



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

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

**DETERMINACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE *Alnus
nepalensis* D. Don. (Aliso del Nepal)**

AUTORA

Andrea Paulina Sevilla Vallejos

DIRECTOR

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

IBARRA – ECUADOR

2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

DETERMINACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don. (Aliso del Nepal)

Trabajo de titulación revisado por el Director y Miembros Asesores, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA FORESTAL

APROBADO POR TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.
Director de trabajo de titulación


PhD. Jorge Luis Cue
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

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



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



Ing. Mario José Añezco Romero, PhD.
Asesor de trabajo de titulación



Ibarra – Ecuador
2020



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 ciudadanía:	100386769-2		
Nombres y apellidos:	Andrea Paulina Sevilla Vallejos		
Dirección:	Barrio San Vicente – Av. San Vicente		
Email:	apsevillav@utn.edu.ec ; apsevilla26@gmail.com		
Teléfono fijo:	06 2908 138	Teléfono móvil:	0989524973

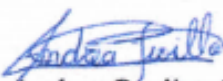
DATOS DE LA OBRA	
Título:	DETERMINACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE <i>Alnus nepalensis</i> D. Don. (Aliso del Nepal)
Autor:	Andrea Paulina Sevilla Vallejos
Fecha:	24 de agosto de 2020
SÓLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniera Forestal
Director:	Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

2. CONSTANCIA

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

Ibarra, 24 de agosto de 2020

EL AUTOR:



Srta. Andrea Paulina Sevilla Vallejos
C.I: 1003867692



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Andrea Paulina Sevilla Vallejos**, con cédula de ciudadanía **Nro. 100386769-2**; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en el Registro Oficial N°320 de la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, la misma que fue concebida en la Declaración Universal de Derechos Humanos por la Asamblea General de la ONU, en 1948, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominado **DETERMINACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don. (Aliso del Nepal)** que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniera Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Srta. Andrea Paulina Sevilla Vallejos

C.I: 1003867692

Ibarra, 24 de agosto de 2020

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 24 de agosto de 2020

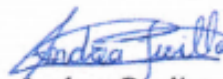
Andrea Paulina Sevilla Vallejos: **DETERMINACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don. (Aliso del Nepal)** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 24 de agosto de 2020. 81 páginas.

DIRECTOR: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

El objetivo general del Trabajo de Titulación fue: Determinar los métodos de conservación de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don. en condiciones ambientales y refrigeración empleando tipos de envases para el almacenamiento.

Fecha: 24 de agosto de 2020


PhD. Jorge Luis Cue
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN


Srta. Andrea Paulina Sevilla Vallejos
C.I: 1003867692

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mi abuelito Don Fernando Vallejos, quien con su ejemplo de vida y perseverancia me ha brindado ánimos en la culminación de mis estudios; de la misma manera a mi difunta abuelita la Sra. Olga Estévez ya que siempre estuvo presente en los momentos difíciles y de la misma fue un motor de aliento para superarlos y lograr todas mis metas en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer en primer lugar a mis padres, Milton Sevilla y Narciza Vallejos, al guiarme por el camino del respeto, responsabilidad y compromiso en la culminación de mis decisiones

De la misma manera a mis hermanas, Alejandra y Nataly que me han apoyado directamente e indirectamente a concluir mis estudios, sirviéndoles como ejemplo en sus vidas estudiantiles.

Por otro lado, agradecer infinitamente a los docentes que participaron en el trabajo de investigación el PhD. Jorge Cúe, el PhD. Mario Añazco, Mgs. Hugo Vallejos, Mgs. Manolo Carrión, PhD. Silvia Montes, Ing. Miguel Echeverría e Ing. María Vizcaino, los cuales han sabido participar con sus conocimientos y sus consejos en la investigación.

Finalmente agradecer muy sinceramente a aquellas personas que me ofrecieron su apoyo, Pablo y Mario.

TABLA DE CONTENIDO

APROBADO.....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iii
CIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	v
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE TABLA.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
1.2. Hipótesis	2
CAPÍTULO II	4
2.MARCO TEÓRICO	4
2.1. Fundamentación legal.....	4

2.1.1.	Constitución de la República del Ecuador de 2008 Art. 10 y del 71 al 74.....	4
2.1.2.	Código Orgánico Ambiental (COA).....	4
2.1.3.	Norma de semillas forestales	4
2.1.4.	Objetivo Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021.....	4
2.1.5.	Política y lineamiento estratégico 3.3.....	4
2.2.	Línea de investigación	5
2.3.	Fundamentación teórica.....	5
2.3.1.	Almacenamiento de la semilla.....	5
2.3.1.1.	Factores que afectan en la subsistencia de la semilla almacenada.	6
2.3.2.	Conservación de semilla.	7
2.3.2.1.	Métodos de conservación de semillas.....	8
2.3.2.2.	Condiciones de conservación.	9
2.3.2.3.	Tipos de envases para la conservación de las semillas.....	9
2.3.3.	Semillas.....	9
2.3.3.1.	Clasificación de la semilla.	10
2.3.3.2.	Estado de la semilla.	10
2.3.3.3.	Longevidad natural de la semilla.	11
2.3.3.4.	Morfología de la semilla del género <i>Alnus</i>	12
2.3.1.	Parámetros de la calidad de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.	12
2.3.1.1.	Pureza.	12
2.3.1.2.	Peso de la semilla.....	13
2.3.1.3.	Contenido de humedad.	13
2.3.1.4.	Poder germinativo.....	13
2.3.1.5.	Vigor germinativo.....	14
2.3.1.6.	Energía germinativa.....	14
2.3.2.	<i>Alnus nepalensis</i> D. Don.....	14
2.3.2.1.	Descripción botánica.	15
2.3.3.	Árbol candidato.	17
2.3.4.	Investigaciones relacionadas con el tema.	18
CAPÍTULO III.....		20

3.MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación del sitio	20
3.1.1. Político.....	20
3.1.2. Geográfica.....	21
3.1.3. Límites.....	21
3.2. Datos climáticos.....	22
3.2.1. Parroquia Peñaherrera.....	22
3.2.2. Antiguo Hospital San Vicente de Paúl.....	22
3.3. Materiales, equipos e insumos	22
3.4. Metodología.....	22
3.4.1. Fase de campo.....	22
3.4.1.1. Selección del sistema agroforestal.....	22
3.4.1.2. Población y muestra.....	23
3.4.1.3. Selección de árboles candidatos.....	24
3.4.1.4. Recolección de frutos.....	24
3.4.1.5. Extracción de la semilla.....	25
3.4.2. Metodología para la caracterización de la semilla.....	25
3.4.2.1. Forma.....	25
3.4.2.2. Tamaño.....	26
3.4.2.3. Color.....	26
3.4.2.4. Textura.....	26
3.4.3. Diseño del experimento de métodos de conservación de semillas.....	26
3.4.3.1. Factores de estudio.....	26
3.4.3.2. Tratamientos.....	26
3.4.3.3. Fase de laboratorio.....	28
3.4.4. Determinación de las variables dependientes.....	29
3.4.4.1. Pureza.....	29
3.4.4.2. Peso de la semilla.....	29
3.4.4.3. Contenido de humedad.....	30
3.4.4.4. Poder germinativo inicial.....	30

3.4.4.5. Poder germinativo.....	30
3.4.4.6. Vigor germinativo.....	31
3.4.4.7. Energía germinativa.....	31
3.4.4.8. Análisis estadístico.	31
CAPÍTULO IV	33
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Caracterización morfológica de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.....	33
4.1.1. Tamaño.	33
4.1.2. Color.	33
4.1.3. Forma.	34
4.1.4. Textura.....	35
4.2. Determinar la calidad de la semilla de <i>Aliso nepalensis</i> D. Don, según las normas ISTA	35
4.2.1. Pureza.	35
4.2.2. Peso de la semilla.....	36
4.2.3. Contenido de humedad.	37
4.2.4. Poder germinativo inicial.....	37
4.2.5. Ensayo de almacenamiento de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.....	38
4.2.5.1. Poder germinativo.....	38
4.2.5.2. Vigor germinativo.....	43
4.2.5.3. Energía germinativa.....	48
4.2.5.4. Contenido de humedad final.	48
CAPÍTULO V	50
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1. Conclusiones.....	50
5.2. Recomendaciones	50
6.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
7.ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	14
Tabla 2. Materiales e instrumentos	22
Tabla 3. Descripción del Factor A (envases), Factor B (medios) y Factor C (tiempos).....	27
Tabla 4. Matriz para el peso de 1000 semillas	30
Tabla 5. Análisis de varianza	32
Tabla 6. Diferencia de peso.....	36
Tabla 7. ANOVA del poder germinativo.....	39
Tabla 8. Pruebas de medias Tukey.....	40
Tabla 9. Kruskal – Wallis	44
Tabla 10. Pruebas de medias Tukey.....	46
Tabla 11. Contenido de humedad de los ocho tratamientos	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec 1. Tamaño de muestra.....	23
Ec 2. Tamaño de muestra ajustada	24
Ec 3. Tamaño	26
Ec 4. Pureza	29
Ec 5. Peso de la semilla	29
Ec 6. Contenido de humedad	30
Ec 7. Poder germinativo	30
Ec 8. Vigor germinativo	31
Ec 9. Energía germinativa.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestra dendrológica de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don. en la zona de Intag.	15
Figura 2. Hojas de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don. en la zona de Intag.	16
Figura 3. Flores de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don. en la zona de Intag.	16
Figura 4. Fruto de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don. en la zona de Intag.	17
Figura 5. Árbol candidato.	18
Figura 6. Sitio de estudio (Fase de campo).	20
Figura 7. Sitio de estudio (Fase de laboratorio).	21
Figura 9. Tamaño de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.	33
Figura 10. Contraste de color de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.	34
Figura 11. Contraste de la forma de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.	34
Figura 12. Textura de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.	35
Figura 13. Pureza de la semilla de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.	35
Figura 14. Contenido de humedad de semillas de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don.	37
Figura 15. Resultado de la prueba de Normalidad del poder germinativo.	38
Figura 16. Resultado de la prueba de Homogeneidad del poder germinativo.	39
Figura 17. Mejores resultados obtenidos.	42
Figura 18. Resultado de la prueba de Normalidad del vigor germinativo.	43
Figura 19. Resultado de la prueba de Homogeneidad del vigor germinativo.	44
Figura 20. Representación de los mejores tratamientos.	47

TÍTULO: DETERMINACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don. (Aliso de Nepal).

Autora: Andrea Paulina Sevilla Vallejos

Director: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

Año: 2020

RESUMEN

En 1995, en la zona de Intag se introdujo la especie arbórea *Alnus nepalensis* D. Don., que fue aceptada por los productores del sector. La práctica de la colecta de los frutos, extracción de semillas y almacenamiento, se realiza por los productores desde su experiencia empíricas, al no disponer de un instructivo o normativa que aborde estos aspectos de la semilla en la especie. Se constató escasa información científica respecto a la calidad y almacenamiento de las semillas de *Alnus nepalensis* D. Don., es así que se planteó los objetivos de caracterizarle morfológicamente, determinar su calidad y los métodos de conservación más adecuados. La colecta de semillas se realizó en la finca del Sr. Manuel Torres, ubicada en sector Los Bunques, parroquia de Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura; de individuos seleccionados con criterios de árbol candidato. Se realizó la caracterización de la semilla y se determinó de las mismas según normas ISTA, 2016. El experimento constó de tres factores y sus niveles: envases (cristal traslucido y ámbar, funda traslucida y oscura), medios (refrigeración y natural) y tiempo (seis meses), se aplicó un diseño irrestricto al azar. La semilla de *Alnus nepalensis* D. Don. morfológicamente presentó un tamaño de 1,93 mm de ancho y 2,33 mm de largo relativamente pequeño, color amarillo característico de la especie, una forma Harp – shaped, semejante a una arpa y textura lisa. Su pureza fue de 96,08%, considera alta, el peso de 1000 semillas de 0,03025g/1000semillas, siendo esta alada lo que ayuda en su dispersión anemócora, un 9,3% de contenido de humedad adecuado para la conservación y una germinación inicial de 20,5%. El mejor resultado con relación al poder y vigor germinativo fue el tratamiento de funda oscura a refrigeración a seis meses de conservación, con valores de 52,25% y 24,78, respectivamente. La semilla de *Alnus nepalensis* D. Don. mostró un incremento en poder y vigor germinativo, con mejores resultados el envase de funda plástica oscura a temperaturas bajas a seis meses de conservación.

Palabras clave: Almacenamiento, poder germinativo, vigor germinativo

TITLE: DETERMINATION OF SEED CONSERVATION METHODS OF *Alnus nepalensis* D. Don. (Alder of Nepal).

Author: Andrea Paulina Sevilla Vallejos

Director: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

Year: 2020

ABSTRACT

In 1995, the tree species *Alnus nepalensis* D. Don. Was introduced to the Intag area, which was accepted by the producers of the sector. The practice of fruit collection, seed extraction and storage is carried out by the producers from their empirical experience, since they do not have instruction or regulation that addresses these aspects of the seed in the species. Little scientific information was found regarding the quality and storage of the seeds of *Alnus nepalensis* D. Don., So the objectives of morphologically characterizing it, determining its quality and the most appropriate conservation methods were set. The seed collection was carried out on the farm of Mr. Manuel Torres, located in the Bunques sector, Peñaherrera parish, Cotacachi Canton, Imbabura province; of selected individuals with candidate tree criteria. The characterization of the seed was carried out and it was determined according to ISTA standards, 2016. The experiment consisted of three factors and their levels: containers (translucent glass and amber, translucent and dark cover), media (refrigeration and natural), and time (six months), an unrestricted design were applied at random. The seed of *Alnus nepalensis* D. Don. Morphologically it was 1.93 mm wide and 2.33 mm long, relatively small, yellow characteristic of the species, a Harp-shaped shape, similar to a harp and smooth texture. Its purity was 99.08%, it considers high, the weight of 1000 seeds of 0.03025g / 1000 seeds, this winged being what helps in its anemic dispersion, 9.3% moisture content suitable for the conservation and initial germination of 20.5%. The best result in relation to germination power and vigor was the treatment of dark cover with refrigeration at six months of conservation, with values of 52.25% and 24.78, respectively. The seed of *Alnus nepalensis* D. Don. showed an increase in power and germination vigor, with better results in the dark plastic sleeve container at low temperatures to six months of storage.

Key words: storage, germination power, germination force.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La garantía de la biodiversidad vegetal depende de varios métodos, pero fundamentalmente de dos, la conservación *in situ*, que hace referencia a la protección de los ecosistemas, hábitats naturales y al mantenimiento y recuperaciones de poblaciones viables de especies, y la conservación *ex situ*, que es la preservación de componentes de la biodiversidad biológica fuera de su hábitat natural (Salas, Téllez & Pardo, 2019). Se destaca que, los ensayos en *ex situ* tuvieron más relevancia, particularmente los bancos de semillas. El abastecimiento de material genético tiene sus dificultades en la conservación de la semilla; siendo el problema el tipo de semilla que tenga la especie, por lo cual la fisiología y manejo es fundamental en el instante de la colecta, por lo que las limitaciones técnicas y métodos de almacenamiento de la semilla genera pérdida de viabilidad y de la misma manera conlleva a la proliferación de hongos o bacterias (Hermann *et al*, 2010).

Los programas de mejoramiento genético forestal empiezan con la identificación y selección de individuos de alto rendimiento, lo que implica que los árboles selectos e identificados procedan de individuos sanos y un buen fenotipo (Vallejos *et al*, 2010). Grijalva *et al* (2016), recomiendan el uso de semilla proveniente de material genético importado de plantaciones forestales y sistemas agroforestales ya que aseguran la superioridad en las características fenotípicas que genotípicas; por otra parte el almacenamiento y comercialización de semillas forestales dentro del país no muestra un sistema coherente y articulado.

Es así, que el suministro de germoplasma forestal dentro del país no satisface las necesidades del agricultor ya que las procedencias de este material provienen de fuentes no probadas ni documentadas (Cué, Añazco y Paredes, 2019). Por lo cual, los agricultores de la zona de Intag han sabido reproducir la especie *Alnus nepalensis* D. Don. con bases empíricas, al demostrar que presenta ciertas características dasométricas y ecológicas, entre las que se pueden nombrar: recuperador de suelos, mantenimiento ecológico de las fuentes hídricas, generador de biomasa, sobra, entre otros (San José, Janeiro y Corredoira, 2010). Una práctica de conservación que se aplicado es la crioconservación de germoplasma, siendo este método de gran utilidad, pero a la vez tiendo una serie de protocolos en la entrega de resultados exitosos, sin embargo, hasta la actualidad los estudios sobre el tema son escasos siendo la información limitada;

En el ámbito de los recursos fitogenéticos, la conducta fisiológica en el almacenamiento de las semillas de una especie y su longevidad determina cómo conservarlas para su uso. Al tratarse de un método factible y económico, el almacenamiento de semilla es preferido en un 90% de la conservación ex situ (Hanson, 2007). Por tal razón en la garantía de la disponibilidad de semillas en la conservación de bancos de germoplasma, se debe realizar el manejo del material germinativo, que incluye conocer y aplicar todos los pasos, desde su preparación, cosecha, almacenamiento y su disposición final. Es importante mencionar que del correcto manejo dependerá la obtención de material genético y plántulas de calidad (Ramos, 2015).

Así, en la zona de Intag los agricultores han visto a esta especie como un socio para hacer sostenibles sus sistemas agrícolas, silvícolas y ganaderos; ya que permite recuperar suelos, brinda sombra, aporta con biomasa al suelo, crecimiento rápido y otros. Y con vista socioeconómica *Alnus nepalensis* D. Don., permitió a los agricultores de la zona incrementar sus ingresos por medio de la venta de la madera, plantulas de vivero y semillas (Añazco, Vallejos y Vizcaíno, 2018); es así esta investigación se realizó para determinar los métodos de conservación de la semilla más adecuados y de esa manera contribuir con información científica – técnica a los productores, instituciones y empresas públicas que fomentan y financian planes de desarrollo agropecuario.

1.1. Objetivos

1.1.1. General.

Determinar los métodos de conservación de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don. en condiciones ambientales y refrigeración empleando diferentes tipos de envases para el almacenamiento.

1.1.2. Específicos.

- Caracterizar morfológicamente la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.
- Determinar la calidad de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don, según las normas ISTA.

1.2. Hipótesis

Ha: Las semillas de *Alnus nepalensis* D. Don. en los diferentes envases, y en las dos formas de almacenamiento presentan similares comportamientos, en lo que respecta a la germinación.

Ho: Las semillas de *Alnus nepalensis* D. Don. presenta diferentes comportamientos en los que respecta a la germinación en al menos uno de los envases y en una de las condiciones de ambientales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación legal

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador de 2008 Art. 10 y del 71 al 74.

La Constitución de la República del Ecuador de 2008, hace presente que en los siguientes artículos 10 y del 71 al 74, expresan los derechos sobre la naturaleza. Es así que la naturaleza será sujeto de aquellos derechos que se le reconozca en la Constitución (Asamblea Constituyente, 2008).

2.1.2. Código Orgánico Ambiental (COA).

El COA, se pronuncia de la conservación de la biodiversidad esta se realizará *in situ* o *ex situ* dependiendo sus características ecológicas, niveles de endemismo, categorización de especies amenazadas de extinción; lo que salvaguarda el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política expuesta por la Autoridad Ambiental Nacional (Asamblea Nacional, 2017).

2.1.3. Norma de semillas forestales

Esta fue promulgada en el Acuerdo Ministerial No. 003, Registro oficial No. 269, la cual se emite las regulaciones de semillas forestales, en la comercialización, identificación de fuentes semilleras y otros (Asamblea Nacional, 2017).

2.1.4. Objetivo Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021.

La actual investigación se enmarca en el objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo donde dice: “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones (SENPLADES, 2017).

2.1.5. Política y lineamiento estratégico 3.3.

Se expresa en la promoción de buenas prácticas ambientales las mismas que aporten a la disminución de la contaminación, 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, 2017).

2.2. Línea de investigación

El estudio se enmarca en la línea dos de investigación de la Universidad Técnica del Norte: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.3. Fundamentación teórica

2.3.1. Almacenamiento de la semilla.

La semilla, al considerarse un organismo vivo requiere de condiciones específicas de almacenamiento el cual le permita conservar su viabilidad (poder germinativo); por lo cual es común que la semilla que se obtenga no se la vaya a utilizar al instante. Es así que el propósito es almacenarla en condiciones adecuadas para ser utilizada posteriormente, tal que esto se lo debe planificar cuidadosamente con los requerimientos de los factores ambientales en donde influyen al deterioro de la semilla (Reveles *et al*, 2013). El secado y almacenamiento tienen una estrecha relación lo que quiere decir que la humedad y la temperatura (ambiente físico imperante) juegan un papel importante en este tema. Los agricultores y técnicos con frecuencia al almacenamiento atribuyen pérdidas de germinabilidad, por la proliferación de hongos en la etapa de almacenamiento.

Por lo cual, se debe comprender el problema del almacenamiento en algunos conceptos básicos sobre la naturaleza de las semillas y estar al tanto de los ambientes físicos que se requiera para la conservación (CIAT, 1992). Según Vernooy, Sthapit y Bessette, (2018) el mantener limpia, sana y viable la semilla se debe contar con instalaciones, muebles, equipos y métodos adecuados, los mismos que para empezar pueden ser sencillos y pequeños y con el tiempo se los puede mejorar. En las instalaciones debe haber mecanismos de ventilación o enfriadores eléctricos para mantener equilibrada temperatura y humedad.

El almacenamiento de la semilla de *Alnus acuminata*, han empleado los siguientes envases: bolsas plásticas o frascos traslucidos herméticamente sellados, en cámaras de refrigeración a 3 – 5°C. Esta semilla almacenada por un año en refrigeradores comunes pierden alrededor del 2% del poder germinativo del 50% de germinación que se sugiere en semilla fresca; estudios en germinación en Ecuador alcanzaron hasta un 80%. Es así, que para un almacenamiento adecuado es aconsejable colectar de árboles que están en un rango de 10 a 13 años de edad, en donde se produce más semilla viable (Rodríguez, 1995). En la investigación “Efecto de la posición de los frutos en el estrobilo y tamaño de los mismos, sobre el porcentaje de germinación en *Alnus acuminata* h.b.k. (Betulaceae)”, en esta especie utilizaron un almacenamiento en refrigeradoras a 3°C, los envases utilizados fueron frascos de vidrio y la

semilla fue colectada de especímenes de 30 años de edad; dando esto un efecto positivo en el ensayo de germinación (Ruiz y Orozco, 1986).

No obstante, se halle la semilla físicamente dentro de su fruto o vaina, biológicamente ésta inicia su fase de almacenamiento a partir que llega a la madurez. Esta etapa se puede dividir en tres fases (CIAT, 1992):

- a) **Fase de secamiento:** se la realiza cuando la semilla ha llegado a su estado de madurez y estando su humedad por debajo del 13%.
- b) **Fase de acondicionamiento:** donde la semilla es tratada, seleccionada y envasada.
- c) **Fase de bodega:** más conocida como la fase de almacenamiento.

De la misma manera, la semilla se puede almacenar en diversos periodos, los cuales se citan a continuación (Willian, 1991).

- a) **Hasta un año:** en este periodo es cuando la producción de semillas y la forestación son de una manera anual, pero toca esperar a la época de siembra.
- b) **De uno a cinco años o más:** en este tiempo es cuando la semilla se encuentra escasa, es así que se colecta en años donde la producción de semilla es suficiente para satisfacer en años intermedios.
- c) **De largo plazo:** con fin de conservar recursos genéticos. Como consecuencia, la longevidad de la semilla que varía entre especies y las condiciones de almacenamiento donde ayudan a que el tiempo sea más prolongado de conservación.

2.3.1.1. Factores que afectan en la subsistencia de la semilla almacenada.

Willian (1991), menciona que los causas en la duración vital de la semilla dependera de los siguientes enunciados:

- a) **Estado de la semilla:** La semilla debe presentar un buen estado, de esa manera evitara la pérdida de viabilidad en condiciones de almacenamiento adecuadas (Holmes & Buszewicz, 1958).
- b) **Condiciones de almacenamiento y envejecimiento de las semillas:** como todo ser vivo las semillas cumplen un ciclo de envejecimiento hasta llegar a la muerte. Es así que está influenciado por las condiciones de almacenamiento y la edad de la semilla, es el periodo que pasa entre la maduración y la recolección (Ellis & Roberts, 1981).
- c) **Atmósfera de almacenamiento:** la mejor manera de mantener este espacio adecuado, es disminuyendo la tasa de respiración anaeróbica, es decir suprimir el oxígeno de la atmósfera que rodea a las semillas; a su vez se puede utilizar otro tipo de gases los cuales son: CO₂, nitrógeno y mediante el vacío parcial o completo (Ellis & Roberts, 1981).

- d) **Contenido de humedad de la semilla:** El contenido de humedad de la semilla en equilibrio y la humedad relativa de la atmósfera son importantes en el proceso de almacenamiento, estas deben encontrar valores óptimos para la manipulación de la semilla y crear una atmósfera adecuada (Willian, 1991).
- e) **Temperatura de almacenamiento:** este factor al igual que el contenido de humedad tiene una conexión negativa en la longevidad de la semilla, ya que cuando la temperatura baja es tanto menor la tasa de respiración, y en consecuencia alarga el periodo de vida de la semilla almacenada (Cromarty, Ellis & Roberts, 1982).
- f) **Luz:** Este factor no es muy relevante como los mencionados anteriormente, pero se ha aconsejado que la luz (rayos ultravioletas) son perjudiciales para las semillas lo cual existen pocos estudios del tema. Por tal motivo, se recomienda el empleo de recipientes metálicos opacos. En especies que sean afectadas por la luz y botellas de vidrio a especies que no les afecte este fenómeno lumínico (Godfrey & Harrington, 1970).

2.3.2. Conservación de semilla.

La conservación es una función importante, ya que con bancos de germoplasma (semillas) se logra conservar material genético de varias especies evitando la pérdida de estos individuos en varios lugares del mundo (Vernooy, Sthapit y Bessette, 2018). La conservación de las semillas apropiadamente dependerá de las condiciones ecológicas de la región, bodega o almacén disponible; el tipo y condición de la semilla que se desea conservar y su tiempo de almacenaje (Arahón, sf). Los pasos adecuados a seguir para una buena conservación son: limpieza de la semilla, aventado, cribado, secado, tratamientos sanitarios y almacenamiento adecuado (Ruíz, 2013).

En investigaciones relacionadas con la conservación de semillas, como por ejemplo “Conservación de semillas de cedro australiano (*Toona ciliata*)”, manifiesta que los tratamientos conservados temperatura ambiente y refrigeración (27 y 4 °C), las semillas no han presentado germinación a comparación de conservación en freezer y nitrógeno líquido (- 18 y - 196 °C), las cuales han ofrecido en un rango de 80 y 90% de germinación en un periodo de doce meses (Scocchi *et al*, 2004). Ceballos & López, (2009), afirma que en la investigación “Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento”, se evaluó la calidad de la semilla, la misma que se aplicó tres temperaturas de almacenamiento (4°C, 12°C y ambiente) dentro de un tiempo de seis meses; estas a estas semillas se les aplicaron varios tratamientos según un CH preestablecido y diferentes tipos de envases, los mismos que fueron colocados en cuartos fríos para su respectiva evaluación de germinación, siendo los

conservados a temperaturas de 12°C teniendo una conservación constante en semillas de aliso, dolera y cedrillo.

2.3.2.1. Métodos de conservación de semillas.

Se reconoce tres métodos de conservación de semillas siendo las siguientes (FAO, 2010):

a) Conservación *in situ*

Los recursos genéticos son diversidad genética, los mismos que se generan a partir de métodos como son: mutaciones recombinaciones moleculares. Este método tiene un principal objetivo consistiendo en la identificación de los procesos generatrices de la valoración genética y que se garantice su operatividad. En el contexto campesino la conservación *in situ* es la de promover la de mantener la variación genética, las innovaciones y demás en cultivos y vida silvestre (Casas, 2006). De la misma manera esta conservación hace referencia a la conservación agropecuaria a través de su uso incesante en procedimientos lucrativos gestionados por los ganaderos en medios de que las razas han evolucionado (FAO, 2010).

b) Conservación *ex situ in vivo*

Esta involucra diferentes técnicas para el almacenamiento de plasma genético, el cual presenta un alto valor como un recurso genético y se encuentra relacionados a programas de mejoramiento genético. Las técnicas que son utilizadas en este medio se las puede expresar de un alto valor en recursos económicos; de ésta se destaca la creación de bancos de germoplasma que pueden incluir muestras de plantas diferentes y de esa manera asegurar la productividad de la especie (Casas, 2006).

c) Conservación *ex situ in vitro*

El objetivo principal de la conservación *ex situ in vivo* de las diferentes modalidades de: zoológicas, acuarios, jardines botánicos, bancos de germoplasma y demás es la conservación de la diversidad de animales y plantas de la naturaleza; con un fin de mantener los procesos evolutivos que se han generado en la escala de organismos. Este tipo de conservación ayuda a mantener la población de posible amenaza (esto cuando la especie se encuentra ya en peligro de extinción), de esa manera existe la posibilidad de mantener a largo plazo, si no se las podría conservarlas *in situ*. La conservación *ex situ in vivo* se inició para mantener colecciones de variedades de gran importancia alimentaria en bancos genéticos; sin embargo, con el tiempo se ha ido incrementado la cifra de especies silvestres de diferentes condiciones climáticas a conservar lo que evidencia que este tema se ha vuelto cada día más importante como manejo de la biodiversidad (Valdés, 2008).

2.3.2.2. Condiciones de conservación.

Se debe considerar las condiciones de conservación posibles por la temperatura donde se tiene:

a) Condiciones de conservación al natural

Se considera un local sin acondicionador de aire, es decir, temperatura ambiente (Ortiz, Fé y Ponce, 2004).

b) Condiciones de conservación en refrigeración

Cámaras adecuadas con acondicionadores domésticos de aire y una temperatura que van entre 6 – 8°C (Ortiz, Fé y Ponce, 2004).

Referente a especies que poseen semillas de tipo ortodoxas, las condiciones para la conservación de la semilla son en ambiente con temperaturas de 5°C y en refrigeración con 22°C, y de esa manera asegurar su latencia en periodos extensos, es la información que presta la investigación “Inducción de latencia en semillas desecadas de *Scorzonera reverchonii*” (Compositae) conservación a baja temperatura (Copete, Herranz, Ferrandis y Herranz, 2018). De la misma manera otra investigación “Efecto del almacenamiento *ex situ* de semillas y de condiciones limunúnicas sobre la tasa de crecimiento de plántulas de *Crescentia alata* (Bignoniaceae)” (Valverde, Morales y García, 2019), que las condiciones de conservación están en un rango de 5 – 15°C lo más conveniente en refrigeración y temperaturas ambientes entre 22 – 24°C.

2.3.2.3. Tipos de envases para la conservación de las semillas.

Según Ortiz, Fé y Ponce (2004), manifiesta que los envases deben ser sellados y de esa manera evitar que exista intercambio con el medio y de esa manera no altere los resultados.

En lo que se refiere a envases de conservación de las semillas, se puede considerar las siguientes opciones:

- Frascos de cristal traslucido y ámbar
- Fundas herméticas traslucidas y oscuras

2.3.3. Semillas.

Es el órgano reproductor presente en las plantas fanerógamas, es decir plantas con semilla. Estas proceden del óvulo fecundado, el mismo que está compuesto por: el embrión, endospermo, cotiledones (tejidos nutritivos) y tegumentos protectores (Acuña, 2012). Las

semillas terminado su desarrollo en la planta madre, entran en un estado de reposo hasta el momento donde las condiciones favorables se presenten para su germinación (Pita, sf).

2.3.3.1. Clasificación de la semilla.

Según los requerimientos de almacenamiento las semillas se clasifican de la siguiente manera (Trujillo, sf):

a) Semillas recalcitrantes

Estas semillas son susceptibles a deshidratación, por lo cual si su contenido de humedad (CH), es por debajo del 20% sufren daños irreversibles y siendo susceptible al ataque de micro – organismos (SEEDS, 2005). Se caracterizan por su sensibilidad a la deshidratación y pérdida de viabilidad rápida, lo cual hace limitada en procesos de almacenamiento (Magnitskiy y Plaza, 2007); en este proceso la semilla se la debe mantener un ambiente húmedo para reducir la desecación, a pesar de que sus riesgos de contaminación o pudrición de la semilla son elevadas (Doria, 2010). Según Berjak, (2010) afirma que las semillas recalcitrantes debido a su sensibilidad a la deshidratación y rápida pérdida de viabilidad, es debido a su amplia gama de variedades que existe entre las especies con este tipo de semilla, siendo esto un impedimento en el almacenamiento.

b) Semillas ortodoxas

Las semillas ortodoxas a diferencia de las recalcitrantes soportan la desecación y alcanzan la madurez en la planta madre (Doria, 2010); es así que estas semillas se las almacenan en estado seco, en periodos extensos y por un tiempo prolongado en condiciones específicas (Berjak, 2010). Según Galíndez *et al.*, (2015) afirma que, estas semillas toleran CH de 3-7% y pueden ser almacenados en temperaturas desde 0 a 12°C, por lo tanto estas semillas pueden ser conservadas en bancos de germoplasma. Las semillas ortodoxas por sus características sobresalientes de poderlas almacenar con contenidos de humedad bajo y temperatura, pueden sobrevivir un largo plazo, por esto representa una medida de respaldo para la biodiversidad genética contra la pérdida de poblaciones (Gold, León y Way, 2004).

2.3.3.2. Estado de la semilla.

Willian (1991), afirma que para definir el estado de la semilla, esta debe tomar en cuenta los siguientes factores:

a) Madurez de la semilla

Esta se determina cuando el embrión alcanza su máximo desarrollo, es decir, ha completado desde el punto de vista morfológico y fisiológico. Esta se suele lograr en la misma planta, pero existen especies que diseminan sus semillas antes (Doria, 2010).

b) Efectos parentales y anuales

Está dado de la selección de un árbol padre cuando la colectan semillas en un buen año de producción. Cuando estas son recolectadas en ese año, se asegura una vida prolongada en el almacenamiento (Willian, 1991).

c) Ausencia de daños mecánicos

Son los daños provocados en la extracción, limpieza y otros, los cuales afectan en la viabilidad de la semilla. De la misma manera el calor excesivo y secado de la semilla en la preparación del proceso de almacenamiento, hay que procurar que los tiempos empleados sean adecuados (Stein, Slabaugh & Plummer, 1974).

d) Ausencia de deterioro fisiológico

Un manejo deficiente de los bosques, durante el transporte o el procesamiento puede deteriorar el fisiológicamente a la semilla; por ende, las semillas ortodoxas deben tener ventilación de esa manera se evita la respiración rápida (Willian, 1991).

e) Ausencia de hongos e insectos

No es recomendable recolectar semillas de especímenes que hayan sido atacados seguidamente. Especies que se almacenen en temperaturas y contenido de humedad bajo estas condiciones deben mitigar la proliferación de hongos o insectos (Magini, 1962).

2.3.3.3. *Longevidad natural de la semilla.*

Es el tiempo el cual la semilla puede permanecer viable aún sin germinar; esto está dado por la calidad de la recolección, los tratamientos que se sometan entre la recolección y el almacenamiento y las condiciones de almacenamiento. Mientras que la longevidad de la semilla también dependerá del comportamiento de la especie o género, así se apliquen los mismos tratamientos (Willian, 1991). De la misma manera Ewart & White (1908), clasificó a las semillas en tres clases biológicas, según su tiempo de duración en buenas condiciones de almacenamiento:

- Microbióticas: periodo vital menor de tres años
- Mesobióticas: periodo vital de tres a cinco años
- Macrobióticas: periodo vital de 15 a 100 años

2.3.3.4. Morfología de la semilla del género *Alnus*.

El estudio de la morfología de la semilla es importante en el manejo agrícola, silvícola de forestación y conservación, ya que con eso se asegura la variabilidad genética actual y futura, además asegura el éxito en las futuras plantaciones (Cueva, 2016). Arnáez (1999), asegura que conocer la morfología de la semilla es importante para conocer diversos aspectos como son la dispersión, la depredación y manipulación de la semilla en sus diferentes usos.

Según Quispe (2015) la morfología de *Alnus acuminata*, localizado en condiciones agroclimáticas de cabecera de valle con una temperatura media de 13°C, humedad relativa del 46% y una precipitación de 467 mm en promedio anual; presenta tamaño de 0,65 mm de ancho y 1,34 mm de largo, forma elíptica y color café claro. En esta investigación realizada en Colombia, esta especie se localiza en las Cordilleras central y oriental conocido como “Bosque nublados” y su desarrollo es en suelos de origen volcánico se encuentran especímenes de 15 a 40 m de altura con diámetros de 60 cm con buenas características fenotípicas; sus semillas presentan forma elíptica, color marrón claro brillante y tamaño de 0,65 a 1,34 mm de largo (Ospina *et al*, 2005). Así Cueva (2016) en su investigación realizada en la Provincia de Loja, los árboles fueron seleccionados de dos distintas formaciones de bosque montano, como también otro factor ha sido la época de colecta donde la caracterización morfológica en cuanto a la forma es elíptica aplanada, color café claro y textura lisa.

2.3.1. Parámetros de la calidad de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.

En la calidad de las semillas es referirse específicamente en las condiciones que se presentan las semillas, es por ello que la pureza, peso de la semilla, contenido de humedad, poder germinativo, energía germinativa y vigor germinativo determinan las propiedades de la semilla (ISTA, 2005).

2.3.1.1. Pureza.

La pureza física de la semilla se relaciona con la ausencia de material inerte mezclado, semillas abruptas o de otra especie, para que no afecte en la etapa de almacenamiento y sean focos de infecciones o contaminaciones (INTA, 2013).

Salazar (2000), realizando un manual técnico de manejo de especies forestales afirma que *Alnus acuminata* Kunth posee una pureza física entre 45 a 60%. Según Herrera (2016) en su investigación realizada en la provincia de Loja – Ecuador, con temperaturas promedio de 15 a 17°C y precipitaciones de 2500 a 5000 mm anuales *Alnus acuminata* obtiene rangos de pureza

de 86 a 87,96% siendo altos y buenos. De la misma manera Cueva (2016) afirma que la pureza fluctúa entre 69,25 a 93,51% de especímenes de dos distintas formaciones de bosque montano.

2.3.1.2. *Peso de la semilla.*

Esta está definida, como el valor que marca una balanza al pesar cierta cantidad de semillas de cualquier especie (ISTA, 1993).

Herrera (2016) menciona en su investigación, que realizado el ensayo de peso de 1000 semillas se puede obtener un peso de 4,6 g en condiciones como se nombran en el punto anterior (2.3.1.1. Pureza). En la investigación “Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales de la Región Sur del Ecuador” con autoría de Guadalupe Margarita Calle Cueva (2016) el peso de la semilla oscila de 1,3 a 7,43 g. Según Quispe (2015) en su investigación “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"”, realizado el pesaje de ocho muestras obtuvo un promedio de 1,90 g.

2.3.1.3. *Contenido de humedad.*

Es necesario conocer el contenido de humedad de las semillas, para evaluar el momento adecuado de la cosecha y evitar inconvenientes durante el periodo de almacenamiento para la conservación de las semillas (Milver, 2016).

En la investigación “Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento” de la autoría Ceballos & López (2008) en cuanto al contenido de humedad es de 8,6%. Según Quispe (2016), en su investigación “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"” el contenido de humedad oscila 12 a 17,21%.

2.3.1.4. *Poder germinativo.*

Expresar en porcentaje el número de semillas que germinó y desarrolló plantas normales, cuando éstas son colocadas en condiciones favorables u óptimas para su desarrollo (ISTA, 1999).

Ceballos & López (2016), afirman que en sus ensayos de conservación de semillas de *Alnus acuminata*, en diferentes temperaturas (4°C, 12°C y ambiente) en tiempos diferentes (0, 3 y 6 meses) el porcentaje de germinación ha sido variado. En el mes cero a temperaturas de 4°C alcanzó un 27%, a 12°C obtuvo un 27% y al ambiente logró un 27%; a los tres meses a 4°C consiguió un 20%, a 12°C obtuvo un 21% y ambiente alcanzó un 3% y a los seis meses de

conservada el porcentaje de germinación a temperatura de 4°C fue de 22%, a 12°C fue de 18% y al ambiente se obtuvo un 2%. En la investigación “Crecimiento inicial del aliso (*Alnus acuminata* hbk) asociado con haba, maíz con y sin fertilizante en la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi”, demostraron que en la germinación en almacigo alcanza el poder germinativo fue de 7 a 15% de poder germinativo (Tucanés, 2013); de la misma manera esta semilla almacenada durante nueve meses en una bodega sin condiciones especiales el poder germinativo baja del 55 al 10% de germinación (Revelo, 2007).

2.3.1.5. *Vigor germinativo*

Es la propiedad que determina la capacidad de la semilla para lograr una ligera y equivalente germinación. De la misma manera ésta mide el potencial de emerger en el campo, un buen establecimiento del cultivo en diferentes condiciones y que tenga excelente capacidad de conservación en el almacenamiento. El vigor no es una propiedad que sea medible de la semilla (ISTA, 1993).

2.3.1.6. *Energía germinativa.*

Se define como la rapidez de germinación de una muestra de semillas en un tiempo fijo. Este se conoce como periodo de energía, que constituye para el día que sucede el mayor número de semillas geminadas (García, 1987).

2.3.2. *Alnus nepalensis* D. Don.

Originario de Pakistán, este de Nepal, norte de India, suroeste de China. El *Alnus nepalensis* D. Don., fue introducido a varios países: África, Asia suroriental y América central y sur. Esta especie ha sido incluida en varios ensayos: agroforestales, zonificación, trabajabilidad entre otros (Sharma & Ambasht, 1987). Prefiere climas húmedos y fríos, con una temperatura media anual de 13 – 26 °C y una precipitación de 500 a 2500 mm; opta por suelos húmedos y bien drenados (Dorthe, 2000). Sharma *et al* (1998), afirma que, es muy utilizada en la silvicultura y agrosilvicultura en el Himalaya oriental, siendo una especie nativa del sitio.

Tabla 1
Clasificación taxonómica

Descripción taxonómica	
Reino	Plantae
Familia	BETULACEAE

Género	<i>Alnus</i>
Especie	<i>Alnus nepalensis</i> D. Don
Nombre común	aliso de nepal, nepal aliso, aliso india, aliso

Fuente: Joker (2000)

A continuación se aprecia una muestra dendrológica de la especie *Alnus nepalensis* D. Don., donde se visualiza hojas, flores masculinas, femeninas e inflorescencias (figura 1)



Figura 1. Muestra dendrológica de *Alnus nepalensis* D. Don. en la zona de Intag.

2.3.2.1. Descripción botánica.

La especie *Alnus nepalensis* D. Don., es una de las 35 especies del género *Alnus* en todo el mundo (Duke, 1981). Esta es una especie que presenta diversos beneficios siendo éstos: fijador de nitrógeno, regenerador de suelos, productor de biomasa, comportamiento alelopático, distribución en la Zona de Intag y un buen comportamiento en sistemas agroforestales. Convirtiéndose en un árbol caducifolio o semicaducifolio con un tronco recto, que puede llegar a medir hasta 30 m de altura con un DAP de 60 cm; presenta ramitas acanaladas, grabas; una corteza gris oscura y pronunciadas lenticelas muy alargadas (Orwa, 2009).

a) Hojas

Simples, alternas, elípticas, oblongas a ovadas, miden entre 6 a 21 cm de largo y ancho de 4 a 10 cm, son enteras, sinuosas o denticuladas, una superficie crenada a sub – enteros, con 12 a 16 pares de nervios laterales, presentando una nervación boquidodroma, presenta un haz de color verde oscuro opaco y brillante, figura 2, el envés un verde pálido con puntitos, peciolo fuerte de 1,5 a 2 cm de largo (Orwa, 2009).

Haz

Envés

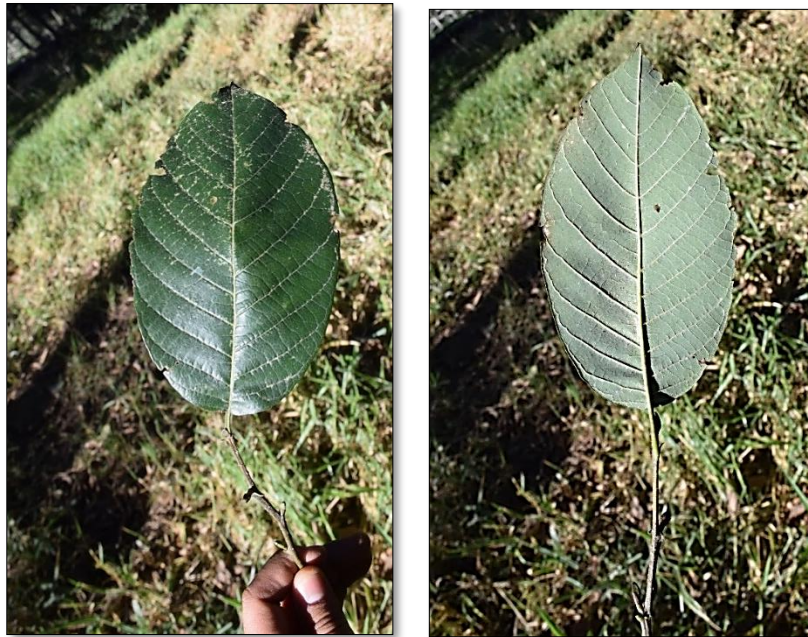


Figura 2. Hojas de *Alnus nepalensis* D. Don. en la zona de Intag.

b) Flores

Muestra flores masculinas en forma de amento distribuidas en todo el árbol, las flores femeninas se encuentran separadas de las masculinas (Orwa, 2009), que pueden estar en la misma rama; las flores masculinas terminan en una agrupación de amento en una panícula terminal que puede llegar hasta 16 cm de largo; por otro lado, las flores femeninas se juntan en pequeños racimos más conocidos como infrutescencias, cortos erectos y leñosos en su madurez (Duke, 1981).

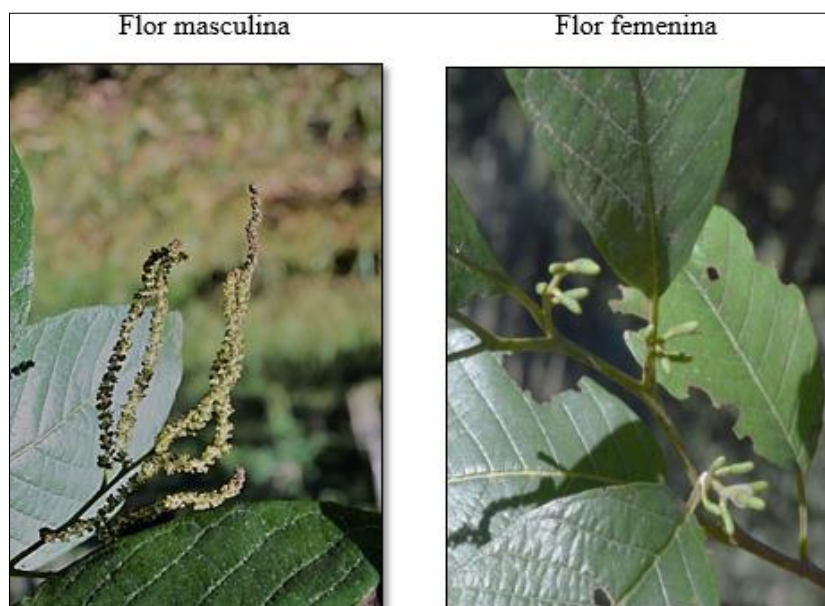


Figura 3. Flores de *Alnus nepalensis* D. Don. en la zona de Intag.

c) Fruto

Las flores femeninas o más conocidas como infrutescencias, se asemejan a conos como las latifoliadas; presentan un color marrón oscuro (Duke, 1981), en posición vertical sobre tallos cortos, una forma elíptica, compuesta de varias semillas, con escamas de madera; semillas con un color marrón claro, semicirculares y planas con dos alas membranosas (Orwa, 2009).

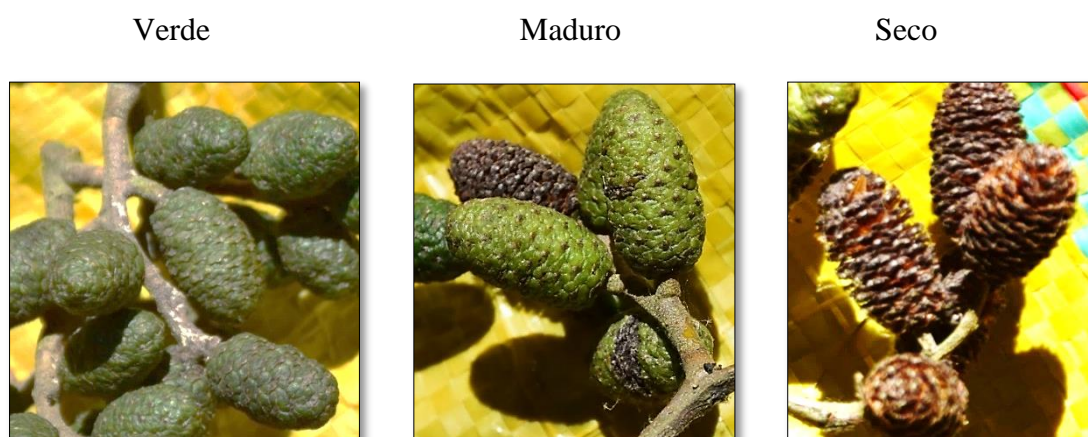


Figura 4. Fruto de *Alnus nepalensis* D. Don. en la zona de Intag

2.3.3. Árbol candidato.

En la selección de árbol candidato, se toma en cuenta los parámetros de selección del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2016), en el documento “Manual de procedimientos para la identificación de fuentes semilleras y árboles plus”; en este manual se ajustan las variables fenotípicas que debe presentar los individuos para la selección del árbol candidato, siendo las siguientes:

- Ser dominantes y en casos justificables se puede tomar los codominantes.
- Diámetro a la altura del pecho (DAP = 1,30 m) superior al promedio del lote o rodal.
- Un fuste que presente rectitud, sea cilíndrico y no tenga bifurcaciones.
- Demostrar un buen estado fitosanitario y vigorosidad.
- Una copa uniforme y balanceada.
- Las ramas deben presentar una inserción lo más cercano a 90°.



Figura 5. Árbol candidato

2.3.4. Investigaciones relacionadas con el tema.

Se tiene conocimiento de algunas investigaciones relacionadas con el tema dentro y fuera del país, las cuales se puede nombrar algunas de ellas. Ceballos & López en el año 2008 realizaron “Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento”, en la cual toma algunas especies forestales y se puede observar la especie *Alnus acuminata*, para la observación del comportamiento de la semilla en diferentes temperaturas en un tiempo de seis meses.

Cueva en el 2016, Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales la Región Sur del Ecuador, cual se obtuvo información acerca del contenido de humedad en la especie *A. acuminata*.

En La Paz, Bolivia, Quispe (2015) en su investigación “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"” se puede obtener información en la morfología de las semillas.

Ferrer, P., Albert, F., Arregui, J. M., Escribá, M., Ferrando, I., García, X., y Navarro, L. en el año 2011, con su investigación: “Frangula alnus subsp. baetica Conservación en la Comunidad Valenciana”, presenta técnicas de cultivo *in vitro* y manejo que se debe brindar a las semillas en la conservación.

Salazar en el año 2000, realizó un manual técnico de manejo de especies forestales entre ellas es *Alnus acuminata Kunth*, en este trabajo se pudo obtener información acerca de la pureza física del género *Alnus*.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio

3.1.1. Político.

La investigación se efectuó en dos fases:

La fase de campo se realizó en la finca del señor Manuel Torres, en el sector Los Bunques, zona el Cristal, parroquia Peñaherrera, de la zona de Intag, cantón Cotacachi, figura 6, ubicada a 63 Km al noroeste de la cabecera cantonal, provincia de Imbabura, Ecuador.

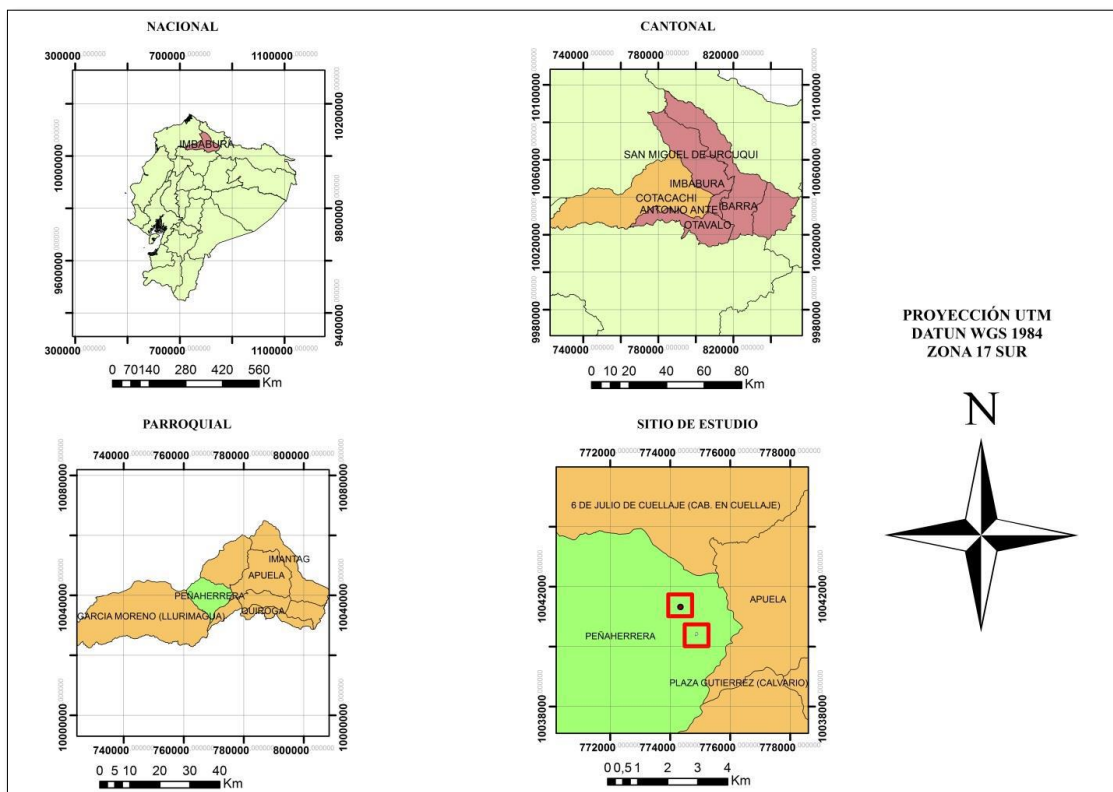


Figura 6. Sitio de estudio (Fase de campo)
Fuente: (Ocampo, 2018)

La fase laboratorio se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte, localizado en las instalaciones del antiguo Hospital San Vicente de Paul, figura 7, barrio San Francisco perteneciente al cantón Ibarra provincia de Imbabura, Ecuador.

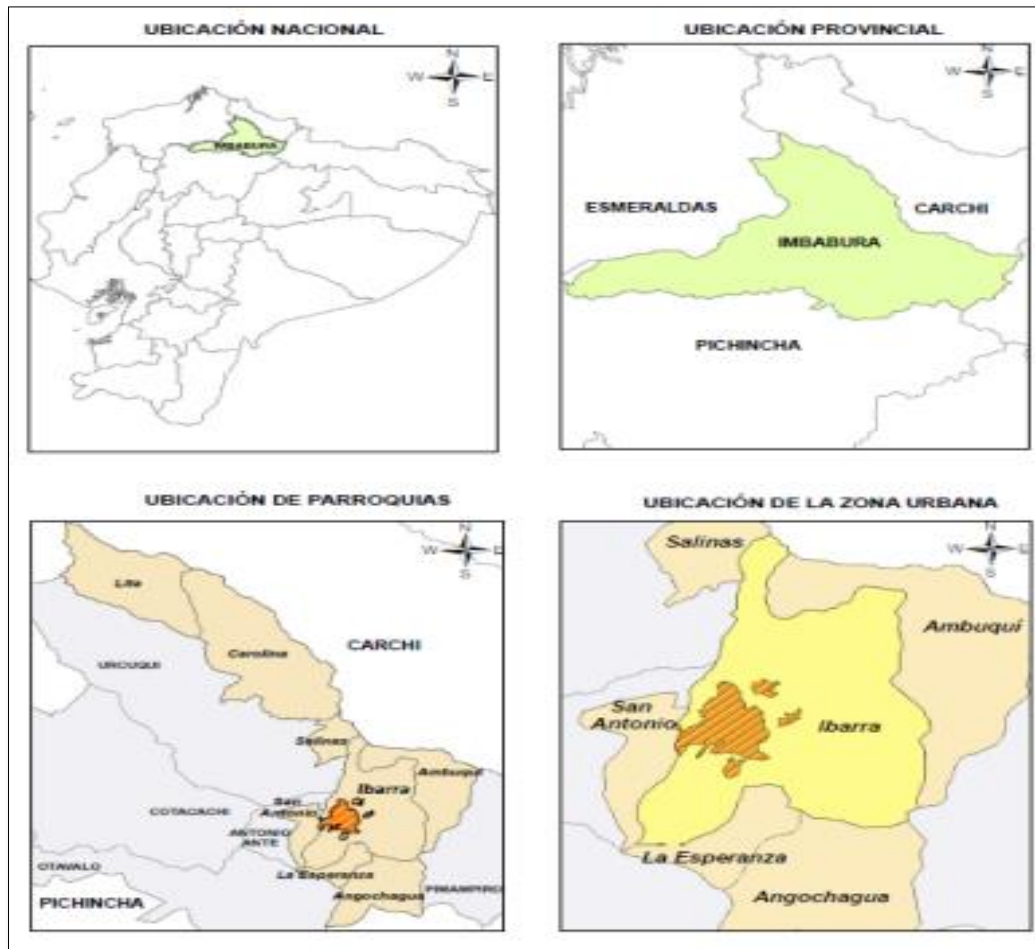


Figura 7. Sitio de estudio (Fase de laboratorio)
 Fuente: Secretaría Nacional de Planificación, SEMPLADES

3.1.2. Geográfica.

La propiedad del Sr. Manuel, se encuentra ubicada a los 78°31'48,334" de longitud W y 0°21'55,749" de latitud N, entre 1800 y 1850 m.s.n.m. de altitud.

El laboratorio de Biotecnología está ubicado a una latitud de 0°20'48.7" N, una longitud de 78°06'51.3"W y una altitud de 2228 m.s.n.m., (GAD Cantonal de Ibarra, 2015).

3.1.3. Límites.

La finca de Sr Manuel Torres limita, al norte con la propiedad de la señora Rocío Gómez, al sur con la propiedad del señor Licio Gómez, al este con el carretero vía Cuellaje y al oeste con el camino de entrada a La Libertad (Ocampo, 2018).

El laboratorio de Biotecnología limita, al Norte: Eugenio Espejo, al Oeste: calle Juan Montalvo, al Este: Av. 17 de Julio y al Sur: calle Juan de Velasco (GAD Cantonal de Ibarra, 2015).

3.2. Datos climáticos

3.2.1. Parroquia Peñaherrera.

Peñaherrera presenta dos unidades climáticas que son: muy húmedo subtropical y muy húmeda temperada; su temperatura oscila entre 12°C a 20°C, una precipitación anual entre 1414,2 a 1730,2mm. Se caracteriza por dos épocas de pluviosidad, lluviosa y seca; la primera se extiende desde diciembre a abril y la segunda va desde mayo a noviembre (GAD Parroquial de Peñaherrera, 2015).

3.2.2. Antiguo Hospital San Vicente de Paúl.

La temperatura interior del laboratorio oscila entre 18 a 23°C entre La humedad relativa de 40 a 50 % (Registro de Laboratorio , 2018).

3.3. Materiales, equipos e insumos

Tabla 2

Materiales e instrumentos

Materiales	Instrumento y equipos	Material vegetativo
Libreta de campo	Podadora aérea Truper	Semillas de <i>Alnus nepalensis</i>
Software Office 2010	Laptop hp	D. Don.
Cajas Petri	Cámara fotográfica Nikon	
Papel filtro Fundas de yute	Refrigerador doméstico Durex	
Frascos traslucidos y ámbar	Balanza de precisión	
Fundas traslucidas y oscuras	GPS Garming	
Bandejas de plástico	Estufa	
	Rociador de agua	
	Pinzas de disección	
	Lupa	

Elaborar por: La autora

3.4. Metodología

3.4.1. Fase de campo.

3.4.1.1. Selección del sistema agroforestal.

- De la información del trabajo de titulación se seleccionaron aquellas prácticas que estén en el rango de edad de siete a diez años de edad (Cevallos, 2017), para posterior utilizar la metodología de Añazco, Vallejos y Vizcaíno (2018).
- Se seleccionaron aquellas prácticas que fueran sistemas silvopastoriles.

- En el cálculo de tamaño de muestra se seleccionó los datos de los predios con características silvopastoriles. Como error se consideró al valor del límite de confianza al 0,1% de probabilidad estadística y el nivel de probabilidad del valor de t de Student al 5%.
- Y la selección final se lo realizó aleatoriamente, dando como resultado final el sistema silvopastoril del señor Manuel Torres.

3.4.1.2. Población y muestra.

a) Población

El universo de estudio está conformado por el número de individuos que forman las fajas, con un total de 56 especímenes; para la determinación del tamaño de muestra se empleó las ecuaciones de tamaño de muestra (n) y tamaño de muestra ajustada (n_2).

b) Tamaño de la muestra

De los 56 árboles, se determinó el tamaño de muestra. Esta se realizó a partir de las variables: diámetro a la altura del pecho (1,30m), altura total y diámetro de copa (Ocampo, 2018).

c) Análisis estadístico

Se les determinó los estimadores estadísticos siguientes: varianza, error estándar de media y límites de confianza (estadística descriptiva). El cálculo del tamaño de la muestra, se utilizó únicamente los datos de los árboles en fajas, para lo que se empleó como error el valor de límite de confianza al 10% de probabilidad estadística y como valor de t de Student al 20% de probabilidad estadística.

d) Ecuaciones

- Tamaño de muestra

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 S^2}{E^2}$$

Ec. 1

Fuente: Aguirre y Vizcaíno (2010)

Donde:

- n:** Tamaño de la muestra
- t²:** Nivel de confianza
- S²:** Varianza de la población
- E²:** Error permisible

- Tamaño de muestra ajustada

$$n_2 = \frac{n_1}{1 + \frac{n_1}{N}}$$

Ec. 2

Fuente: Aguirre y Vizcaíno (2010)

Donde:

n₂: Número de elementos de la muestra, para obtener una población finita

n₁: Se calculó anteriormente

N: Número de elementos de la población conocida

3.4.1.3. Selección de árboles candidatos.

Se tomó en cuenta los parámetros de selección establecidas en el “Manual de procedimientos para la identificación de fuentes semilleras y árboles plus”, del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2016). Se adecuan variables fenotípicas que deben manifestar los individuos para ser seleccionados, siendo las siguientes:

- Ser dominantes y en casos justificables se puede tomar los codominantes.
- Diámetro a la altura del pecho (DAP = 1,30 m) superior al promedio del lote o rodal.
- Un fuste que presente rectitud, sea cilíndrico y no tenga bifurcaciones.
- Demostrar un buen estado fitosanitario y vigorosidad.
- Una copa uniforme y balanceada.
- Las ramas deben presentar una inserción lo más cercano a 90°.

3.4.1.4. Recolección de frutos.

- Tomando en cuenta el criterio empírico de los agricultores de la zona de Intag referente a la fructificación de *Alnus nepalensis* D. Don. Y contando con el seguimiento por parte de la tesista. Se realizó la recolección de los frutos en los meses de julio y agosto, sugeridos por los campesinos del sitio y las previas observaciones realizadas con anterioridad.
- Se realizó el análisis estadístico en la obtención de la muestra, de los individuos a recolectar (15 árboles). En este se adoptó las “Normas de seguridad y mantenimiento en actividad de cables y cuerdas” (Bolaños y Méndez, 2004), donde el individuo fue proporcionado con el equipo de seguridad (casco, guantes, arnés y las puntas de escalar) que sirvió en un ascenso adecuado.
- Se utilizó una podadora aérea de marca “Truper”, la cual posee dos poleas que facilitan el manejo de la misma, una hoja de doble bisel y una forma curva para el corte de la rama.

- La persona situada en lo alto del árbol cortaba las ramas donde se encontraban los frutos, de la misma manera una persona situada en la parte de abajo del árbol recogía las ramas con una manta para no dejar que las ramas no lleguen al piso.
- Las ramas que se recolectó, se extrajeron los frutos y se colocó en fundas de cáñamo, que permite la aeración del mismo y reduce los procesos de putrefacción.

3.4.1.5. *Extracción de la semilla.*

- Recolectados los frutos, fueron colocados en pliegos de papel periódico en un sitio aireado y bajo sombra.
- Cuando los estróbilos se hallen abiertos, las semillas comenzaran a desprenderse por sí solas; las semillas que quedan dentro del fruto, se toman estos y se los coloca en un recipiente y con leves movimientos ayudara a que la semilla se desprenda del fruto.
- Posteriormente se almacenó las semillas en fundas herméticas, hasta realizar los experimentos.

3.4.2. Metodología para la caracterización de la semilla.

3.4.2.1. *Forma.*

Para la identificación de la forma de la semilla, se empleó la metodología propuesta por Murley (1951) citado por (Bravato, 1974) y (Gunn, 1984). Las formas de las semillas pueden ser: elípticas, ovaladas, oblongas, rómbicas, redondeadas u orbiculares; caras convexas o planas. Para esta comparación se utilizaron quince semillas al azar del ensayo de pureza.

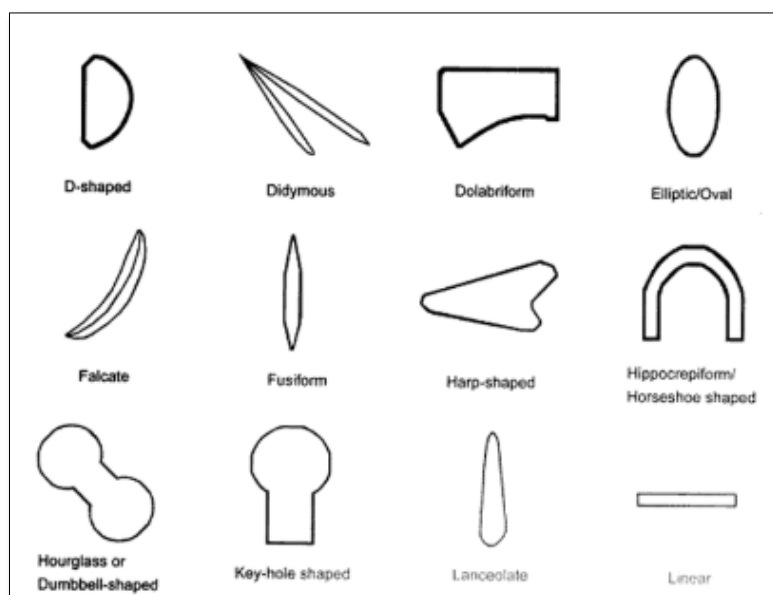


Figura 8. Formas de las semillas

Fuente: (Murley, 1951)

3.4.2.2. *Tamaño.*

Para determinar el tamaño de la semilla se utilizó la metodología empleada por (Gunn, 1984), que cita que se debe utilizar 15 semillas al azar. Donde el tamaño se midió largo, ancho ($l \times a$), con la utilización de papel milimétrico; en el orden que se citó y expresado en milímetros. Para el largo se tomará desde el hilar extremo hasta el calazal; por otro lado, en ancho se medirá la parte media y más ancha de la semilla. La misma que se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$T = l \times a$$

Ec. 3

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).

3.4.2.3. *Color.*

Para fijar el color de la semilla se utilizó la metodología propuesta por (Gunn, 1984), donde se empleó el uso de la Tabla de Munsell; donde se contrasta la semilla con la gama de colores que presenta la carta de colores de Munsell (2000), donde se empleó el uso de quince semillas.

3.4.2.4. *Textura.*

La textura de la semilla, se tomó en cuenta lo mencionado por (Bravato, 1974), las mismas que puede ser: lisa, rugosa, porosa o con líneas de fractura. Esto se trabajó con 15 semillas seleccionadas al azar, las mismas que se empleó los sentidos de tacto y vista para la identificación de la textura.

3.4.3. **Diseño del experimento de métodos de conservación de semillas.**

3.4.3.1. *Factores de estudio.*

- a) **Factor A:** Envases (cristal traslucido y ámbar, funda plástica traslucida y oscura)
- b) **Factor B:** Medios (natural y refrigeración 6 – 8°C)
- c) **Factor C:** Tiempo (mes 1, mes 2, mes 3, mes 4, mes 5, mes 6)

3.4.3.2. *Tratamientos.*

Se evaluaron 48 tratamientos dados por la interacción de los factores: tiempo, medios y tipos de envases. A continuación, se da a conocer la codificación de los tratamientos:

Tabla 3*Descripción del Factor A (envases), Factor B (medios) y Factor C (tiempos)*

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
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	CTRT4
T26	Cristal ámbar	Refrigeración	4 meses	CCRT4
T27	Funda traslucida	Refrigeración	4 meses	FTRT4
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	CTRT5
T34	Cristal ámbar	Refrigeración	5 meses	CCRT5
T35	Funda traslucida	Refrigeración	5 meses	FTRT5
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

Continúa...

Continuación...				
Tratamientos	Factor A	Factor B	Factor C	Código
T43	Funda traslucida	Refrigeración	6 meses	FTRT6
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 ámbar – refrigeración; FTR: Funda traslucida – refrigeración; FCR: Funda oscura – refrigeración; CTN: Cristal traslucido – natural; CCN: Cristal ámbar – natural; FTN: Funda traslucida – natural; FCN: Funda oscura – natural; T: Tiempo en meses

3.4.3.3. Fase de laboratorio.

a) Conservación de la semilla

En la conservación de la semilla se tomó en cuenta las Normas International Seed Testing Association (ISTA) para el banco de germoplasma (FAO, 2014), que garantizarán la conservación de material genético. Las mismas que se las nombra a continuación:

- Deben ser adquiridas legalmente con su respectiva documentación técnica pertinente.
- La colecta de las semillas deberá realizarse lo más próximo a la época de maduración y antes de la diseminación natural de las mismas, en sí evitando la contaminación genética y garantizar la calidad.
- Para garantizar la calidad de la semilla el plazo de la recolección y su traslado, éste será entre un rango de 3 y 5 días. Las mismas no se las debe a exponerse a temperaturas altas ni luz intensa.
- Las muestras de semillas deben estar acompañadas con los datos asociados.
- El número promedio de árboles que se debe coleccionar es de 30 y 60, lo que dependerá del objetivo de reproducción de la especie.

b) Almacenamiento

En el almacenamiento se tomó en cuenta las Normas para el banco de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (ISTA) (FAO, 2014), para lo cual se determina las siguientes normas:

- Las semillas se tendrán que secar hasta un punto de equilibrio en un ambiente controlado (5 y 20°C) y una humedad relativa entre 10 – 25%, dependiendo la especie.

- Posteriormente las semillas serán colocadas en recipientes herméticos para su correcto almacenamiento a largo plazo.
- Las muestras originales y sus duplicados respectivamente se deberán almacenar a largo plazo en temperaturas de -18 y $\pm 3^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa de 15 y $\pm 3\%$.
- Para las condiciones a medio plazo se almacenarán refrigeradas entre 5 y 10°C y una humedad relativa de $15 \pm 3\%$.

3.4.4. Determinación de las variables dependientes.

3.4.4.1. Pureza.

Para la determinación de la pureza de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don, según las Normas ISTA, (2016); la muestra de trabajo dependerá de la especie. En este caso, como no se dispone de trabajos de pureza realizados en la especie, se adaptará según su semejanza de tamaño con otras semillas, o de la misma manera, se puede trabajar con alrededor de un gramo para realizar el análisis; de la misma manera se realizó tres repeticiones para los cálculos de la pureza de la semilla. A continuación, la respectiva ecuación de cálculo de la pureza (Ver Ecuación 4):

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

Ec. 4

Fuente: ISTA (2016)

Donde:

- P:** Pureza (%)
- Psi:** Peso de semilla puras
- Pci:** Peso total de la muestra

3.4.4.2. Peso de la semilla.

El peso de 1000 semillas se calculó de siguiente manera: Las semillas se las obtuvo del ensayo de pureza, donde se tomaron ocho réplicas de cien semillas cada una; donde se obtuvo el peso de estas tomas, las mismas que se sacó las medias de esos valores y se utilizó la ecuación que menciona las Normas ISTA, (2016); y se determinó el peso de las 1000 semillas multiplicando la media por 10 (Ver Ecuación 5):

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

Ec. 5

Fuente: ISTA (2016)

Donde:

- Ps:** Peso de 1000 semillas
- Pp:** Peso promedio de las ocho muestras

Tabla 4
Matriz para el peso de 1000 semillas

Replica N°	1	2	3	4	5	6	7	8	Total	Media
Peso (g)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: ISTA (2016)

3.4.4.3. *Contenido de humedad.*

Para determinar el contenido de humedad las semillas serán provistas del ensayo de pureza según la metodología de las Normas ISTA (2016), donde en total se utilizó tres gramos, utilizando un gramo de semillas como peso inicial y luego de haber trascendido su estadía en la estufa como peso final, estas fueron sometidas en una estufa a 100°C, durante 24 horas. Y se empleó la siguiente ecuación (Ver Ecuación 6):

$$CH (\%) = \frac{\text{Peso original} - \text{Peso en estufa}}{\text{Peso original}} \times 100$$

Ec. 6

Fuente: ISTA (2016)

3.4.4.4. *Poder germinativo inicial.*

Del ensayo de pureza se tomaron 100 semillas, las cuales se las colocaron de inicio en una caja Petri, para una previa evaluación del poder germinativo inicial sin la aplicación de algún tratamiento (ISTA, 2016).

3.4.4.5. *Poder germinativo.*

Para la determinación del poder germinativo se lo ejecuto de la siguiente manera según las Normas ISTA (ISTA, 2016):

- Las semillas se montaron en cuatro réplicas de cien semillas al azar y colocadas en cajas Petri.
- Fueron colocadas en un cuarto de germinación, donde la temperatura y humedad eran controladas.
- Por medio de un rociador de agua se humedeció todos los días.
- Los datos serán tomados al sexto día de ser sembradas las semillas.
- Se consideró que la semilla ya estaba germinada cuando la radícula alcanzó un largo de la semilla (menor a 5 mm), esto permitió el conteo de las semillas germinadas.

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

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

Ec. 7

Fuente: ISTA (2016)

Donde:

Pg: Poder germinativo (%)

Tsg: Total de semillas germinadas (unidad)

Tsc: Total de semillas colocadas (unidad)

3.4.4.6. *Vigor germinativo.*

A partir del registro de datos del Poder germinativo, se calculó vigor germinativo mediante la siguiente ecuación 8:

$$VG = VM * GDM$$

Ec. 8

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.

3.4.4.7. *Energía germinativa.*

A partir del registro del Poder germinativo, se calculará la Energía germinativa mediante la siguiente ecuación:

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

Ec. 9

Fuente: (Aldhous 1972)

Donde:

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

N: Total de semillas a germinar

3.4.4.8. *Análisis estadístico.*

Para la obtención de una información lo más precisa se empleó un diseño trifactorial donde los factores ya fueron explicados con anterioridad.

a) **Pruebas de supuestos de normalidad y homogeneidad**

Se realizó los supuestos de normalidad y homogeneidad. En el caso de que se cumpla con un solo supuesto se realizó un análisis de varianza no paramétrica, el cual se aplicó la prueba de Kruskal – Wallis; y si estos ambos supuestos se cumplen se realizó un análisis de varianza paramétrico.

b) Análisis de varianza

Tabla 5

Análisis de varianza

FV	G. L.	
Tratamiento	$t - 1$	$48 - 1 = 47$
Factor A	$e - 1$	$4 - 1 = 3$
Factor B	$m - 1$	$2 - 1 = 1$
Factor C	$a - 1$	$6 - 1 = 5$
A * B	$(e - 1)(m - 1)$	$(4 - 1)(2 - 1) = 3$
A * C	$(e - 1)(a - 1)$	$(4 - 1)(6 - 1) = 15$
C * B	$(a - 1)(m - 1)$	$(2 - 1)(6 - 1) = 5$
A * B * C	$(e - 1)(m - 1)(a - 1)$	$(4 - 1)(2 - 1)(6 - 1) = 15$
Error	$t(n - 1)$	$48(4 - 1) = 144$
Total	$tn - 1$	$(48 * 4) - 1 = 191$

Elaborado por: La autora

c) Prueba de Tukey

Para el análisis funcional se aplicó la Prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística, para los factores y sus interacciones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización morfológica de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.

4.1.1. Tamaño.

Las semillas en cuanto a sus dimensiones presentan en promedio 1,93 mm de ancho y 2,33 mm de largo, figura 9. Con respecto a heterogeneidad muestra una desviación estándar de $\pm 0,42$ en cuanto a ancho y $\pm 0,44$ en largo.

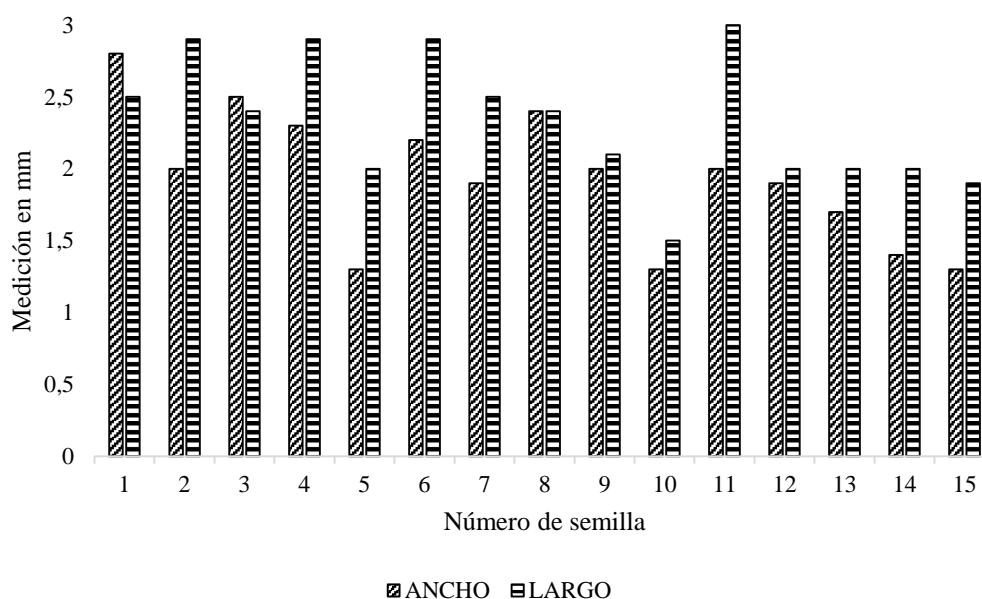


Figura 9. Tamaño de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.

Como menciona Quispe (2015), en su investigación en *Alnus acuminata* menciona que la semilla presenta un tamaño de 0,65 mm de ancho y 1,34 mm de largo. Así como también Cueva (2015), en la investigación de misma especie, determinó medidas en ancho 0,65 mm y largo 1,34 mm; Ospina *et al* (2005) mencionan que el ancho es de 0,65 mm y largo de 1,34 mm; además Navarro (2004), determinó que la semilla tiene un tamaño de 3 mm de largo; por tal motivo se puede manifestar que a pesar de que existen similitudes entre los autores antes mencionados, la presente investigación obtuvo resultados diferentes, debido a que el factor especie es un indicador directo de morfología.

4.1.2. Color.

En función de la Tabla de Munsell, se determinó que a un mes de recolectada la semilla el color se encuentra en el código Hue 10 YR, considerada como amarilla (Ver Figura 10).

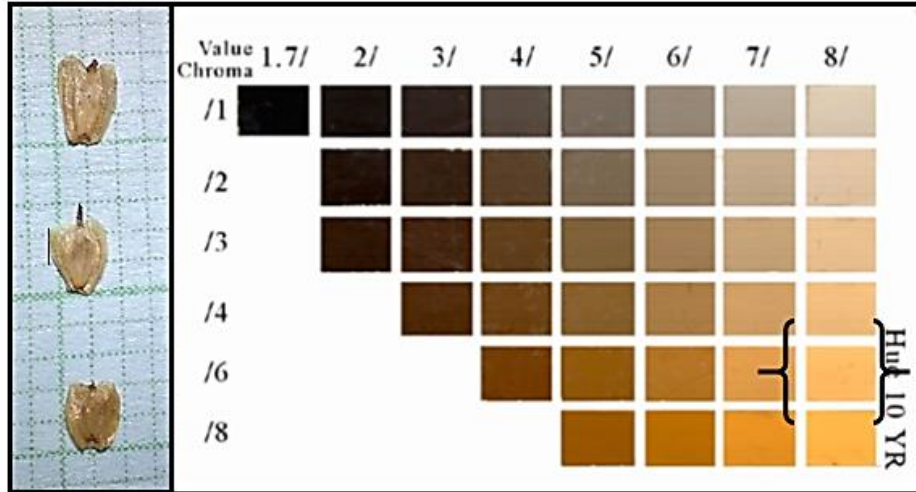


Figura 10. Contraste de color de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.

En *Alnus acuminata* algunos autores como Navarro (2004) determinaron que la semilla presenta un color marrón; además Ospina *et al* (2005) señalaron un color marrón claro brillante. De la misma manera Cueva (2015) y Quispe (2013) afirman que la semilla presenta un color café claro; siendo este último, el rango que más se asemeja a la presente investigación.

4.1.3. Forma.

Todas las semillas presentaron la forma Harp-shaped (en forma de arpa), Figura 11, según la clasificación propuesta por Murley (1991).

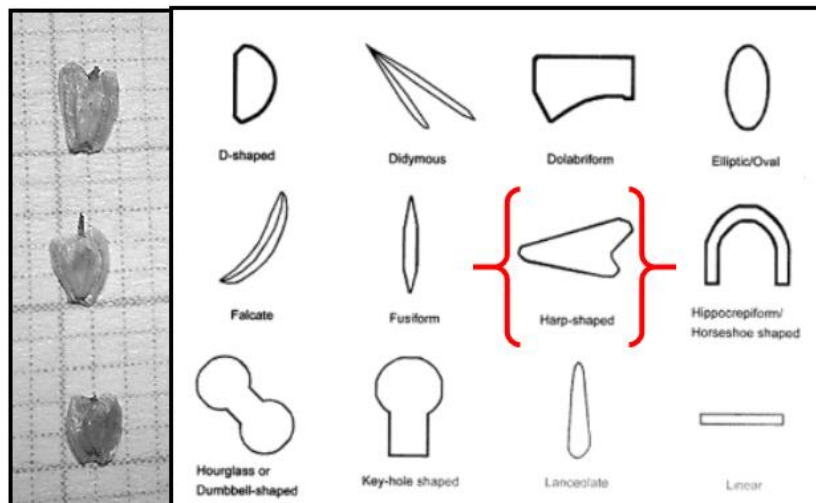


Figura 11. Contraste de la forma de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.

De la misma manera, Ospina *et al.*, Quispe y Cueva en sus investigaciones en *Alnus acuminata*, obtuvieron una forma elíptica, pero Navarro (2004) determinó una forma angulosa.

En la presente investigación se discrepa con los autores antes citados al obtener una forma Harp – shaped, al ser una especie diferente.

4.1.4. Textura.

En base a la clasificación que propone Bravato (1974), todas las semillas presentaron una textura lisa (Figura 12).

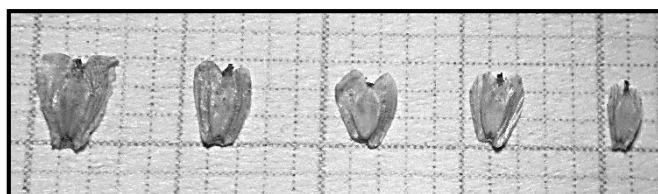


Figura 12. Textura de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.

Determinaron Navarro (2004) y Cueva (2015) que la semilla poseía una textura lisa en *Alnus acuminata*; siendo muy similar a la especie de la presente investigación.

4.2. Determinar la calidad de la semilla de *Aliso nepalensis* D. Don, según las normas ISTA

4.2.1. Pureza.

La presente investigación presenta un rango de pureza que va desde 93,74 a 97,91%, el cual da un promedio de 96,08% como se observa en la figura 13.

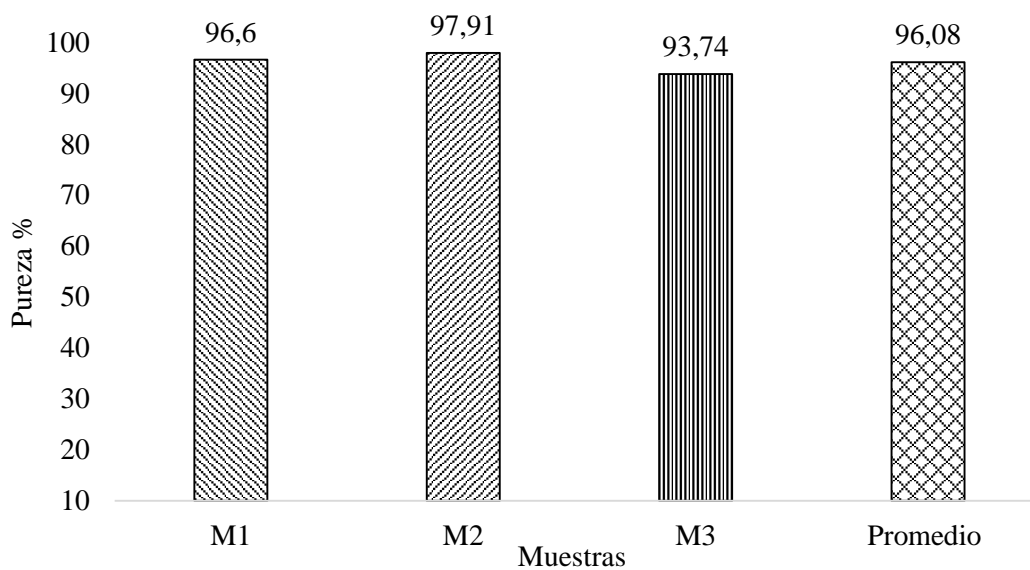


Figura 13. Pureza de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don

En *Alnus acuminata* varios autores como Cueva (2016), determinaron un porcentaje de pureza en un rango de 69,25 a 93,31%; de la misma manera Herrera (2016), de 86 a 87,96%. También Pemán *et al.* (2012), un rango de 70 a 95%; Ceballos & López (2008) obtuvieron el 70%; en la investigación realizada por Salazar (2000) obtuvo rangos de 45 a 60% y finalmente Loewe *et al.* (1998), afirma que su rango de pureza se encuentra entre 80 a 90%. Dado que la semilla de *Alnus nepalensis* obtuvo un alto porcentaje de pureza por el correcto manejo en la extracción de las semillas de sus frutos, la manipulación en el correcto envasado hermético para el transporte al laboratorio y la utilización de dos diferentes tamices para la eliminación de impurezas, semillas pequeñas y material inerte. Por lo que se puede aseverar que el porcentaje de pureza para la especie de estudio es superior a la obtenida por los autores antes mencionados.

4.2.2. Peso de la semilla.

Como se puede observar en la Tabla 6, la diferencia de peso de la semilla en varias repeticiones es muy notoria, en 1000 semillas se obtuvo un peso de 0,03025g, por lo cual en un kilogramo existen alrededor de 3'305.785 semillas.

Tabla 6
Diferencia de peso

Réplica N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso (g)	0.0297	0.0284	0.0314	0.031	0.0308	0.0285	0.0287	0.033

Elaborado por: La autora

De la misma manera Cueva (2016), en su investigación obtuvo un peso de las semillas de un rango de 0,02 a 0,5g, por lo cual en un kilogramo existen 2'921.840 semillas, Quispe (2015), determinó un peso de 1,90g, que en un kilogramo existen aproximadamente 525.072 semillas; además Ceballos & López (2008) obtuvieron el peso de 0,2764g que en mil gramos existen alrededor de 3'617.796 semillas. La presente investigación coincide con Ceballos & López (2008), ya que sus resultados son similares. Esto se dio por la manipulación que se dio a la semilla desde su colecta pasando por la extracción de semillas, el buen resultado del ensayo de pureza.

4.2.3. Contenido de humedad.

En el presente trabajo de titulación se consiguió un contenido de humedad inicial que van desde 9 a 10 %, del se obtuvo un promedio de 9.3%, como se muestra en la figura 14.

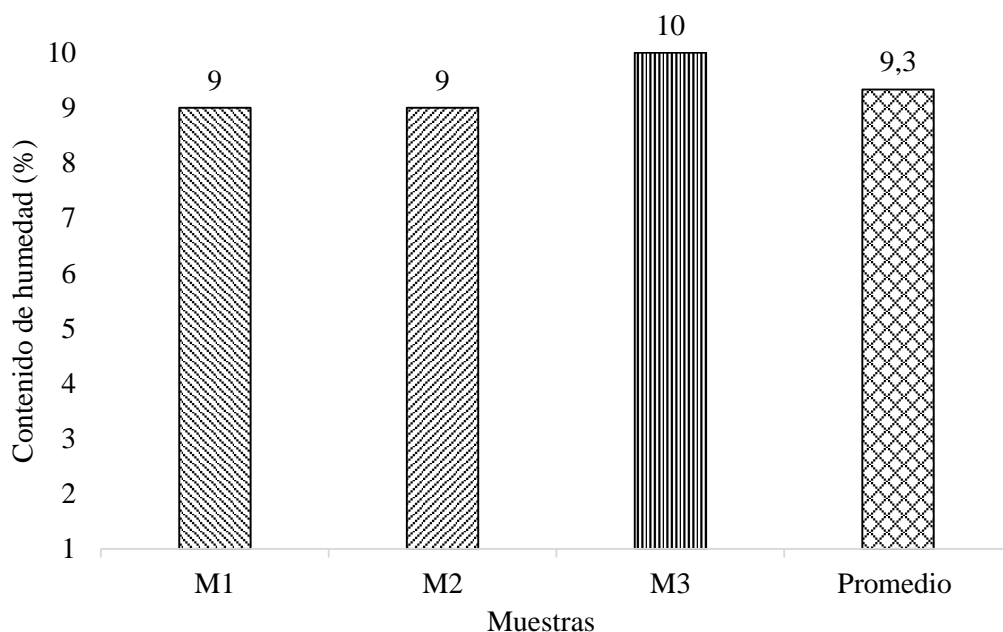


Figura 14. Contenido de humedad de semillas de *Alnus nepalensis* D. Don.

En *Alnus acuminata*, Cueva (2016), obtuvo un rango de contenido de humedad de 12 a 17,21%; también Pemán *et al.* (2012), un contenido de humedad en un rango de 6 a 8%; por otro lado, Ceballos & López (2008) determinaron el 8,6% y Loewe *et al.* (1998), afirman que el contenido de humedad fue de 5,7%; la presente investigación presenta valores poco similares a los antes mencionados.

4.2.4. Poder germinativo inicial.

Se determinó un poder germinativo inicial promedio de 20,5%; mientras que Grau (1985) citado por Aceñolaza (1997) determinó un 49% en semillas de *Alnus acuminata* provenientes de diferentes bosques en Argentina. En la misma especie Quispe (2015), optuvo un 77% de germinación. Por otra parte, Ruíz (2018) consiguió 60% de poder germinativo. El bajo porcentaje logrado en la investigación se debe a la maduración del embrión, ya que lo consiguió en el periodo de almacenamiento; teniendo en cuenta lo mencionado antes la presente investigación no presenta resultados similares con los autores citados.

4.2.5. Ensayo de almacenamiento de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don.

4.2.5.1. Poder germinativo.

4.2.5.1.1. Pruebas de supuestos de normalidad y homogeneidad.

a) Normalidad

Realizado el supuesto de normalidad, en donde los datos obtenidos tienden a estar muy unidas a la línea de regresión hipotética de los cuantiles normales y observados del poder germinativo; se concluye que los datos cumplen con el supuesto, figura 15.

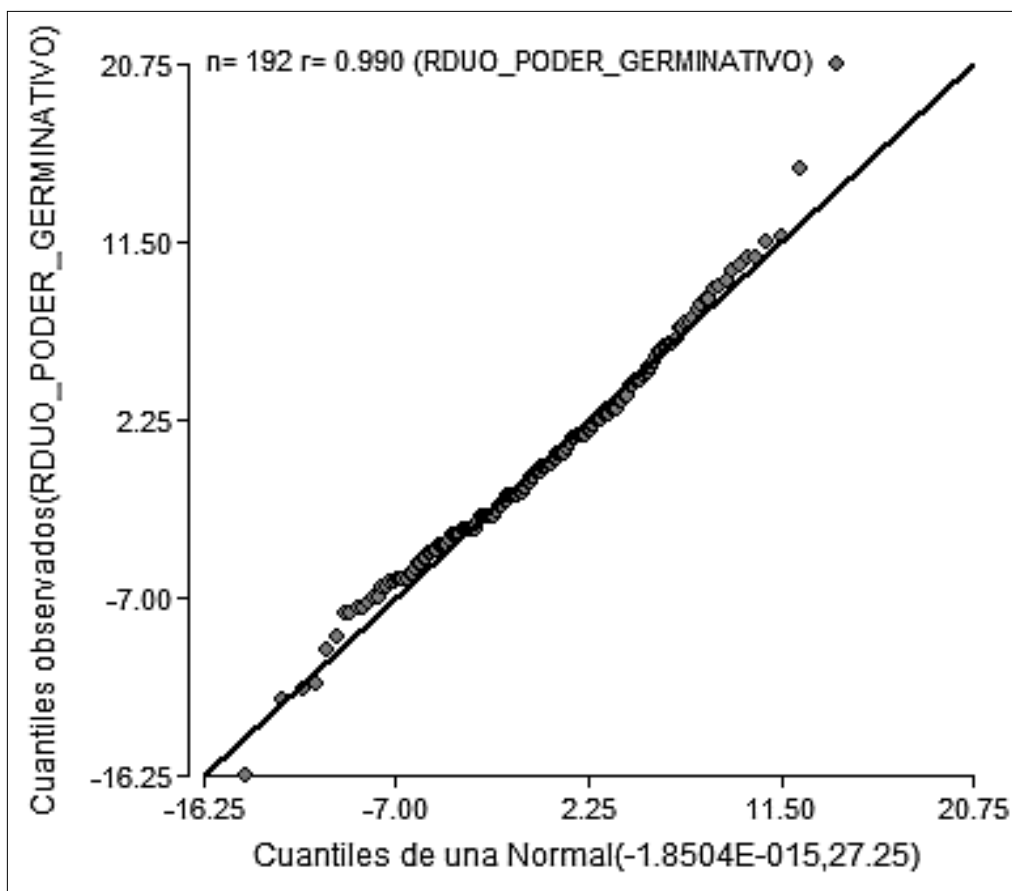


Figura 15. Resultado de la prueba de Normalidad del poder germinativo

b) Homogeneidad

Realizado el supuesto de homogeneidad, como muestra la figura 16, los datos obtenidos presentan una distribución homogénea, es decir, los datos están distribuidos en la parte superior e inferior de la media aritmética del residuo del poder germinativo.

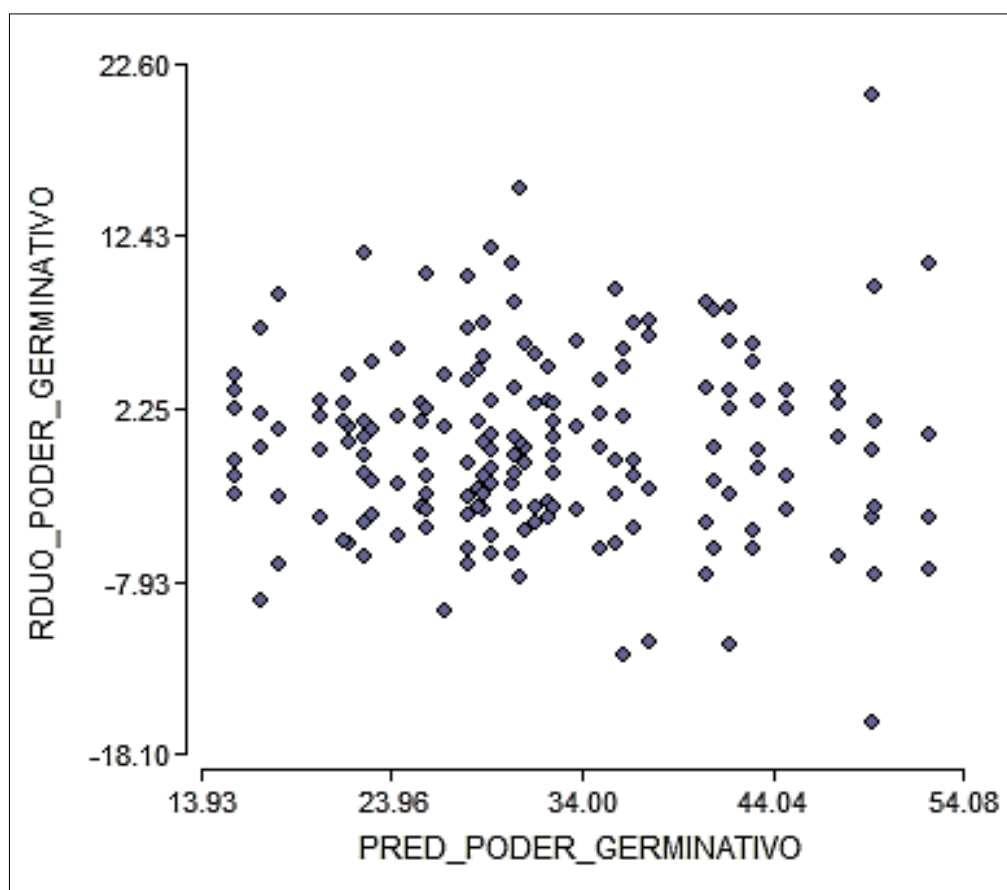


Figura 16. Resultado de la prueba de Homogeneidad del poder germinativo

c) ANOVA

Comprobado que los supuestos de normalidad y homogeneidad si cumplen; el análisis de varianza se evidenció que para las fuentes de variación de los tratamientos A*B*C, interacciones A*B; A*C; B*C y los factores independientes, si presentaron diferencias altamente significativas (Ver tabla 7).

Tabla 7
ANOVA del poder germinativo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15844.49	47	337.12	9.33	<0.0001
Factor A (envases)	3089.89	3	1029.96	28.5	<0.0001
Factor B (medios)	417.13	1	417.13	11.54	0.0009
Factor C (tiempo)	4003.9	5	800.78	22.16	<0.0001
Factor A(envases)*Factor B (medios)	1078.02	3	359.34	9.94	<0.0001
Factor A(envases)*Factor C (tiempo)	1743.58	15	116.24	3.22	0.0001
Factor B (medios)*Factor C (tiempo)	1002.53	5	200.51	5.55	0.0001
Factor A(envases)*Factor B(medios)*Factor C(tiempo)	4509.45	15	300.63	8.32	<0.0001
Error	5204.75	144	36.14		
Total	21049.24	191			

d) Pruebas de medias

El resultado en las pruebas de medias con el mejor es el tratamiento que combina la funda oscura, en refrigeración y seis meses de almacenamiento con el 52,25% de germinación; siguiendo con los principales tratamientos, donde se mantiene el medio, con los envases cristal traslucido y funda oscura a dos meses de conservada con porcentajes de 49,5 y 49,24% de germinación, tabla 8. Siendo el peor el cristal traslucido, al natural a dos meses con 15,75%.

Tabla. 8

Pruebas de medias Tukey

Factor A (Envases)	Factor B (Medios)	Factor C (Tiempo)	Medias	n	E.E.	
FC	Refrigeración	T6	52.25	4	3.01	A
FC	Refrigeración	T2	49.5	4	3.01	A B
CT	Refrigeración	T2	49.25	4	3.01	A B C
FC	Natural	T2	47.5	4	3.01	A B C D
FC	Refrigeración	T5	44.75	4	3.01	A B C D E
CT	Refrigeración	T1	43.25	4	3.01	A B C D E F
FC	Refrigeración	T4	43	4	3.01	A B C D E F
FC	Natural	T4	41.75	4	3.01	A B C D E F G
FC	Natural	T6	41.75	4	3.01	A B C D E F G
FC	Natural	T1	41	4	3.01	A B C D E F G H
CT	Natural	T4	40.5	4	3.01	A B C D E F G H
FT	Refrigeración	T2	37.5	4	3.01	A B C D E F G H I
FT	Natural	T6	36.75	4	3.01	A B C D E F G H I J
CT	Refrigeración	T6	36.25	4	3.01	A B C D E F G H I J
FT	Refrigeración	T5	35.75	4	3.01	A B C D E F G H I J
CC	Natural	T6	35	4	3.01	B C D E F G H I J
CT	Refrigeración	T5	33.75	4	3.01	B C D E F G H I J K
CC	Refrigeración	T6	32.5	4	3.01	C D E F G H I J K L
CT	Natural	T6	32.5	4	3.01	C D E F G H I J K L
CT	Refrigeración	T4	32.25	4	3.01	D E F G H I J K L
CC	Refrigeración	T4	31.5	4	3.01	D E F G H I J K L
CC	Natural	T2	31	4	3.01	D E F G H I J K L
FT	Natural	T2	30.75	4	3.01	D E F G H I J K L
CT	Natural	T3	30.5	4	3.01	E F G H I J K L
CC	Natural	T5	30.5	4	3.01	E F G H I J K L
CC	Refrigeración	T1	30.25	4	3.01	E F G H I J K L
CC	Natural	T4	29.25	4	3.01	E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T1	29.25	4	3.01	E F G H I J K L
FC	Natural	T3	28.75	4	3.01	E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T6	28.75	4	3.01	E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T4	28.5	4	3.01	E F G H I J K L
FT	Natural	T4	28	4	3.01	E F G H I J K L
FT	Natural	T5	28	4	3.01	E F G H I J K L
FT	Natural	T1	25.5	4	3.01	G H I J K L
FC	Natural	T5	24.25	4	3.01	H I J K L
CT	Refrigeración	T3	23	4	3.01	I J K L
FC	Refrigeración	T3	22.5	4	3.01	I J K L
CC	Natural	T3	22.5	4	3.01	I J K L
FC	Refrigeración	T1	21.75	4	3.01	I J K L
CC	Refrigeración	T2	21.5	4	3.01	I J K L
CT	Natural	T5	20.25	4	3.01	J K L
FT	Natural	T3	18	4	3.01	K L
CT	Natural	T1	17	4	3.01	K L
CC	Refrigeración	T3	15.75	4	3.01	L
CT	Natural	T2	15.75	4	3.01	L

En resumen, en la figura 17 se muestra los mejores resultados de los tres factores analizados, así, para el factor A (envases) el mejor tratamiento es la funda oscura, factor B (medios) refrigeración y el factor C (tiempo) a los seis meses de conservada; ya que la semilla presenta su mejor comportamiento se recomienda el empleo de este tratamiento.

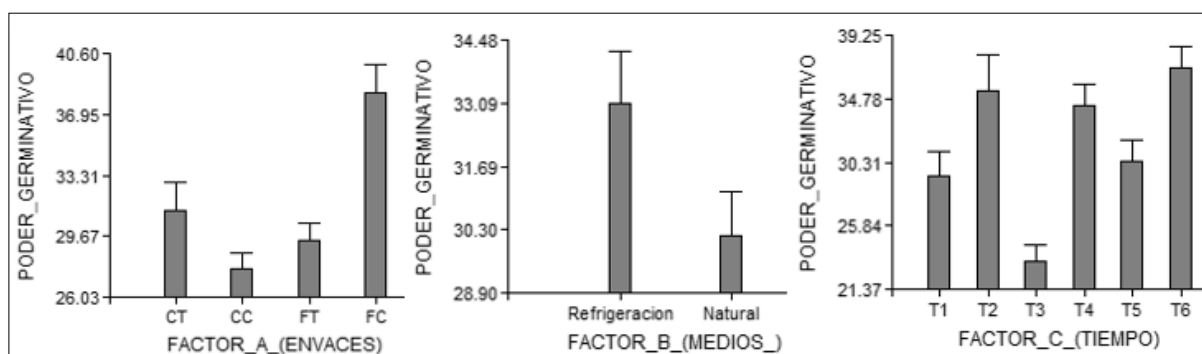


Figura 17. Mejores resultados obtenidos
Elaborado por: La autora

En *Alnus acuminata*, Rodríguez (1995), afirma que la semilla en un medio de conservación de un rango 3 – 5°C de refrigeración pierde un 2% de mensual del poder germinativo, en relación con el 50% de germinación que se sugiere considerar. En la misma especie, Ceballos & López (2016), menciona que la semilla conservada en tres tipos de medios (4 – 12 °C y natural), dando como mejor resultado a los 4 °C con un poder germinativo de 22% a los seis meses de conservada. La experiencia de Muñoz y Vasquez (2009), en semillas de *Amburana cearensis* (ishpingo) a un mes de conservada es su límite de almacenamiento con un porcentaje de 72,5% en una temperatura de 5°C y de la misma manera en medio natural se obtiene un 45% de semillas germinadas. Por su parte Valverde, Morales y García (2019), en la especie *Crescentia alata* conservada en 36 meses colocadas en bolsas de papel y cubiertas en bolsas plásticas en temperaturas de 5°C y natural, el porcentaje de germinación se mantiene constante en todos los meses, teniendo como variación en el medio natural la viabilidad va disminuyendo.

En la presente investigación los resultados discrepan con Rodríguez y Ceballos, que trabajaron con *Alnus acuminata*, esto se debe a que la semillas al ser almacenadas con un contenido de humedad idóneo (8 – 10%), una temperatura baja y tener el envase casi lleno, con un contenido mínimo de aire, lo cual provoca una reducción de la respiración activa lo que lleva a una dormición y asegura la longevidad de la semilla.

4.2.5.2. Vigor germinativo.

4.2.5.2.1. Pruebas de supuestos de normalidad y homogeneidad.

a) Normalidad

Realizado el supuesto de normalidad, en donde los datos obtenidos tienden a estar muy unidas a la línea de regresión hipotética de los cuantiles normales y observados (vigor germinativo); se concluye que los datos cumplen con el supuesto (Ver Figura 19).

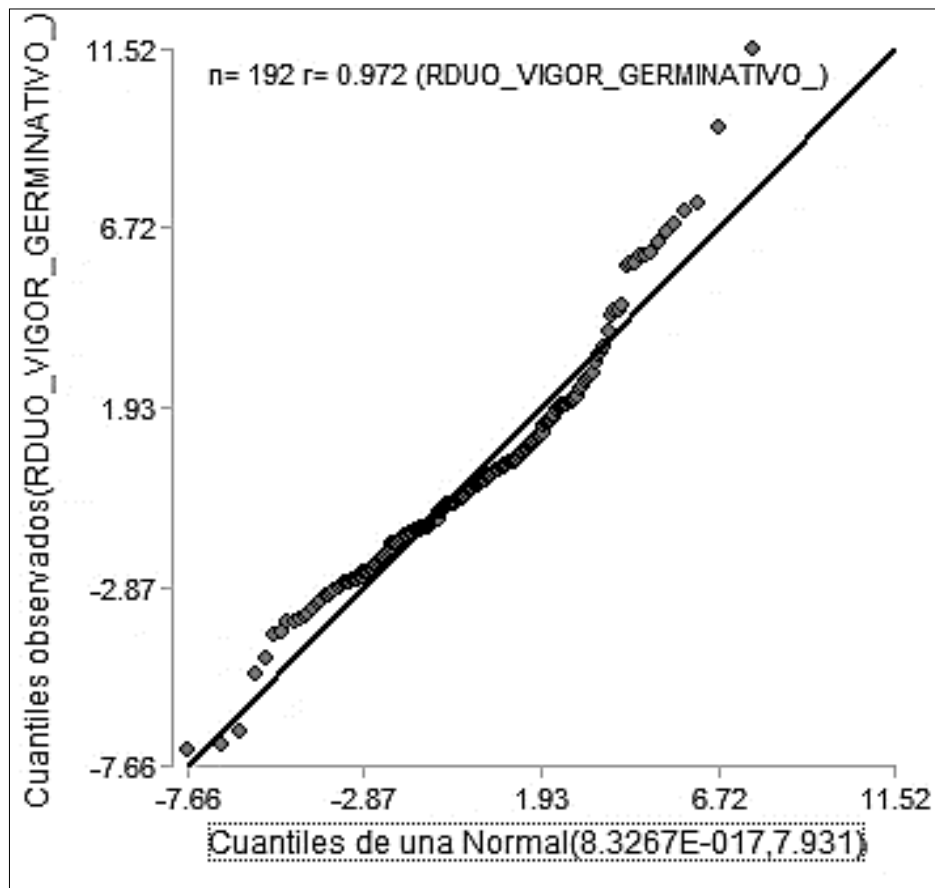


Figura 18. Resultado de la prueba de Normalidad del vigor germinativo

b) Homogeneidad

Realizado el supuesto de homogeneidad como lo muestra la figura 20, donde los datos obtenidos presentan una distribución que no homogénea, es decir que los datos parten cerca del eje de las ordenadas y toman a dispersarse en formación cónica, dispersándose por todo el cuadrante; por lo cual no cumple con el supuesto de homogeneidad.

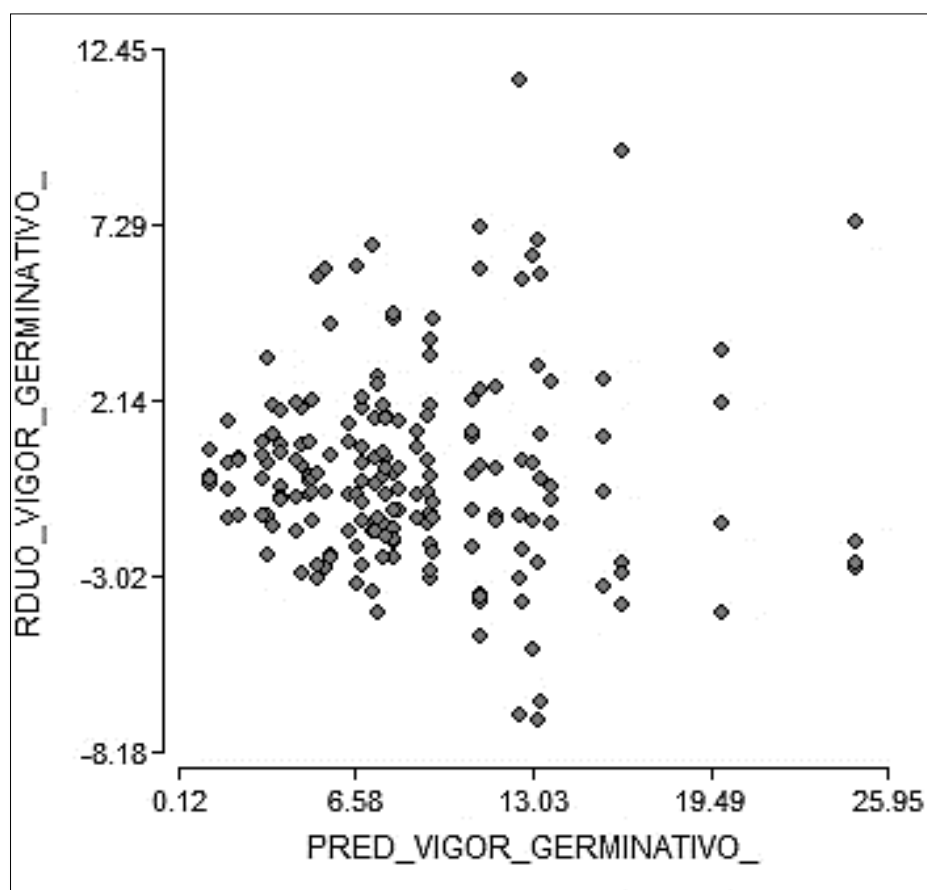


Figura 19. Resultado de la prueba de Homogeneidad del vigor germinativo

c) ANOVA no paramétrico (Kruskal – Wallis)

Dado que en los supuestos de normalidad y homogeneidad del vigor germinativo no se cumple uno de ellos se realizó un ANOVA no paramétrico. Los resultados obtenidos que se muestran en la tabla 9, el p – valor alcanzado es menor a 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula y se concluye que con un nivel de significancia del 5%, el vigor germinativo difiere entre tratamientos.

Tabla 9
Kruskal – Wallis

Variable	Factor A (Envases)	Factor B (Medios)	Factor C (Tiempo)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Vigor germinativo	CC	Natural	T1	4	4.65	2.07	5.15	140.56	<0.0001
Vigor germinativo	CC	Natural	T2	4	5.03	1.53	4.66		
Vigor germinativo	CC	Natural	T3	4	3.82	1.24	3.29		
Vigor germinativo	CC	Natural	T4	4	5.68	3.21	4.75		
Vigor germinativo	CC	Natural	T5	4	7.94	3.13	6.56		
Vigor germinativo	CC	Natural	T6	4	7.69	1.43	7.82		

Continua...

Continuación...

Variable	Factor A (Envases)	Factor B (Medios)	Factor C (Tiempo)	N	Medias	D.E.	Medianas
Vigor germinativo	CC	Refrigeración	T1	4	7.16	4.52	5.57
Vigor germinativo	CC	Refrigeración	T2	4	2.34	0.85	2.74
Vigor germinativo	CC	Refrigeración	T3	4	3.52	1.84	3.32
Vigor germinativo	CC	Refrigeración	T4	4	9.32	3.52	8.90
Vigor germinativo	CC	Refrigeración	T5	4	8.11	1.11	7.92
Vigor germinativo	CC	Refrigeración	T6	4	10.85	1.51	10.31
Vigor germinativo	CT	Natural	T1	4	1.93	1.20	1.84
Vigor germinativo	CT	Natural	T2	4	1.29	0.45	1.15
Vigor germinativo	CT	Natural	T3	4	7.56	1.88	7.81
Vigor germinativo	CT	Natural	T4	4	11.12	5.09	10.51
Vigor germinativo	CT	Natural	T5	4	3.14	0.96	3.32
Vigor germinativo	CT	Natural	T6	4	6.80	0.70	6.84
Vigor germinativo	CT	Refrigeración	T1	4	13.72	1.86	13.10
Vigor germinativo	CT	Refrigeración	T2	4	12.60	8.05	10.39
Vigor germinativo	CT	Refrigeración	T3	4	7.33	1.37	7.39
Vigor germinativo	CT	Refrigeración	T4	4	11.15	5.14	9.47
Vigor germinativo	CT	Refrigeración	T5	4	13.07	4.82	12.50
Vigor germinativo	CT	Refrigeración	T6	4	13.30	5.18	13.77
Vigor germinativo	FC	Natural	T1	4	8.85	1.19	8.91
Vigor germinativo	FC	Natural	T2	4	10.86	1.56	11.37
Vigor germinativo	FC	Natural	T3	4	6.38	1.44	6.50
Vigor germinativo	FC	Natural	T4	4	13.19	6.21	13.41
Vigor germinativo	FC	Natural	T5	4	4.41	1.63	4.22
Vigor germinativo	FC	Natural	T6	4	11.73	1.80	11.18
Vigor germinativo	FC	Refrigeración	T1	4	3.82	0.81	3.76
Vigor germinativo	FC	Refrigeración	T2	4	12.67	4.16	11.71
Vigor germinativo	FC	Refrigeración	T3	4	5.14	4.09	3.78
Vigor germinativo	FC	Refrigeración	T4	4	15.65	2.59	15.91
Vigor germinativo	FC	Refrigeración	T5	4	19.93	3.48	20.22
Vigor germinativo	FC	Refrigeración	T6	4	24.78	4.92	22.48
Vigor germinativo	FT	Natural	T1	4	4.89	0.66	4.75
Vigor germinativo	FT	Natural	T2	4	5.52	4.12	3.90
Vigor germinativo	FT	Natural	T3	4	3.40	2.49	2.92
Vigor germinativo	FT	Natural	T4	4	6.64	4.16	5.25
Vigor germinativo	FT	Natural	T5	4	6.83	2.44	7.09
Vigor germinativo	FT	Natural	T6	4	9.42	3.05	8.33
Vigor germinativo	FT	Refrigeración	T1	4	7.64	1.40	7.55
Vigor germinativo	FT	Refrigeración	T2	4	7.42	3.33	8.06
Vigor germinativo	FT	Refrigeración	T3	4	7.99	3.20	6.98
Vigor germinativo	FT	Refrigeración	T4	4	9.32	2.42	8.69
Vigor germinativo	FT	Refrigeración	T5	4	16.28	6.31	13.49
Vigor germinativo	FT	Refrigeración	T6	4	9.19	1.33	9.11

Laborado por: La autora

d) Pruebas de medias

El mejor resultado de las pruebas de medias es el tratamiento que combina la funda oscura en refrigeración y seis meses de almacenamiento con 24,78% de vigor, siendo este similar al poder germinativo. Y de la misma manera, los dos tratamientos principales que le siguen se conjuntan el medio de refrigeración a cinco meses de almacenamiento y los envases es la funda oscura y translúcida con 19,93 y 16,28%, tabla 10. Así mismo el peor tratamiento cristal translucido al natural a dos meses de acopio con 1,29%.

Tabla 10
Pruebas de medias Tukey

Factor A (Envases)	Factor B (Medios)	Factor C (Tiempo)	Medias	n	E.E.	
FC	Refrigeración	T6	24.78	4	1.62	A
FC	Refrigeración	T5	19.93	4	1.62	A B
FT	Refrigeración	T5	16.28	4	1.62	A B C
FC	Refrigeración	T4	15.65	4	1.62	A B C D
CT	Refrigeración	T1	13.72	4	1.62	B C D E
CT	Refrigeración	T6	13.30	4	1.62	B C D E F
FC	Natural	T4	13.19	4	1.62	B C D E F
CT	Refrigeración	T5	13.07	4	1.62	B C D E F
FC	Refrigeración	T2	12.67	4	1.62	B C D E F G
CT	Refrigeración	T2	12.60	4	1.62	B C D E F G H
FC	Natural	T6	11.73	4	1.62	B C D E F G H I
CT	Refrigeración	T4	11.15	4	1.62	B C D E F G H I J
CT	Natural	T4	11.12	4	1.62	B C D E F G H I J
FC	Natural	T2	10.86	4	1.62	B C D E F G H I J K
CC	Refrigeración	T6	10.85	4	1.62	B C D E F G H I J K
FT	Natural	T6	9.42	4	1.62	C D E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T4	9.32	4	1.62	C D E F G H I J K L
CC	Refrigeración	T4	9.32	4	1.62	C D E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T6	9.19	4	1.62	C D E F G H I J K L
FC	Natural	T1	8.85	4	1.62	C D E F G H I J K L
CC	Refrigeración	T5	8.11	4	1.62	C D E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T3	7.99	4	1.62	C D E F G H I J K L
CC	Natural	T5	7.94	4	1.62	C D E F G H I J K L
CC	Natural	T6	7.68	4	1.62	C D E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T1	7.64	4	1.62	C D E F G H I J K L
CT	Natural	T3	7.56	4	1.62	C D E F G H I J K L
FT	Refrigeración	T2	7.42	4	1.62	C D E F G H I J K L
CT	Refrigeración	T3	7.33	4	1.62	C D E F G H I J K L
CC	Refrigeración	T1	7.16	4	1.62	C D E F G H I J K L
FT	Natural	T5	6.83	4	1.62	D E F G H I J K L

Continúa...

Continuación...

Factor A (Envases)	Factor B (Medios)	Factor C (Tiempo)	Medias	N	E.E.									
CT	Natural	T6	6.80	4	1.62	D	E	F	G	H	I	J	K	L
FT	Natural	T4	6.64	4	1.62	D	E	F	G	H	I	J	K	L
FC	Natural	T3	6.38	4	1.62	E	F	G	H	I	J	K	L	
CC	Natural	T4	5.68	4	1.62	E	F	G	H	I	J	K	L	
FT	Natural	T2	5.52	4	1.62	E	F	G	H	I	J	K	L	
FC	Refrigeración	T3	5.14	4	1.62	E	F	G	H	I	J	K	L	
CC	Natural	T2	5.03	4	1.62	E	F	G	H	I	J	K	L	
FT	Natural	T1	4.89	4	1.62	E	F	G	H	I	J	K	L	
CC	Natural	T1	4.65	4	1.62	E	F	G	H	I	J	K	L	
FC	Natural	T5	4.41	4	1.62		F	G	H	I	J	K	L	
CC	Natural	T3	3.82	4	1.62			G	H	I	J	K	L	
FC	Refrigeración	T1	3.82	4	1.62			G	H	I	J	K	L	
CC	Refrigeración	T3	3.52	4	1.62				H	I	J	K	L	
FT	Natural	T3	3.40	4	1.62					I	J	K	L	
CT	Natural	T5	3.14	4	1.62						I	J	K	L
CC	Refrigeración	T2	2.34	4	1.62							J	K	L
CT	Natural	T1	1.93	4	1.62								K	L
CT	Natural	T2	1.29	4	1.62									L

Elaborado por: La autora

En resumen, en la figura 20 se muestra los mejores resultados de los tres factores analizados, para el factor A (envases) el mejor tratamiento es la funda oscura, factor B (medios) refrigeración y el factor C (tiempo) a los seis meses de conservada; ya que la semilla presenta su mejor comportamiento se recomienda el empleo de esto tratamiento.

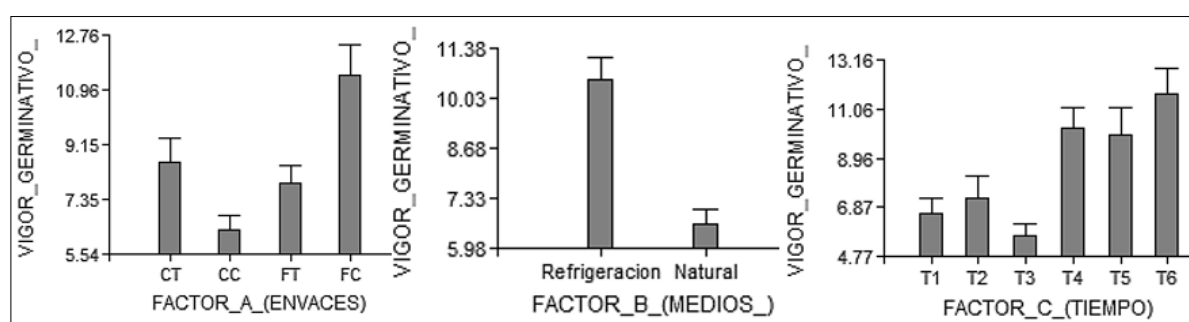


Figura 20. Representación de los mejores tratamientos

Mencionan Ceballos & López (2016), en *Alnus acuminata*, que en sus tres tipos de conservación (4 – 12 °C y ambiente), al mes seis a 12°C la calidad de la semilla se mantuvo el vigor germinativo y no mostró diferencias significativas. Además, Muñoz y Vasquez (2009) en semillas de *Amburana cearensis* (ishpingo), determinaron un poder germinativo significativamente alta referente al mes cero en temperaturas ambiente y 5°C, al contrario al mes

de conservadas alcanzó un vigor germinativo de 8% al ambiente y 19,87% a 5°C. en las especies forestales *Cochloepermum vitifolium* y *Quararibea funebris*, Ríos, García, Moreno, & Farrera (2018), determinaron su vigor germinativo en el mes cero obtuvieron un alto porcentaje en ambas, caso contrario a los seis meses de conservada para *C. vitifolium* fue de 7,09% y *Q. funebris* de 5,36%.

Así pues, la presente investigación discrepa con Ceballos & López (2016), al no obtener resultados diferentes, ya que no mostraron diferencias y en el actual trabajo si las hubo. Esto se debe en la selección de los árboles candidados, la recolección de los frutos, extracción de la semillas y la manipulación adecuada en el ensayo de calidad de semilla, de la misma manera que las semillas al ser almacenadas con un contenido humedad inicial idóneo (8 – 10%), una temperatura baja y tener el envase casi lleno evita una respiración activa con lo que lleva a una dormición de esta y se asegure la longevidad de la semilla. Los factores antes mencionados influyeron en el incremento de la semilla a partir de los tres meses de almacenamiento.

4.2.5.3. *Energía germinativa.*

Los resultados de esta variable son nulos, ya que la fórmula de Aldhous (1972) menciona que es el número de semillas germinadas cada día hasta alcanzar el 50%, es así que los tratamientos no alcanzan dicha cantidad por lo cual no se puede contabilizarlos.

4.2.5.4. *Contenido de humedad final.*

A los seis meses de conservada la semilla, se obtuvo los resultados que se aprecian en la tabla 11:

Tabla 11
Contenido de humedad de los ocho tratamientos

Muestra	Contenido de humedad (%)	
	Refrigeración	Natural
Cristal traslucido	11.4	10.93
Cristal ámbar	11.63	10.93
Funda traslucida	9.93	9.73
Funda oscura	9.33	9.4

Elaborad por: La autora

A diferencia del contenido de humedad realizado en la calidad de semilla, posterior al realizado al final del ensayo, los tratamientos aumentan en un rango de 2,1 a 0,03% de humedad; esto se debe al vapor de agua que se encuentra en el aire que si este es mayor al

vapor de agua en las semillas, el contenido de humedad incrementa (Cabrera, 2016). Cabe recalcar que la tendencia del incremento se dio en los envases de cristal en los dos medios, posiblemente a las influencias que tiene la humedad relativa dentro del envase y el ambiente de almacenamiento, lo que lleva a un ajuste en el contenido de humedad de la semilla e igualmente el cristal no fue lo suficientemente hermético en el tiempo de conservación (Ruíz, Araméndiz y Cardona, 2017).

Otro aspecto, en las semillas conservadas y se incrementa su contenido de humedad, se debe a la humedad relativa del aire supera el 75%, el contenido de humedad de las semillas incrementa rápidamente (Doria, 2010). De la misma manera, Willian (1991) señala que el contenido de humedad final está dado por el contenido de humedad inicial y no por el aire que se queda dentro del envase de almacenamiento; así también el recipiente en donde se almacenan, existen materiales resistentes a la humedad, pero no son totalmente permeables esto facilita en el ingreso del vapor del agua que tienden a equilibrar la humedad relativa del interior con el exterior del ambiente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La semilla de *Alnus nepalensis* D. Don. morfológicamente presenta un tamaño relativamente pequeño, un color amarillo característico de la especie, una forma de arpa alada y una textura lisa.
- La calidad de la semilla de *Alnus nepalensis* D. Don. presenta una pureza alta, 96,08%, un peso muy liviano, 0,03026g/1000 semillas que facilita su dispersión, contenido de humedad en el rango adecuado, 9,3% que permite el almacenamiento y un poder germinativo inicial bajo de 20,5%.
- El comportamiento del poder y vigor germinativo mostro una tendencia de aumento hasta el mes seis con 52,25% en poder germinativo y 24,78 en vigor germinativo y un descenso relativo al mes tres con aproximado del 24% de poder germinativo y 5 en vigor germinativo, siendo superior en el medio de refrigeración y funda plástica oscura,

5.2. Recomendaciones

- En base a los resultados obtenidos en la presente investigación el sector productivo forestal de la zona de Intag debe interesarse en aplicar cada uno de estos métodos para obtener un óptimo rendimiento del proceso de producción.
- Además, se debe dar continuidad a la investigación con estudios similares en donde se involucre semillas de distintas procedencias y características etarias de los árboles de la zona de Intag para evaluar y discutir sus resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceñolaza, P. (1997). Longevidad y variación en los porcentajes de germinación de *Alnus acuminata* Kunth ssp *acuminata* (Betulaceae). Villa Nougés, Tucumán, Argentina.
- Acuña, G. (2012). *Semilla*. Recuperado el 04 de Octubre de 2018, de <https://es.scribd.com/doc/98482539/Semilla-PDF>
- Aguirre, C., & Vizcaíno, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra.
- Altieri, M. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo : Editorial Nordan - Comunidad. doi:310.232/99
- Añazco, M., Vallejos, H., & Vizcaíno, M. (2018). Dinámica de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don. en el noroccidente de Ecuador continental. *CFORES*(6), 354-365. Recuperado el 18 de Noviembre de 2018
- Arahón, H. A. (sf). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Almacenamiento%20de%20semillas.pdf>
- Arnáez-Serrano, E. &.-G. (1999). Estudio morfológico de semillas de especies forestales nativas. *Tecnología en Marcha*, 76.
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Asamblea Costituyente. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>
- Asamblea Nacional. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Quito.
- Berjak, P. (2010). Semillas Ortodoxas y Recalcitrantes. En P. Berjak, *Manual de Semillas de árboles tropicales* (págs. 143 - 155). Recuperado el 19 de JUNIO de 2018, de <https://es.scribd.com/document/225075735/Manual-de-Semillas-de-Arboles-Tropicales>
- Bravato, M. (1974). *Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela*. . Acta Bot. Venez. 9(1-4): 317-361.
- Cabrera, E. (2016). Importancia de la Humedad en la vida de las semillas.
- Casas, A. T. (2006). Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo. En A. Casas, & J. T. Parra, *Domesticación en el continente americano* (Vol. I, págs. 346-359). Recuperado el 21 de Junio de 2018, de <file:///C:/Users/HP/Downloads/DOMESTICACIONVOL1.2016CAPITULO12.pdf>

- Ceballos, F., & López, R. (1 de Junio de 2008). *Digital repository of the National Coffee Research Centre - CENICAFE*. Obtenido de Digital repository of the National Coffee Research Centre - CENICAFE: <http://hdl.handle.net/10778/116>
- Cevallos, J. (2017). *Determinación de la ubicación geográfica de Alnus nepalensis D. Don en la zona de Intag noroccidente del Ecuador*. Ibarra.
- CIAT, C. I. (1992). *Tecnologías Poscosecha para Pequeñas Empresas de Semillas*:. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB_118.C3_G57_C.2_Manual_para_el_establecimiento_de_peque%C3%B1as_empresas_de_semillas.pdf
- Copete, M. Á., Herranz, R., Ferrandis, P., & Herranz, J. M. (2018). Inducción de latencia en semillas desecadas de *Scorzonera reverchonii* (Compositae) conservadas a baja temperatura. *Scielo*, 39(1), 137-143. Recuperado el 4 de Diciembre de 2019, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-92002018000100137&script=sci_arttext
- Cromarty, A. S., Ellis, R. H., & Roberts, E. H. (1982). *The design of seed storage facilities for genetic conservation*. Bioversity International.
- Cué, J., Añazco, M., & Paredes, H. (diciembre de 2019). Producción y conservación de semillas forestales: situación actual y perspectiva en Ecuador. *CFORES*(7), 365-376. Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/416>
- Cueva, G. d. (2016). *Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales la Región Sur del Ecuador*. Loja.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre la semilla: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31. Recuperado el 21 de Noviembre de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- Dorthe, J. (2000). *National Center for Skov, Landskab og Planlaegning*. Recuperado el 09 de Junio de 2018, de National Center for Skov, Landskab og Planlaegning: <https://sl.ku.dk/rapporter/seed-leaflets/>
- 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
- Ellis, R. H., & Roberts, E. H. (1981). *An investigation into the possible effects of ripeness and repeated threshing on barley seed longevity under six different storage environments*. (Vol. XLVIII). Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/42754022>
- Ewart, A. J., & White, J. (1908). *On the longevity of seeds*.

- FAO. (2010). Métodos de Conservación. En FAO, *La situación de los recursos zoogenéticos para la alimentación y la agricultura* (págs. 485-520). Recuperado el 21 de Junio de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s20.pdf>
- 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>
- GAD Cantonal de Ibarra. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Ibarra.
- GAD Parroquial de Peñaherrera. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD Parroquial de Peñaherrera*. Cotacachi, Imbabura, Ecuador : Municipio del Cantón Santa Ana de Cotacachi. Recuperado el 06 de Junio de 2018, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060020610001_Documento%20Final%20GAD%20Parroquial%20Pe%C3%B1aherrera_30-10-2015_14-09-27.pdf
- Galíndez, G., Malagrina, G., Ceccato, D., Ledesma, T., Lindow López, L. T., & Ortega Baes, F. (Junio de 2015). Dormición física y conservación ex situ de semillas de *Amburana cearensis* y *Myroxylon peruiferum* (Fabaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, II*, 153-161. Recuperado el 21 de Noviembre de 2019, de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/51116>
- García, A. (1987). *Diez temas sobre agricultura biológica*. Recuperado el 14 de junio de 2018, de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4334/Doris_Tesis_Titulo_2_016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Godfrey, J. E., & Harrington, W. F. (1970). *Self-association in the myosin system at high ionic strength. II. Evidence for the presence of a monomer \rightleftharpoons dimer equilibrium* (Vol. IV). Biochemistry.
- Gold K., León-Lobos, P., & Way., M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantassilvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica.*. La Serena, Chile: Altamirano. Recuperado el 21 de Noviembre de 2019, de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32657082/manual_de_semillas.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DManual_de_semillas.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191121%2Fus-east-1%2Fs3%2
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P., Vera, R., & Sigcha, F. (2016). Estados de los Recursos Genéticos Forestales del Ecuador . Quito , Ecuador .

- 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 .
- Hanson, J. y. (2007). *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8*. Roma, Italia: Bioversity International.
- Hermann, M., Amaya, K., Latournerie, L., & Castiñeiras, L. (2010). *¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú? Experiencias de un proyecto de investigación en sistemas informales de semillas de chile, frijoles y maíz*. Roma, Italia: Bioversity International. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019, de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/104786>
- Herrera, C. H. (2016). *Evaluación de fuentes semilleras de especies forestales nativas, como apoyo a programas y políticas de reforestación de la provincia de Loja*. Loja.
- Holmes, G. D., & Buszewicz, G. (1958). *he storage of seed of temperate forest tree species*. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- INTA, I. N. (2013). *Proyecto "Apoyo a la Producción de Semillas de Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria de Nicaragua"*. Nicaragua. Recuperado el 21 de Junio de 2018, de http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/manuales_catalogos/EVALUACION%20CALIDAD%20DE%20SEMILLAS.pdf
- INTA, I. N. (2013). *Sistemas Silvopastoriles. Voces y Ecos*, 28 - 30. Recuperado el 26 de Diciembre de 2018, de <https://inta.gob.ar/documentos/revista-voces-y-ecos-no-29>
- Ipinza, R. (noviembre de 1998). *ResearchGate*. (G. Braulio, & E. Veronica, Editores) doi:10.131440/RG.2.1.3815.0884
- ISTA. (2005). *Normas de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas*.
- ISTA. (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas*. Montevideo, Uruguay: The International Seed Testing Association (ISTA). Recuperado el 22 de Octubre de 2018, de [IwAR2mq1wW8x4RvddzPBGtdyQS4OvUjZfCgqPTNJwhJry_V6n_iB61ZUQyuYc](http://www.ista.org/publications/ReglasInternacionalesparaelAnalisisdeSemillas.pdf)
- ISTA, I. S. (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. (1999). *International Rules for Seed Testing. Rules 1999*. SUIZA: ISTA, PO Box 412, CH-8046 Zürich,. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19990307875>
- Joker, D. (2000). *Alnus nepalensis* D. Don.

- Lopez, G. (2016). Sistemas Agroforestales. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>
- MAGAP. (2016). Manual de Procedimiento "Identificación de fuentes semilleras y árboles plus".
- MAGAP. (2016). *Manual de Procedimientos "Identificación de Fuentes Semilleras y árboles Plus"*. Guayaquil: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- MAGAP. (2016). *Manual de Procedimientos "Identificación de Fuentes Semilleras y árboles Plus"*. Guayaquil, Guayas, Ecuador : Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <http://spf.agricultura.gob.ec/manual-procedimiento-fuentes-semilleras-arboles-plus.pdf>
- Magini, E. (1962). *Forest Seed Handling Equipment and Procedures. II. Seed treatments, storage, testing.* (Vol. I). Unasylva.
- Magnitskiy S., & Plaza G. (06 de junio de 2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *I(25)*, 96-103. Colombia: Agronomía Colombiana. Recuperado el 22 de febrero de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a11.pdf>
- Milver, M. P. (2016). Determinación del contenido de humedad en granos de café pergamino seco utilizando speckle dinámico. En M. Milver, E. Pencue, & R. Vargas, *Determinación del contenido de humedad en granos de café pergamino seco utilizando speckle dinámico* (Vol. XIV, págs. 84-91). Colombia. Recuperado el 21 de Junio de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a10.pdf>
- Muñoz, F., & Vasquez, O. (2009). Efecto de cuatro niveles de temperatura y cuatro tipos de envases en la conservación de semillas de *Amburana cearensis* (ishpingo) Pucalipa. *Revista Forestal*, *VI(1)*, 118-134.
- Navarro C., R. M. (2004). *Consejería de agricultura, ganadería, pesca y desarrollo sostenible*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2019, de Junta de Andalucía: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/Buscador/>
- Ocampo, L. (2018). Sostenibilidad del sistema silvopastoril con *Aliso nepalensis* D. Don. en asocio con *Brachiaria decumbens* Stapf, en la Parroquia Peñeherrera, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura . Ibarra, Imbabura, Ecuador .
- Ocampo, L. (2018). Sostenibilidad del sistema solvopastoril con *Alnus nepalensis* D. Don en asocio con *Brachiaria decumbens* Stapf en la parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura” .
- Ocampo, L. (s.f.). SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL CON *Alnus nepalensis* D. Don.

- Ortiz, R., Fé, C., & Ponce, M. (2004). Evaluación de métodos de almacenamiento de semillas de soya (*Glycine max.*) en condiciones de bajos insumos. *Cultivos Tropicales*, XXV(3), 49 - 58. Recuperado el 09 de junio de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217916006>
- Orwa, C. M. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide*. Recuperado el 19 de JUNIO de 2018, de <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>
- Ospina Penagos, C. M., Hernández Restrepo, R. J., Gómez Delgado, D. E., Godoy Bautista, J. A., Aristizábal Valencia, F. A., Patiño Castaño, J. N., & Medina Ortega, J. Á. (2005). *Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana*. Colombia: Blanecolor. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de file:///C:/Users/HP/Desktop/ALNUS_ARTICULO/aliso.pdf
- Pita, J. (sf). *Germinación de semillas*. Madrid, España. Recuperado el 04 de Octubre de 2018, de https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Quispe, F. M. (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.
- Ramos, A. R. (Noviembre de 2015). *Manejo de semillas*. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Recuperado el 17 de junio de 2018, de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/326886829/Manejo-de-Semillas>
- Registro de Laboratorio. (2018). *Datos climatológicos al interior del Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Universidad Técnica del Norte*. Ibarra.
- Reveles Hernández, M., Velásquez Valle, R., Reveles Torre, L. R., & Mena Covarrubio, J. (2013). Selección y conservación de semillas de chile: primer paso para una buena cosecha.
- Revelo, V. (2007). Evaluación del crecimiento inicial de aliso (*alnus acuminata* h.b.k) en plantación sola y asociado con fréjol (*phaseolus vulgaris*), arveja (*pisum sativum* l.) con y sin fertilizante, provincia de Imbabura. Ibarra.
- Ríos, C., García, C., Moreno, R., & Farrera, O. (2018). Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de dos especies arbóreas tropicales. *SciELO*, V(13), 103-109. Recuperado el 11 de Febrero de 2020
- Rodriguez, E. (1995). *Alnus acuminata ssp. arguta, especie de árbol de uso múltiple en América Central* (Vol. VIII). Turrialba, Costa Rica : CATIE. Recuperado el 22 de Enero de 2020, de <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=fiSMmtgbcPOC&oi=fnd&pg=PA4&d>

q=poder+germinativo+de+alnus&ots=J3tZ3rUOL6&sig=pKS-
i_KbPZkh4iktGg8tPfUAmqs#v=onepage&q=poder%20germinativo%20de%20alnus&f=false

- Rondoón, J. L. (19 de agosto de 2018). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. (A. Sevilla, Entrevistador)
- Ruiz Peña, M. C., & Orozco de A., M. (1986). *Efecto de la posición de los frutos en el estrobilo y tamaño de los mismos, sobre el porcentaje de germinación en alnus acuminata h.b.k. (betulaceae)* (Vol. XIV). Caldasia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/34734/>
- Ruíz, C. (2013). *Extracción y conservación de semillas tradicionales* (Primera ed., Vol. I). Somontano, Ruíz Concha: Web de la Comarca de Somontano de Barbastro, en la Ventana Verde, Huerta Ecológica: <http://www.somontano.org/secciones/huerta-ecologica>. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de http://www.somontano.org/images/stories/Cuadernillo_variedades_tradicionales.pdf
- Ruíz, M. (2018). Efecto de la posición de los frutos en el estrobilo y tamaño de los mismos, sobre el porcentaje de germinación en alnus acuminata hbk (betulaceae). *Caldasia*, XIV(68-70), 455-463.
- Ruíz-Pérez, A., Araméndiz-Tatis, H., & Cardona-Ayala, C. (2017). Efecto del almacenamiento en la calidad fisiológica de semilla de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 79-89. Recuperado el 03 de Julio de 2020, de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc>
- Russo, R. (1994). *Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. Agroforestería en las Américas*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2018, de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90010027.pdf>
- Salas, J., Téllez, T., & Pardo, F. (2019). *A contribution to ex-situ conservation of Mediterranean thymes: germination trials* (Vol. XXXIV). Acta Botanica Malacitana . Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de <http://www.revistas.uma.es/index.php/abm/article/view/6885>
- Salazar, R. S. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina* (Vol. I). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Recuperado el 14 de Enero de 20120, de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/2959>
- San José, M., Janeiro, L., & Corredoira, E. (2010). *Micropropagación del aliso común para la conservación de su germiplasma* .
- Scocchi, A., Dieringer, E., Mroginski, E., & Mroginski, L. A. (2004). *Conservación de semillas de cedro australiano (Toona ciliata)*.

- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). Plan Nacional del Buen Vivir 2017 - 2021. Ecuador.
- SEEDS, C. O. (2005). Fenología y caracterización de semillas y plántulas de *Pourouma cecropiifolia*. *Ecotropicos* , 96-102.
- SENPLADES, D. S. (2017). Plan de Desarrollo Nacional 2017-2021. Quito, Pichincha, Ecuador: Juan León Mera N.º 1936 y Patria, Edif. Senplades. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- Sharma, E., & Ambasht, R. S. (1987). Litterfall, decomposition and nutrient release in an age sequence of *Alnus nepalensis* plantation stands in the eastern. *The Journal of Ecology*, 997-1010.
- Sharma, E., Sharma, R., & MAHENDRA, P. (1998). *Ecology of Himalaya alder (Alnus nepalensis D. Don)* (Vol. I). Himalaya: PROCEEDINGS-INDIA NATIONAL SCIENCE ACADEMY PART B.
- Stein, W. I., Slabaugh, P. E., & Plummer, A. P. (1974). *HARVESTING, PROCESSING, AND STORAGE. Seeds of woody plants in the United States*. Obtenido de <https://books.google.es/books>
- Trujillo, E., (sf). Almacenamiento de Semillas Forestales. Recuperado el 22 de Febrero de 2019, de http://elsemillero.net/pdf/almacenamiento_semillas.pdf
- Tucanés Tapia, V. C. (2013). Crecimiento inicial del aliso (*alnus acuminata hbk*) asociado con haba, maíz con y sin fertilizante en la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2040>
- Valdés, V. V. (2008). Prácticas de manejo en la conservación Ex Situ y su relación con la sostenibilidad ambiental. *I(21)*, 152-160. La Paz, Bolivia: Tecnología en marcha. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de http://www.unich.edu.mx/wp-content/uploads/2014/01/Exsitu_Tr%C3%B3picoAndino.pdf
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., & Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense*, 34, 105-119. Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6704>.
- Valverde, K., Morales, C., & García, E. (2019). Germinación de semillas de *Crescentia alata* (Bignoniaceae) en distintas condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento. *Revista de Biología Tropical* , 120-131.

- Valverde-Rodríguez, K., Morales, C. O., & García, E. G. (2019). Efecto del almacenamiento ex situ de semillas y de condiciones lumínicas sobre la tasa de crecimiento de plántulas de *Crescentia alata* (Bignoniaceae). *Revista de Biología Tropical*, 132-148. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/37215>
- Vernooy, R. ..., Sthapit, B. ..., & Bessette, G. (2018). *Bancos comunitarios de semillas: concepto y práctica. Manual para el facilitador*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/96304>
- Willian, R. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. Roma, Italia. Recuperado el 27 de Enero de 2020, de <http://www.fao.org/3/AD232S/ad232s00.htm#TOC>

ANEXOS

Anexo 1

Fotografías del desarrollo del trabajo de titulación

Fase de campo



Foto 1. Selección de árboles candidatos



Foto 2. Recolección de semillas



Foto 3. Extracción de semillas

Fase de laboratorio



Foto 4. Tamizado de semillas



Foto 5. Extracción de impurezas



Foto 6. Peso de la muestra de contenido de humedad



Foto 7. Colocación de las muestras en las estufa



Foto 8. Conteo de 100 semillas



Foto 9. Peso de las 100 semillas



Foto 10. Envasado de las semillas



Foto 11. Monta de la siembra

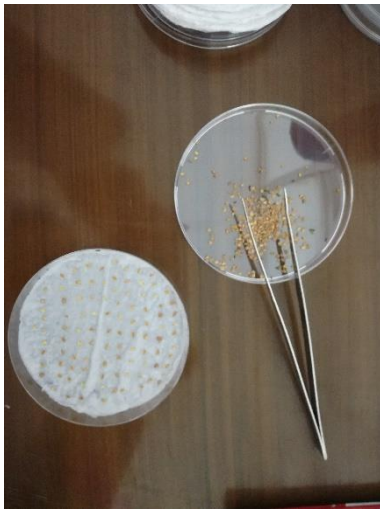


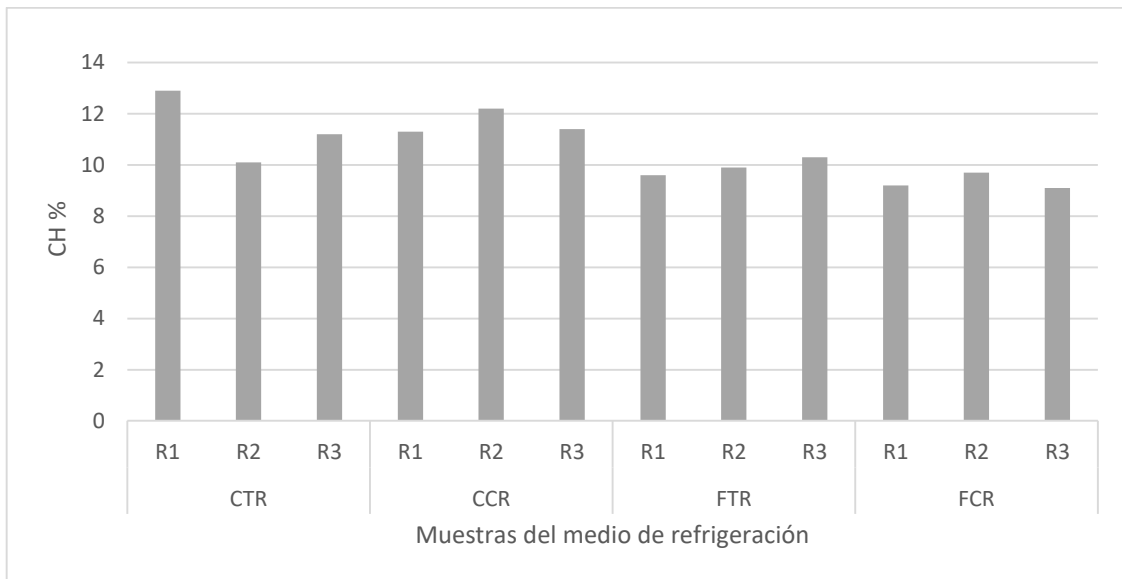
Foto 12. Muestra de las 100 semillas



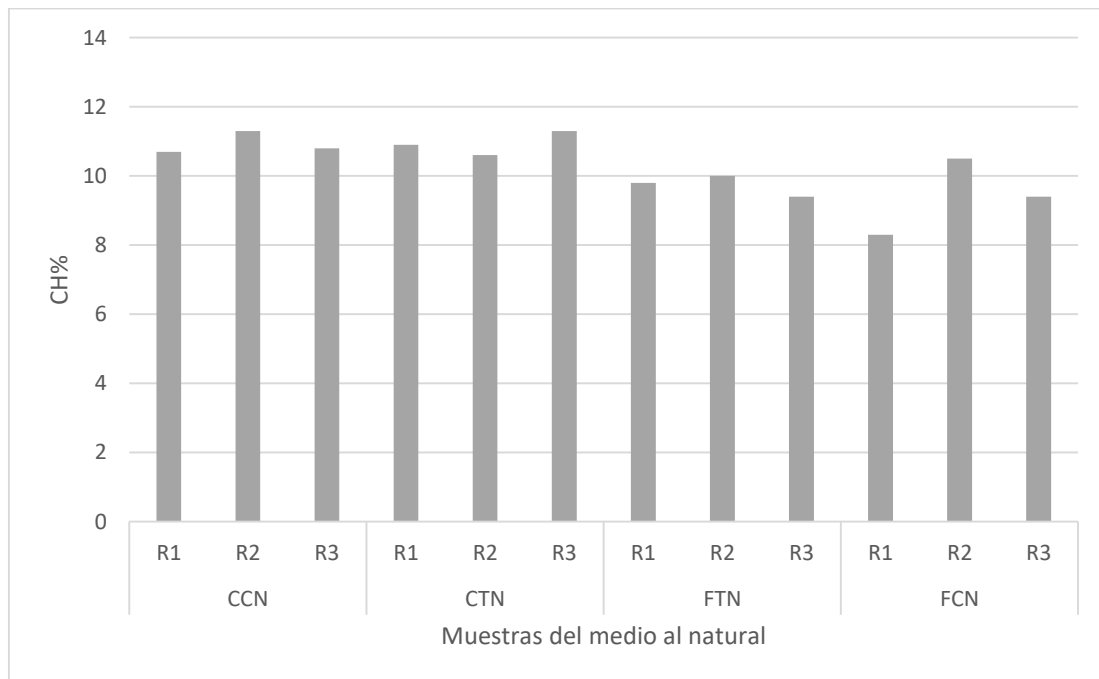
Foto 13. Semillas germinadas

Anexo 2

Gráficos



Contenido de humedad final del medio natural



Contenido de humedad final del medio refrigeración