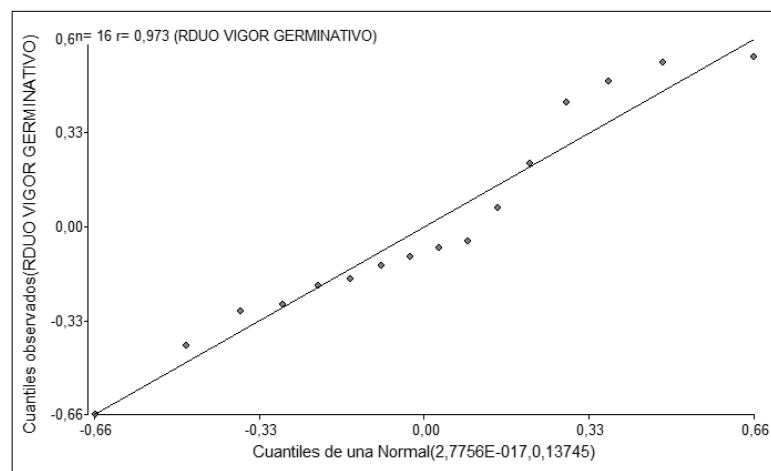


Figura 18. Supuesto de normalidad del vigor germinativo.

Fuente: La autora.

B) Homogeneidad

La figura 19, refleja que el supuesto de homogeneidad si se cumple y que los datos obtenidos se encuentran en el centro la mayoría y en la parte superior e inferior de la media aritmética del residuo del vigor germinativo.

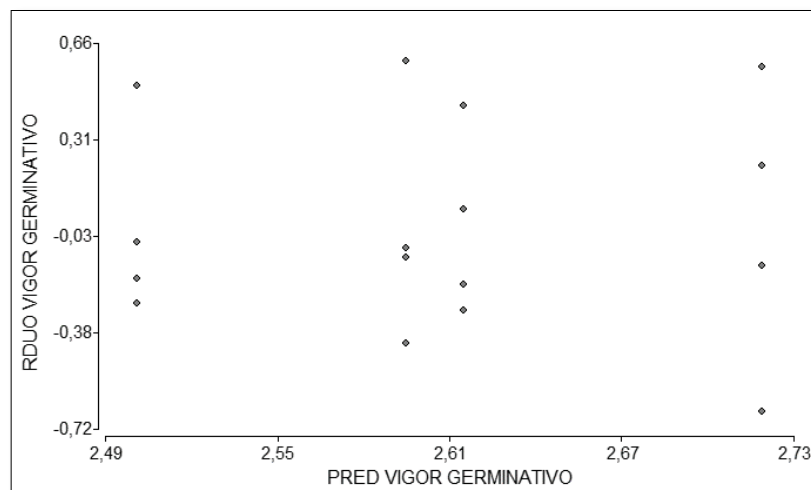


Figura 19. Supuesto de homogeneidad del vigor germinativo.
Fuente: La autora.

C) Análisis de varianza

Se procede a realizar el análisis de varianza ya que se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad, para lo cual se puede visualizar que el p-valor es mayor a 0,05 por lo que acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna ya que no hay diferencias significativas, es decir todos los tratamientos se comportan exactamente igual como se puede visualizar la tabla 13.

Tabla 13.

Análisis de varianza del vigor germinativo

Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VIGOR GERMINATIVO	16	0,04	0	15,9

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	3	0,03	0,18	0,9072
TRATAMIENTOS	0,09	3	0,03	0,18	0,9072
Error	2,06	12	0,17		
Total	2,16	15			

Las fitohormonas naturales contribuyen a que las plantas incrementan el crecimiento de hojas y raíces Heyker, (2018). El ácido indolacético que contiene el extracto de *Salix babylónica*. Aplicado en semillas de *Alnus acuminata* aumenta el vigor germinativo señala Vásquez (2008). En su investigación Doria (2010), afirma que al aplicar frío de 1 a 5 °C, después de la estratificación favorece la semilla ya que aumenta el poder y vigor

germinativo. Así también, Castrillón & Carvajal (2008), mencionan que al aplicar ácido indolacético y ácido indolbutírico mejora la vigorosidad y aumenta las raíces adventicias. Ver figura 20.

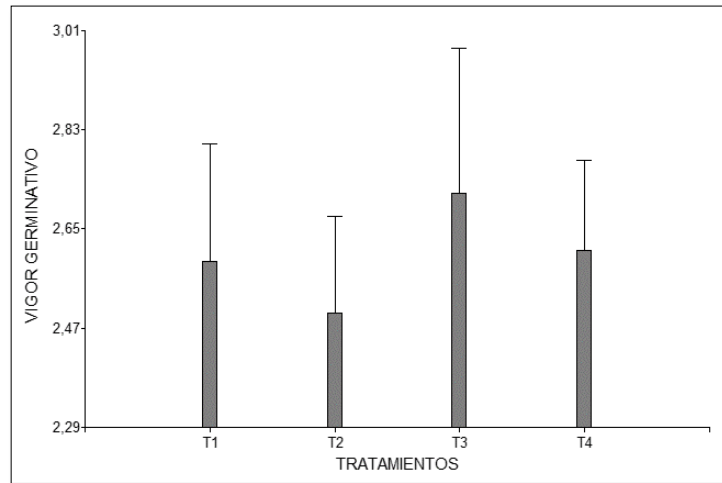


Figura 20. Resultados de los tratamientos del vigor germinativo.
Fuente: La autora.

En la presente investigación se coincide con Heyker, (2018), ya que las fitohormonas ayudan a aumentar el poder y vigor germinativo al aplicar extracto de *Salix babylonica*, que estimuló la germinación de la semilla de *Alnus nepalensis*, ya que la función de éste ácido indolacético es inducir la germinación y vigorosidad de forma rápida.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El comportamiento de las semillas de *Alnus nepalensis* D. Don, fue variable durante los seis meses de investigación, dado que el mejor método de almacenamiento es la funda de polietileno negra, con un rango de temperatura de 6 a 8°C de refrigeración doméstica.
- Las semillas de *Alnus nepalensis* D. Don, almacenada durante un mes, aplicada el extracto de semillas de *Lens culinaris*, obtuvo un resultado nulo para la germinación, pero mejoró el resultado de los tratamientos con el extracto de *Salix babylonica*, sin embargo, no se manifestó diferencias significativas entre sí, pues todos los tratamientos se comportaron de la misma forma.

5.2.Recomendaciones

- Realización de una investigación en secuencia en cuanto a emergencia de plántulas aplicando el extracto de *Salix babylonica*, en los tratamientos propuestos en la investigación de *Alnus nepalensis* D. Don para conocer el porcentaje de supervivencia en campo.
- A los moradores de la zona de Intag, realizar un manejo silvicultural y un historial a los árboles semilleros de *Alnus nepalensis*, para mejorar las características fenotípicas y obtener semillas de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Añazco Romero, M. J. (2010). *Sector forestal ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible*. Quito, Ecuador: Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA; http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000100003.
- Añazco, M. J., Vallejos, H. V., & Vizcaíno, M. I. (2018). *Dinámica de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don en el noroccidente de Ecuador continental*. Ibarra, Ecuador: Revista Cubana de Ciencias Forestales (CFORES); <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/379>.
- ASABE, A. S. (2006). Standards Engineering practices data. En A. S. ASABE, *Standards Engineering practices data* (53rd ed., pág. 950). USA, USA: PUBLICACIONES ASABE. Recuperado el 19 de JUNIO de 2018, de https://engineers.texas.gov/downloads/ANSI-ASABE_S612_JUL2009.pdf
- Asamblea Nacional. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador: Lexis Finder.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi, Ecuador: oas.org.
- Biswas, P., Rashid, M., Khatun, H., Yasmen, R., & Biswas, K. (2019). Scope and Progress of Rice Research Harnessing Cold Tolerance. 225-264, ISBN 9780128143322, ; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128143322000113>.
- Bonner, T. (1990). *Storage of seeds: potential and limitations for germoplasm conservation*. For. Ecol. Manage 35:35-43; <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378112790902309#:~:text=Seeds%20can%20be%20grouped%20into,content%20or%20thin%20seed%20coats%3B%20>.

- Bravato, M. (1974). *Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela*. Acta Bot. Venez. 9(1-4): 317-361. ; <https://www.jstor.org/stable/41740646>.
- Cabrera, E. (2000). *Manual para el beneficio de las semillas*. Cali : Centro internacional de Agricultura Tropical; http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB118.3_A33_Manual_para_el_beneficio_de_semillas.pdf.
- Caicheo, A. M. (2008). *Almacenamiento y algunos protocolos de rutina para la mantención de semillas*. Punta Arenas, Chile: Universidad Magallanes - Facultad de Ciencias; http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/caicheo_barrientos_2008.pdf.
- Calle, G. (2016). *Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales de la región del sur del Ecuador*. Loja - Ecuador : Universidad Técnica Particular de Loja.
- Camacho, A., & Giles, M. (2010). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos*. México: Facultad de Química, UNAM.
- Cardona, C., Hermes, a., & Hernández, J. (2010). *Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (Gynerium sagittatum Aubl.)*. Argentina: Universidad de Córdoba, Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales de Clima Cálido,.
- Castillo Cabrera, N. S. (2012). *Análisis del comportamiento del aliso *Alnus nepalensis* D. Don, asociado con *Brachiaria decumbens* Staff Y Pasto Miel *Setaria Sphacelata* (Schumach) Staff & C. E. Hubb Y Pasturas En Monocultivo*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

- Castrillón, J., & Carvajal, E. (2008). *El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (Vaccinium meridionale Swartz) en diferentes sustratos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- CATIE. (2000). *Alnus acuminata Kunth*. Turrialba: Proyectos Forestal en América; <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0008s/A0008s18.pdf>.
- Ceballos, Á., & López, J. (2016). *Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento*. Nariño: Universidad de Nariño.
- Centro para el Control y Prevención de Enfermedades. (2020). *Los mohos (hongos) en el medio ambiente*. Oregón: National Center for Environmental Health.
- Cerovich, M., & Miranda, F. (2004). *Estrategia básica para la seguridad alimentaria*. Maracay, Aragua, Venezuela: CENIAP.
- Cevallos Rondón, J. L. (2017). *Determinación de la ubicación geográfica de Alnus nepalensis D. Don en la zona de Intag noroccidente del Ecuador*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Cevallos, M. P. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT, de la parroquia rural de Apuela*. Cotacachi: Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial rural de Apuela.
- CONAFOR. (2012). *Alnus acuminata H.B.K.* Brazil: conafor.gob; Paquetes Tecnológicos; <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/882Alnus%20acuminata.pdf>.
- Consejo de Educación Superior [CES]. (2017). *Reglamento de Régimen Académico*. Quito: Alpallana y Francisco flor E6 - 113.
- Córdoba, R. (2019). *Aplicación de extractos vegetales en la propagación asexual de estacas de valeriana (Valeriana sp)*. Ambato - Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

- De Atrip, N., & Roilly, C. (2007). Germination response of alder and birch seeds to applied gibberellic acid and priming treatments in combination with chilling. *HAL-archives ouvertes.fr*, <https://link.springer.com/article/10.1051/forest:2007015>.
- De Luca, N. (2010). *Características de las semillas, tratamientos pre germinativos, técnicas de recolección y almacenamiento*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.
- De Luca, N. (2010). *Características de las semillas, tratamientos pre germinativos, técnicas de recolección y almacenamiento*. Argentina, Buenos Aires: <https://cursoreforestacion.files.wordpress.com/2010/05/tecnicas-y-tratamientos-pre-germinativos.pdf>.
- Díaz, D., & Telo, J. (1994). *Un inventario fúngico de las semillas de lenteja (Lens culinaris Medik.) recolectadas en Castilla-La Mancha*. La Mancha: Servicio de Investigación y Experimentación Agraria.
- Doria, J. (2010). *Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento*. Cuba: I Reserva Científica del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700. .
- Duke, J. (1981). *Alnus nepalensis D. Don Indian Alder, Nepalese Alder*. Recuperado el 19 de JUNIO de 2018, de https://hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Alnus_nepalensis.html
- FAO. (2014). *Normas para banco de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma. Recuperado el 14 de JUNIO de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i3704s.pdf>
- FAO. (2019). *Materiales para capacitación en semillas - Módulo 6: Almacenamiento de semillas*. . Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- GAD Cantonal de Ibarra. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Ibarra.*
- Gimeno, A. (2014). *Principales factores condicionantes para el desarrollo de los hongos y la producción de micotoxinas (2-5).* Lisboa - Portugal: Salón Internacional de la Avicultura y Ganadería SIAG 2014.
- Gunn. (1984). *Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Faba-ceae).* . Washington DC. : Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Faba-ceae). Technical BuAgricultural Research Service. Uni-ted States Departament of Agriculture .
- Harrington, C. A., Leslie, C., & Dean, S. (2010). *Alnus P. Mill.* Washington: USDA Forest Service's; https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_ah727_part2_p232-242.pdf.
- Heyker, L. (2018). *Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. cultrop [online].* La Avana-Cuba: Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).
- International Seed Testing Association [ISTA]. (1993). *Reglas Internacionales de Análisis de Semillas.* Madrid, España. Recuperado el 14 de JUNIO de 2018, de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/28126_all.pdf
- ISTA, I. S. (2016). *International Rules for Seed Testing.* . SUIZA: ISTA, PO Box 412, CH-8046 Zürich,. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19990307875>
- Jiménez Sánchez , J., & Patiño Uyaguari , C. (2019). *Germinación, desarrollo inicial y supervivencia de plántulas bajo diferentes condiciones de almacenamiento de semillas de tres especies nativas de bosques del Parque Nacional Cajas.* Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Jordán, M., & Casaretto , J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas.* La Serena - Chile: Ediciones Universidad de La Serena,.

- Lallana, V. (2011). *Fisiología vegetal*. Panamá: Universidad Nacional de Entre Ríos.
- MAGAP. (2016). *Manual de Procedimientos "Identificación de Fuentes Semilleras y árboles Plus"*. Guayaquil, Guayas, Ecuador : Secretaría de Producción forestal. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <http://spf.agricultura.gob.ec/manual-procedimiento-fuentes-semilleras-arboles-plus.pdf>
- Mantilla , Á. (2008). *Desarrollo y germinación de las semillas*. Chile: 978-84-481-5168-3 (Edición McGRAW HILL).
- Matango, W. (2019). *Evaluación Fenológica del Alnus Nepalensis D. Don En base a la altitud en la zona de Íntag, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Medina, Y. (2016). *Evaluación de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento presentes en Salix chiliensis Molina mediante bioensayos en Vigna radiata (L.) R. Wilczek y Rubis ulmifolius Schott*. Arequipa - Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Ministerio del Ambiente [MAE]. (2010). *Norma de semillas Forestales*. Quito, Ecuador: Ecuador Forestal.
- Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE]. (2016). *Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente*. Quito, Ecuador: Lexis Finder.
- Niembro , A. (1989). *Semillas de plantas leñosas*. México : Limusa.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., & Jamnadass, R. (2009). *The Agroforestry Database*. Kenia: World Agroforestry Centre.
- Ospina , M., Hernández, R., & Gómez , D. (2005). *Guías Silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana*. Colombia : Héctor Fabio Ospina Ospina - Cenicafé; BLANECOLOR.

- Palma, J. (2019). *Evaluación del efecto de extractos del Sauce (salix babylonica) sobre el crecimiento y desarrollo en cítricos injertados, en el cantón Mira provincia del Carchi*. San Golquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Pinedo , M. (2011). *Métodos de análisis de semillas*. Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
- Pradhan, B., & Badola, H. (2012). Effect of Storage Conditions and Storage Periods on Seed Germination in Eleven Populations of Swertia chirayita: A Critically Endangered Medicinal Herb in Himalaya. *The scientific World JOURNAL*, 9; <https://downloads.hindawi.com/journals/tswj/2012/128105.pdf>.
- Queya, F. (2015). *Germinación y emergencia de semillas de aliso (Alnus acuminata) en cinco tipos de sustratos en la estación experimental Cota Cota de la Facultad De Agronomía - LA PAZ*. La Paz- Bolivia: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES.
- Quintana, O. (2009). *Los extractos vegetales y sus aplicaciones en la agricultura*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia,.
- Quiroz I. (2009). Vivero Forestal: Producción de plantas a raíz cubierta. En Quiroz I., *Vivero Forestal: Producción de plantas a raíz cubierta* (págs. 2 - 128). CONCEPCIÓN: INFOR Sede Bío-Bío. Recuperado el 14 de JUNIO de 2018, de <file:///C:/Users/HP/Downloads/Manual%20Viverizacia%20Nativo%202009%20-%20Chile.pdf>
- Ramos , C., Alvares, J., & Condori, J. (2019). La imbibición por frío mejora la tolerancia a la germinación del árbol andino Alnus acuminata al arsénico. *Springer Link*, 243 - 259.
- Rao, K., Hanson, J., Dulloo, E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8*. Roma, Italia: Bioersity International.

- Red Ecoturística de Intag [REI]. (2012). *Plan Estratégico de Turismo de Intag*. Cotacachi: Universidad de Otavalo.
- Rodríguez , J., & Nieto, V. (2004). *Programa de investigación en semilla forestales nativas*. Bogotá: Ministerio de Agricultura .
- Ruíz, W. (2014). *Evaluación de tres sustratos para la propagación de tilo (tilia cordata mill.) y sacha capulí (vallea stipularis) con la aplicación de tres hormonas de enraizamiento en el vivero del GAD. Municipal del cantón Mejía 2014*. Cotapaxi: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2021). *Plan Nacional de Creación de Oportunidades* . Quito, Ecuador: Senplades.
- Sevilla , A. (2020). *Determinación de métodos de conservación de semillas de Alnus nepalensis D. Don. (Aliso del Nepal)* . Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Sierra, R. (1994). *Land uses strategies of household based enterprises, the market forces, national policies, and local condition*. Ohio, EUA: The Ohio State University Ohio.
- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Quito, Ecuador: Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends.
- Sisa, M. (2017). *Evaluación de extractos vegetales como alternativa ecológica para accionar el enraizamiento de estacas de rosa (Rosa spp.)*”. Ambato - Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Tapia, V. C. (2011). “*Crecimiento Inicial del Aliso (Alnus Acuminata Hbk) Asociado con haba, maíz con y sin fertilizante en la Parroquia El Carmelo, provincia del Carchi.*”. Ibarra - Ecuador: Universidad Tècnica del Norte.
- Tierra forestal S.A.S. (2010). *Aliso (Alnus acuminata)*. Tolima: Este obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

- Trujillo , E. (2001). *Almacenamiento de Semillas Forestales*. Costa Rica: CATIE .
- Vásquez, S. (2008). *Efecto de las auxinas IBA y ANA en el enraizamiento de estacas forestales de las especies *Alnus acuminata* y *Polylepis racemosa* Cayambe 2008*". Cayambe: Universidad Politecnica Salesiana- Sede Quito.
- Yumbopatin Tisalema, E. (2017). "*Efecto de soluciones nutritivas a base de semillas germinadas de maíz (*Zea mays*) y lenteja (*Lens culinaris*) en el cultivo de fresa (*Fragaria annanasa.*)*". Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

ANEXOS

FASE DE CAMPO



Foto 1: Recolección de frutos *Alnus nepalensis* en la zona Intag



Foto 2: Frutos de *Alnus nepalensis* en la zona Intag.



Foto 3: Secado de frutos de *Alnus nepalensis*.



Foto 4: Semilla de *Alnus nepalensis*.



Foto 5: Embazado y almacenamiento de semillas de *Alnus nepalensis*.



Foto 6: Refrigeración de semillas de *Alnus nepalensis*.

FASE DE LABORATORIO



Foto 7: Siembra de semilla de *Alnus nepalensis*.



Foto 8: Riego de la semilla de *Alnus nepalensis*.



Foto 9: Tratamientos y termómetro digital.



Foto 10: Tamizado de semilla de *Alnus nepalensis*.



Foto 11: Peso de semilla de *Alnus nepalensis*.

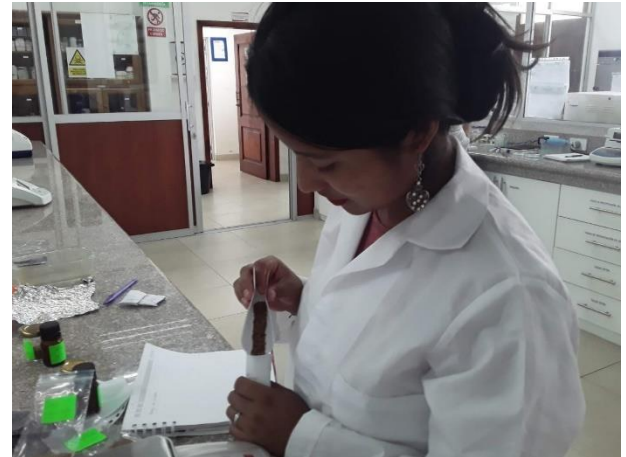


Foto 12: Embolsado de semilla de *Alnus nepalensis*.



Foto 12: Balanza eléctrica.



Foto 13: Tratamientos para ensayo de contenido de humedad.



Foto 14: Secado de semilla de *Alnus nepalensis*, en la estufa.

