



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

**POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES
Nectandra acutifolia (Ruiz & Pav.) Mez. Y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined EN
LAS RESERVAS DE MINDO CLOUDFOREST FUNDATION**

AUTORA

Silvia Andrea Amaguaña Farinango

DIRECTOR

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

IBARRA – ECUADOR

2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES
Nectandra acutifolia (Ruiz & Pav.) Mez. Y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined EN
LAS RESERVAS DE MINDO CLOUDFOREST FOUNDATION

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

INGENIERA FORESTAL

APROBADO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

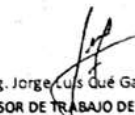
Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.
Director de trabajo de titulación



MSc. Mario José Añazco Romero, PHD
Asesor de trabajo de titulación



MSc. Jorge Luis Cué García, PHD.
Asesor de trabajo de titulación



..... Ing. Jorge Luis Cué García, Ph.D.
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra – Ecuador
2020

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 Orgánica de Educación Superior 2018, hago la entrega del presente Trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, por lo cual pongo a su disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
Cédula de ciudadanía:	1752870624		
Nombres y apellidos:	Amaguaña Farinango Silvia Andrea		
Dirección:	La Esperanza - Ibarra		
Email:	saamaguanaf@utn.edu.ec / andrea_ever94@hotmail.com		
Teléfono fijo:	2600696	Teléfono móvil	0979004482


DATOS DE LA OBRA	
Título:	POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES <i>Nectandra acutifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez. Y <i>Cedrela pubescens</i> W. Palacios sp.nov.ined EN LAS RESERVAS DE MINDO CLOUDFOREST FUNDATION
Autor:	Amaguaña Farinango Silvia Andrea
Fecha:	13 de noviembre del 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniera Forestal
Director:	Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

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 que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 13 de noviembre del 2020

LA AUTORA:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Silvia Amaguaña', is written over a horizontal dotted line.

Silvia Andrea Amaguaña Farinango

C.C.: 17528762-4

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 13 de noviembre del 2020

Silvia Andrea Amaguaña Farinango: **POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. Y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined EN LAS RESERVAS DE MINDO CLOUDFOREST FOUNDATION**

DIRECTOR: Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

El objetivo general de la presente investigación fue: Evaluar el potencial de almacenamiento de semillas de las especies *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. Y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined en las reservas de Mindo Cloudforest Fundation.

Fecha: 13 de noviembre del 2020



.....
Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

Director de trabajo de titulación



.....
Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Autor

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que debo agradecer por su contribución al desarrollo de este trabajo.

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la vida, las fuerzas y los ánimos para terminar la carrera y la presente tesis.

A los integrantes de Mindo Cloud Forest fundación y a la fundación en si, por abrirme las puertas de sus instalaciones para realizar la investigación y por sus aportes al trabajo.

A mis maestros, a mi director Hugo Laredes, a mis asesores Mario Ariazco y Jorge Gué, por brindarme su tiempo, por guiarme y aportar los conocimientos para el desarrollo de la tesis.

A mis hermanas por haberme apoyado en las decisiones que tomé durante este tiempo, por su comprensión y ayuda, al igual también a mi abuelita, a mis padrinos, a mis tíos y tías por tenderme la mano cuando lo necesitaba.

A Alex Bonilla, por toda su ayuda, amor y paciencia, y finalmente pero no menos importante, a mis amigas, a mi.

DEDICATORIA

Está dedicado para cinco personas muy importantes en mi vida; mis tres hermanas Jenny, Marilyn, Valentina; quienes fueron, son y serán mi inspiración para seguir adelante, quienes han sido pacientes y siempre me han apoyado, por ustedes niñas, por todo lo que hemos vivido.

Hermanitas, ustedes son los pilares de mi vida, por ustedes decidí no dejarme caer y seguir adelante, mostrarles que nosotras podemos cumplir muchas de las cosas que nos proponíamos porque unidas con la ayuda de cada una podemos llegar a obtener lo que nos proponíamos y seguiremos creciendo en la vida.

A Alex Bonilla mi compañero de toda la vida, quien en momentos más difíciles siempre estuvo a mi lado, dándome alientos para seguir, quien ha apoyado su hombro cuando sentía que ya caía, con todo su cariño y dedicación.

Y para mi mami que en paz descanse, me hubiese gustado mucho que estuviese conmigo hasta el final de la carrera y poder demostrarle que si pude a pesar de todas las adversidades que tuve, entregarle mi trabajo terminado en sus manos junto al título y poder ver en sus ojos lo orgullosa que está de mí, aun así se la dedico con todo mi amor.

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	I
Aprobación	II
Autorización de uso y publicación.....	III
Registro bibliográfico	V
Agradecimiento	VI
Dedicatoria	VII
Resumen.....	15
Abstract.....	16
CAPITULO I	
Introducción	17
1.1. Objetivo general	20
1.2. Objetivos específicos.....	20
1.3. Hipótesis:.....	20
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Marco legal	21
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	21
2.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida	22
2.1.3. Código Orgánico del Ambiente, 2017 (COA).....	22
2.1.4. Ley para la conservación y uso sustentable de la Biodiversidad.....	23
2.1.5. Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)	24

2.1.6.	Reglamento general Universidad Técnica del Norte.....	24
2.2.	Línea de investigación.....	24
2.3.	Fundamentación teórica.....	25
2.3.1.	Conservación biodiversidad forestal.	25
2.3.2.	Recursos genéticos forestales del Ecuador.....	26
2.3.3.	Conservación <i>in situ</i>	27
2.3.4.	Conservación <i>ex situ</i>	28
2.3.5.	Selección y descripción de especies.	31
2.3.6.	Fenología.	32
2.3.7.	Manejo de semillas.	37
2.3.8.	Manejo de semillas forestales. seguir.....	39
2.3.9.	Almacenamiento de semillas.	40
2.3.10.	Factores de almacenamiento.....	42
2.3.11.	Análisis de semillas.	44
2.3.12.	Protocolos de almacenamiento.....	49
2.3.13.	Estudios similares a otras especies.	49

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	51
3.1. Ubicación del sitio.....	51
3.1.1. Política:.....	51

3.1.2.	Geográfica	52
3.1.3.	Limites	52
3.2.	Datos climáticos	52
3.3.	Materiales, equipos e insumos.....	52
3.3.1.	Materiales	52
3.3.2.	Equipos	53
3.3.3.	Insumos y material vegetal	53
3.4.	Metodología.....	54
3.4.1.	Fase de campo	54
3.4.2.	Fase de laboratorio	60

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70	
4.1.	Distribución geográfica, selección de árboles y recolección de semillas	70
4.1.1.	Distribución y selección de árboles <i>C. pubescens</i>	70
4.1.2.	Distribución y selección de árboles <i>N. acutifolia</i>	74
4.2.	Resultados de los análisis de semillas	78
4.2.1.	Resultados análisis de semillas <i>C. pubescens</i>	79
4.2.2.	Resultados tratamientos <i>C. pubescens</i>	84
4.2.3.	Resultados análisis de semillas <i>N. acutifolia</i>	91
4.3.	Protocolos de manejo de semillas.....	95

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
5.1. Conclusiones.....	104
5.2. Recomendaciones	104

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
--	------------

CAPITULO VII

ANEXOS A - Tablas	118
ANEXOS B- Figuras.....	125

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ECUACIONES

Tabla 1. <i>Características de árboles semilleros.....</i>	35
Tabla 2. <i>Información de los individuos.....</i>	55
Tabla 3. <i>Mejores características para selección de individuos.....</i>	56
Tabla 4. <i>Registro fructificación y floración.....</i>	58
Tabla 5. <i>Tratamientos</i>	67
Tabla 6. <i>Comparación diferentes Cedros</i>	80
Tabla 7. <i>ADEVA Contenido de Humedad C. pubescens.....</i>	85
Tabla 8. <i>ADEVA germinación.....</i>	88
Tabla 9. <i>Inventario C. pubescens.....</i>	118
Tabla 10. <i>Puntuación de los árboles seleccionados de C. pubscens.</i>	119
Tabla 11. <i>Fructificación y floración C. pubescens.</i>	120

Tabla 12. <i>Inventario N. acutifolia</i>	120
Tabla 13. <i>Puntuación de los árboles seleccionados de N. acutifolia</i>	121
Tabla 14. <i>Fenofase N. acutifolia</i>	122
Tabla 15. <i>Prueba de medias Tukey CH</i>	122
Tabla 16. <i>Tratamientos, repeticiones, factores: CH y germinación</i>	123
Tabla 17. <i>Prueba de medias Tukey Germinación</i>	124
<i>Figura 1. Factores que influyen en la humedad de equilibrio</i>	42
<i>Figura 2. Mapa de ubicación</i>	573
<i>Figura 3. Categorías de rectitud</i>	57
<i>Figura 4. Factores controlados</i>	64
<i>Figura 5. Puntuación de árboles candidatos a semilleros</i>	72
<i>Figura 6. Fenofase C. pubescens</i>	73
<i>Figura 7. Cápsulas maduras de C. pubescens</i>	74
<i>Figura 8. Puntuación de los árboles seleccionados N. acutifolia</i>	76
<i>Figura 9. Floración y fructificación N. acutifolia</i>	77
<i>Figura 10. Semillas maduras de N. acutifolia</i>	77
<i>Figura 11. Pureza C. pubescens</i>	79
<i>Figura 12. Germinación epígea Cedrela spp</i>	82
<i>Figura 13. Germinación C. pubescens</i>	82
<i>Figura 14. Días de germinación de C. pubescens</i>	83
<i>Figura 15. Normalidad germinación</i>	84
<i>Figura 16. Homocedasticidad germinación</i>	84

<i>Figura 17.</i> Normalidad CH.....	84
<i>Figura 18.</i> Homocedasticidad CH	84
<i>Figura 19.</i> Resultados prueba Tukey para CH.	86
<i>Figura 20.</i> Relación contenido de humedad y germinación.	87
<i>Figura 21.</i> Germinación según medios, envases y tiempo de conservación.	89
<i>Figura 22.</i> Result. prueba Tukey Germinación.	90
<i>Figura 23.</i> Pureza <i>N. acutifolia</i>	91
<i>Figura 24.</i> Germinación Hipógea.....	93
<i>Figura 25.</i> Porcentaje de germinación de <i>N. acutifolia</i>	93
<i>Figura 26.</i> Periodo de germinación <i>N. acutifolia</i>	94
<i>Figura 27.</i> Hongos del grupo ascomicetos.	95
<i>Figura 28.</i> Larva de insecto que ataca a la semilla.....	95
<i>Figura 29.</i> Autorización MCF.	125
<i>Figura 30.</i> Muestra de Protocolo.....	126
<i>Figura 31.</i> Toma de datos dasonómicos y codificación.	127
<i>Figura 32.</i> Árbol codificado.	127
<i>Figura 33.</i> Secado y clasificación de semillas.....	127
<i>Figura 34.</i> Contenido de humedad.	127
<i>Figura 35.</i> Germinación <i>C. pubescens</i>	127
<i>Figura 36.</i> Almacenamiento en refrigeración (8° C).....	127
<i>Figura 37.</i> Almacenamiento ambiente.	128
<i>Figura 38.</i> Recolección frutos <i>N. acutifolia</i>	128
<i>Figura 39.</i> Limpieza semillas	128

<i>Figura 40.</i> Germinación <i>N. acutifolia</i>	128
<i>Figura 41.</i> Almacenamiento ambiente vidrio y plástico <i>N. acutifolia</i>	128
<i>Figura 42.</i> Mapa con puntos GPS <i>C. pubescens</i>	129
<i>Figura 43.</i> Mapa de los puntos GPS <i>N. acutifolia</i>	130
<i>Figura 44.</i> Interacción Factores AxB.	130
<i>Figura 45.</i> Interacción Factores AxC.	130
<i>Figura 46.</i> Interacción factor BxC.....	131
<i>Figura 47.</i> Organigrama de secuencia operaciones de un banco de germoplasma	132
<i>Figura 48.</i> Protocolo manejo de semillas <i>C. pubescens</i>	133
<i>Figura 49.</i> Protocolo manejo de semillas <i>N. acutifolia</i>	133

ECUACIONES

<i>Ec. 1.</i> Porcentaje de pureza	62
<i>Ec. 2.</i> Semillas por kilogramo.....	62
<i>Ec. 3.</i> Contenido de humedad	63
<i>Ec. 4.</i> Germinación	64
<i>Ec. 5.</i> Modelo estadístico	67

Título: POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. Y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined EN LAS RESERVAS DE MINDO CLOUDFOREST FUNDATION

Autor: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Director de trabajo de titulación: Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

Año: 2020

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general, determinar el potencial de almacenamiento de semillas de las especies *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined, de las reservas de Míndo Coludforest Foundation. Esta zona contiene parte de la flora de los bosques del Chocó, por ello el interés en la conservación de estos recursos filogenéticos; además, este trabajo fue desarrollado por la escasez de estudios y poca información acerca del manejo de semillas a nivel de especies forestales nativas del país. El estudio constó de dos fases: fase de campo, en el cual se marcó y tomó datos de las características dasométricas de los árboles, sus puntos geo referenciales y la colección de los frutos y semillas; en la fase de laboratorio, se analizó la calidad de las semillas mediante el uso de las normas ISTA 2016. Para determinar el tiempo, envases y medios de almacenamiento se usó el diseño experimental irrestricto al azar con tres factores e igual número de observaciones. Los datos resultantes de todo el proceso del estudio de las semillas se incorporaron en un protocolo con instrucciones e información necesaria. De acuerdo a los resultados obtenidos, las semillas de *C. pubescens* se puede mantener hasta seis meses con un 50% de germinación, en envases de vidrio y a refrigeración, con CH menor al 10%; a lo contrario de *N. acutifolia* el potencial de almacenamiento para esta especie es nula en cualquiera de los tratamientos y envases, ya que, la germinación para el primer y tercer mes fueron nulos. Del estudio se concluye que, la calidad de las semillas dependen del manejo desde la planta madre y de los métodos de conservación, todo ello contribuye para mantener el potencial viable a corto, mediano y largo plazo.

Palabras clave: *C. pubescens*, conservación, germoplasma, germinación, *N. acutifolia*, nativo.

Title: POTENCIAL DE STORAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. And *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined IN THE BOOKING OF MINDO CLOUDFOREST FUNDATION

Author: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Degrees Director: Mr. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

Year: 2020

ABSTRACT

The general objective of the research was to determine the potential for seed storage of the species *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. and *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined, from the reserves of Mindo Coludforest Foundation. This area contains part of the flora of the Chocó forests, for this reason the interest in the conservation of these phylogenetic resources; in addition, this work was developed by the scarcity of studies and little information about the management of seeds at the level of forest species native to the country. The study consisted of two phases: field phase, which marked and took data of the dasométricas characteristics of the trees, their georeferential points and the collection of the fruits and seeds; in the laboratory phase, the quality of the seeds was analyzed by the use of the standards ISTA 2016. In order to determine the time, packaging and storage media, the experimental design was used at random irresistite with three factors and equal number of observations. The data resulting from the entire process of the seed study were incorporated into a protocol with instructions and necessary information. According to the results obtained, the seeds of *C. pubescens* can be kept up to six months with 50% germination, in glass containers and to refrigeration, with CH less than 10%; otherwise *N. acutifolia* the storage potential for this species is null in any of the treatments and packaging, as, germination for the first and third months were null. From the study it is concluded that the quality of the seeds depends on the management from the mother plant and the conservation methods, all contributing to maintain the viable potential in the short, medium and long term.

Key words: *C. pubescens*, conservation, germplasm, germination, *N. acutifolia*, native.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los bosques son los depósitos de recursos naturales renovables más importantes del planeta, porque aportan productos y servicios a la humanidad. Según FAO, FL y International (2007), “las plantas y árboles del bosque han desarrollado complejos mecanismos para mantener altos niveles de diversidad genética”; sin embargo, se encuentran amenazados y están siendo destruidos por varios motivos como el avance de la frontera agrícola-ganadera, incendios forestales, construcciones civiles y por la acción humana en sí.

La conservación de los recursos forestales es una acción urgente e importante que se debe tomar como parte de la estrategia global, para evitar la pérdida de la masa forestal nativa y con ello la biodiversidad (Ramírez y Orozco, 2010). Una de las mejores estrategias de conservación es de manera *ex situ*, lo cual consiste en conservar material vegetal en bancos de germoplasma, estos existen desde el siglo XX; pero, estos se han enfocado mayormente en la seguridad alimentaria y más no en especies forestales.

Según FAO, INIAP, MAE, MAGAP (2012), en Ecuador son pocos los estudios e instituciones que realizan actividades con el fin de protección, conservación, y uso sostenible de recursos genéticos forestales. El país no cuenta con un Programa de Manejo Genético bien estructurado sino solo con iniciativas de empresas privadas y universidades, según Cué, Añazco, y Paredes (2019), este es el causante del déficit de investigaciones; además, la falta de recursos económicos, así también el poco personal capacitado, el desconocimiento de períodos fenológicos,

la escasa información fisiológica de semillas y limitaciones para su recolección, son los que provocan que la producción científica destinada a semillas forestales sea escasa.

Las semillas son productos forestales no maderables más importantes de los bosques nativos, atribuyen un valor económico, social y cultural de un lugar. Son medios de reproducción y su buen estado afecta directamente a la calidad de plantas que se obtendrá (Alvarado y Encalada, 2010).

El almacenamiento de semillas permite resguardar germoplasma de especies valiosas y en peligro de extinción, tal es el caso de *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined (descubierta recientemente) perteneciente a la flora nativa del Chocó, está dentro de las especies amenazadas en las listas rojas de la UICN, por estar dentro del género *Cedrela* (Palacios y Jaramillo, 2016).

En el almacenamiento de semillas influyen factores como: tiempo, temperatura, tipo de envase, entre otros factores manipulables que inciden en la velocidad de deterioro, así también depende de factores como el tipo de semillas (ortodoxas o recalcitrantes), contenido de humedad, la madurez, calidad fisiológica y estado sanitario (Alvarado y Encalada, 2010).

La presente investigación tiene como fin estudiar el manejo de semillas de dos especies forestales, las mismas que son de interés para proyectos de reforestación de Mindo Cloudforest foundation, con estas primeras investigaciones quieren dar inicio a un banco de semillas en sus instalaciones, para abastecer de material genético a la misma institución y a futuros demandantes.

La investigación inicia con la georreferenciación, evaluación, selección de árboles candidatos a semilleros y estudio fenológico de las dos especies, los mismos que fueron etiquetados y evaluados sus características dasonómicas.

Los individuos seleccionados fueron monitoreados para determinar el tiempo adecuado de cosecha de los frutos. Las semillas colectadas fueron evaluadas basándose en las Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas 2016 (ISTA, por sus siglas en inglés); y se estableció un experimento de almacenamiento con doce tratamientos con igual número de observaciones tomando en cuenta: el tiempo, el tipo de envase y la temperatura.

1.1. Objetivo general

Evaluar el potencial de almacenamiento de semillas de las especies *Nectandra acutifolia* (Ruiz y Pav.) Mez. Y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined en las reservas de Mindo Cloudforest Foundation.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la distribución geográfica de árboles candidatos a semilleros y temporada de recolección de semillas de las especies *Nectandra acutifolia* y *Cedrela pubescens*.
- Determinar la temperatura óptima y el envase de almacenamiento adecuado.
- Establecer un protocolo de almacenamiento para la conservación a corto plazo de semillas de cada especie.

1.3. Hipótesis:

Nula (H₀): la germinación y el contenido de humedad de las semillas de las especies estudiadas es similar para los diferentes niveles de temperatura, envases seleccionados y las variaciones de tiempo.

Alternativa (H_a): la germinación y el contenido de humedad de las semillas de las especies estudiadas es diferente con al menos un nivel de temperatura, envase estudiados y las variaciones de tiempo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco legal

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.

Título II Derechos, Art. 10, y del 71 y 74 de la Constitución de la república del Ecuador 2008; se refiere a los Derechos de la Naturaleza o Pacha Mama, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y mantenimiento, así como su regeneración; así también, deberá aplicar medidas de precaución y restricción para evitar la extinción de especies y destrucción o alteración de los ciclos naturales (Gobierno Nacional, 2008).

El título VII, capítulo segundo de Biodiversidad y recursos naturales; el Art. 395. Naturaleza y Ambiente; la constitución reconoce el principio donde, el Estado garantizará la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, su capacidad de regeneración para, asegurar las necesidades de las futura generaciones (Gobierno Nacional, 2008).

En los artículos 400 al 423, mencionan acerca del manejo, desarrollo sustentable, de la conservación, recuperación y promoción de los recursos naturales, de la biodiversidad en sí. Además, del papel que cumple cada actor que se encuentra involucrado en la naturaleza.

2.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida

El Plan Nacional de Desarrollo toda una vida, está planteada en tres ejes, cada una con objetivos, La presente investigación está sujeta al **Eje 1: Derechos para Todos Durante Todo una Vida**. Con el **Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones** (Senplades, 2017).

2.1.3. Código Orgánico del Ambiente, 2017 (COA).

Art. 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o *sumak kawsay* (COA, 2017).

La conservación de la biodiversidad genética según el COA, 2017, se encuentra a cargo de entidades, instituciones y personas afines. Por ejemplo el Art. 27, dice que Gobiernos autónomos descentralizados deben fomentar la creación de modos de conservación del material genético, como semilleros, huertos semilleros, otros., de su localidad (COA, 2017). Asimismo, los artículos 29, 30 y 31; hablan de la regulación de la biodiversidad, así como incentivar la participación de personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades para la conservación de la biodiversidad, una distribución justa y equitativa.

Los artículos 29, 30, 31, mencionan acerca de la conservación de los recursos de manera *in situ* o *ex situ* dependiendo del estado de vulnerabilidad e importancia que se encuentre (amenazado por ejemplo); todo esto para salvaguardar el patrimonio genético.

2.1.4. Ley para la conservación y uso sustentable de la Biodiversidad.

El **Art. 1**; menciona, el objeto de La Ley para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad, es proteger, conservar, restaurar la biodiversidad, regular e impulsar su utilización sustentable; además, establece los principios generales y normas para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad y sus servicios; así también del acceso a los recursos genéticos, la bioseguridad, la rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados; la recuperación de especies amenazadas de extinción y de los mecanismos de protección de los derechos sobre la biodiversidad en materia administrativa, civil y penal (CONGRESO NACIONAL, 2004).

2.1.4.1. Norma de Semillas Forestales, 2004.

El acuerdo ministerial # 3, con registro oficial # 269, del 9 de febrero del 2004; tiene por objeto establecer regulaciones respecto de las semillas forestales en el país.

Esta norma abarca el procedimiento para obtener y comercializar semillas de calidad, cuenta con once capítulos donde se explica todo el proceso por las cuales las entidades o personas deben aplicar para obtener semillas de comercialización. Dentro de estas normas se trata: el ámbito, objetivo y autoridad competente; del control y supervisión; de las fuentes semilleras forestales; de la supervisión a las fuentes semilleras; de la recolección de semilla forestal; la comercialización de semillas acreditadas; de los envases y etiquetas; de la importación de semillas forestales; de la calidad de la semilla; las prohibiciones y denuncias (Narváez, 2004).

2.1.5. Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)

No existe artículo dentro de la LOES, que hable explícitamente sobre los tipos de trabajo de grado que se pueden realizar, pero menciona que los trabajos de titulación deberán ser entregados en formato digital por parte de las instituciones de educación superior para su difusión pública en el artículo 144.

2.1.6. Reglamento general Universidad Técnica del Norte.

En el capítulo VI en el artículo 151 y 152, expone que los trabajos de grado pueden ser proyectos o tesis, ya sean estos temas presentados por el estudiante o temas que tenga la carrera.

De la misma manera, dentro del rediseño curricular de la Carrera de Ingeniería Forestal presentado en el año 2017, se contempla como modalidades de titulación, la realización de proyecto de investigación, emprendimiento o rendimiento de un examen de carácter complejo.

2.2. Línea de investigación

El estudio se realiza en la línea de investigación de la carrera: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.3. Fundamentación teórica

2.3.1. Conservación biodiversidad forestal.

“Los bosques son los depositarios más importantes de la biodiversidad terrestre, proporcionan una amplia variedad de productos y servicios a la población de todo el mundo” (FAO *et al.*, 2007). La conservación de la biodiversidad forestal es fundamental para mantener el valor productivo de los bosques, el estado fitosanitario y la vitalidad de los ecosistemas forestales asegura, FAO *et al.*, (2007).

“Ecuador es un país privilegiado por su ubicación, su biodiversidad, la riqueza de sus suelos, su fauna y por el rápido crecimiento de su flora”, a más de tener un alto potencial forestal con cerca de 3 millones hectáreas susceptibles para forestación, (COMAFORS, 2019). Es considerado como uno de los países más ricos del mundo, a pesar de ser tan pequeño cuenta con una gran diversidad de especies y ecosistemas (FAO *et al.*, 2012).

Ecuador es el primer país en biodiversidad del mundo, por el mayor número de especies en relación a la unidad de especie, se ha registrado 18.198 especies en plantas vasculares, de las cuales 17. 683 son nativas y 5.400 endémicas, y registra un 6,4% de la flora mundial (Baez, 2019). Asimismo se ha identificado 91 diferentes tipos de ecosistemas: 24 e la Costa, 45 e la Sierra y 22 en la Amazonía (MAE, 2013). Pero debido a muchos factores éstos ecosistemas se están perdiendo y con él la gran biodiversidad está disminuyendo.

2.3.2. Recursos genéticos forestales del Ecuador

Los recursos genéticos forestales del país han disminuido debido a factores como: alteración, fragmentación y destrucción de hábitats y ecosistemas; la sobreexplotación de la flora silvestre; la introducción de especies exóticas; la contaminación ambiental; factores socio-económicos; y la escasa atención que recibe el tema (Grijalva *et al.*, 2015).

A pesar de tener una alta gama de diversidad, uno de los problemas principales que enfrentan los Recursos genéticos forestales, asegura Grijalva *et al.*, (2015), es la escasés de investigación sobre el manejo del Patrimonio Genético Forestal. Si se lograra manejar los recursos se aseguraría la sostenibilidad, conservando las fuentes semilleras y consecuentemente se podría cubrir las demandas de material genético para programas, proyectos e iniciativas de conservación, forestación, y reforestación, y así, asegurar los beneficios ambientales y sociales del país a largo plazo.

La protección de la biodiversidad requiere una estrategia de conservación *in situ* y *ex situ*. No obstante, hay muchas situaciones en que la conservación *ex situ* se convierte en el punto central de un programa de preservación de material genético (Amaral y Yanchuk, 2007).

Los bancos de semillas y los jardines botánicos son los métodos más comunes para conservar la diversidad biológica vegetal *ex situ*. Los primeros permiten conservar por mucho tiempo y en un espacio reducido muestras representativas de diversidad genética de una gran cantidad de especies de plantas (Gold, León, y Way, 2004).

En el caso de las especies forestales las semillas son el germoplasma más utilizado para la conservación de los recursos genéticos, sin embargo, se pueden almacenar otras estructuras como frutos, raramente se colectan propágulos de otro tipo como rizomas, raíces, esquejes y púas para su injertación. En el caso de producción intensiva y programas de mejoramiento genético se almacenan polen (Gutiérrez B. C., Magni, y Gutiérrez B. P., 2015)

Pero en el país, son escasos los estudios acerca de los recursos genéticos forestales, así también, son pocas las instituciones dedicadas a realizar actividades para la protección, conservación y uso adecuado de estos recursos (Cué *et al.*, 2019).

En Ecuador, el mayor Banco de germoplasma Nacional es del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), conservan alrededor de 18 000 accesiones de diferentes plantas entre comestibles, medicinales y forestales. Así también, el Banco de germoplasma de la Universidad Técnica Particular de Loja conserva más de 150 accesiones de varias especies de flora endémica del sur del país. Y, la Universidad de Quevedo almacena una colección de especies arbóreas tropicales (FAO *et al.*, 2012), estas instituciones con mayor cantidad de accesiones poseen al nivel nacional.

2.3.3. Conservación *in situ*.

De acuerdo con la Convención sobre la Diversidad Biológica (ONU 1992), “la conservación *in situ* se refiere a la conservación de los ecosistemas y hábitats naturales” como parques nacionales, parques naturales, reservas, entre otros.

Pita y Martínez (2001) junto a Hunter y Heywood (2011) concuerdan: la conservación *in situ* es el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies, con el fin de conservar el más amplio rango de características genéticas que se puedan usar en el mejoramiento genético. Y la ocupación, uso y explotación por el hombre en estas áreas es restringidos con el objeto de preservar sus ecosistemas y las especies que los constituyen (Pita y Martínez, 2001).

2.3.4. Conservación *ex situ*.

En el Convenio de la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (1992), se indica que la “conservación *ex situ* es la conservación de los componentes de la biodiversidad biológica fuera de sus hábitat naturales”. “Constituye un soporte complementario para la conservación *in situ*. Además, deberán servir como mecanismos de promoción del conocimiento de la importancia de las especies de vida silvestre” (COA, 2017).

La conservación *ex situ* trata principalmente del muestreo y el mantenimiento de la variación genética dentro y entre poblaciones de la especie seleccionada. FAO *et al.*, (2007) menciona también que la intervención humana es importante tanto como para recolecciones simples como para métodos de mejoramiento genético.

Dentro de este modo de conservación se incluyen varias métodos, desde Jardines Botánicos, Arboretos hasta los Bancos de Semillas o de Germoplasma en general (Romero, 2018). Este tipo de conservación tiene como finalidad mantener la mayor cantidad de variación genética de árboles forestales existente dentro de una población (Palmberg, 2001).

2.3.4.1. Bancos de germoplasma y semilleros.

Los bancos de germoplasma surgieron a mediados del siglo XX, a raíz del convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992 con el objetivo de conservar el germoplasma vegetal (semillas, tejidos meristemáticos de plantas, polen), así como, “colecciones de otro tipo de material vivo, cultivos *in vitro*, muestras de ADN, entre otros” (Gutiérrez B. C., 2015). Éstos son instituciones claves para la conservación, producción y el uso de conocimiento de semillas (Romero, 2018).

Físicamente, los bancos de germoplasma consisten en grandes depósitos de sobres de semillas conservados a bajas temperaturas de modo de mantener por muchos años una adecuada viabilidad de las mismas (Gutiérrez, Ipinza y Barros, 2015).

Los bancos semilleros son una estrategia para la seguridad alimentaria, porque, proveen de material para propagar, aportan a la restauración ecológica, además de estudios de diversidad genética e información. Es uno de los métodos más efectivos para la conservación *ex situ* (Gold, León, y Way, 2004).

La conservación en bancos de germoplasma, muchas de las semillas estudiadas permiten la desecación, tiene latencia natural y permiten ser almacenadas por meses, años y hasta por décadas sin perder su viabilidad (Oliva M. , Vacalla, Pérez, y Tucto, 2014).

2.3.4.1.1. Conservación de semillas

La conservación de recursos genéticos por medio de las semillas a largo plazo se considera el método más factible, más barato y seguro, así lo afirma Hong, Linington, y Ellis (1996). Consiste

en secar las semillas a bajos niveles de humedad y almacenarlas a temperaturas bajo cero según Gold *et al.*, (2004), pero hay autores como Hong *et al.*, (1996) quienes consideran que temperaturas entre 4° a 8° C son ideales para el almacenamiento de semillas a mediano y a largo plazo, además por la facilidad de obtener esos niveles de frío.

Para elegir el mejor método de almacenar las semillas es necesario clasificar el comportamiento de las semillas entre especies (Hong *et al.*, 1996). Gálvez Ramírez (s.f.) sugiere observar la viabilidad, el vigor, la calidad fisiológica y genética, ideales para el lugar y el propósito en las que se vayan a utilizar.

2.3.4.1.2. Conservación in vitro

Las técnicas de cultivo de tejidos son de gran interés para la recolección, multiplicación y almacenamiento del germoplasma vegetal, expresa Engelmann (citado por Engelmann y González, 2013). Se puede almacenar y conservar partes de la planta como raíces, yemas latentes, polen, explantes como bancos de genes in vitro, o posiblemente como ADN (Hong *et al.*, 1996).

El cultivo de tejidos permite la propagación del material con altas tasas de multiplicación en un ambiente aséptico para obtener plantas libres de virus a través del cultivo de meristemas en combinación con la termoterapia y a su vez garantiza la producción (Hong *et al.*, 1996).

2.3.4.1.3. Crio conservación

La *crio conservación* vegetal es una disciplina científica relativamente nueva. Quatrano (citado por Engelmann y González, 2013) refieren que el primer reporte sobre crio conservación

de material vegetal in vitro fue 1968, donde se demostró que ciertas yemas latentes podrían resistir la inmersión directa en el nitrógeno líquido.

Los procedimientos de este método reemplazan la deshidratación celular inducida por un régimen de congelación lento a temperaturas muy por debajo de 0 °C, congelando la mayor parte del agua congelable de las células, a través de la deshidratación osmótica usando soluciones con concentraciones altas, combinadas o no con deshidratación física, así lo afirman Engelmann y González (2013). Después de esto, las muestras son directamente inmersas en nitrógeno líquido, lo que permite su transición directa del estado líquido a un estado de sólido amorfo, evitando al mismo tiempo la formación de cristales de hielo intracelular perjudiciales.

2.3.5. Selección y descripción de especies.

De acuerdo con Gutiérrez B. C. (2015), existen líneas de interés para la conservación de especies silvestres, amenazadas, raras o endémicas. Los objetivos de conservación pueden ser muchos otros dependiendo de la priorización de criterios de distinta naturaleza, como especies de valor económico, importancia biológica y ecológica, turismo, alimento para animales, entre otros.

Del mismo modo, Añazco (2000) señala la importancia de la selección de las especies para la conservación de acuerdo a la importancia y funciones tales como: protección, recuperación de tierras, mejoramiento de tierras, paisajísticos, agroforestería, económicos, industriales, energéticos.

2.3.5.1. *Cedrela pubescens.*

C. pubescens es una especie en estudio, por el ingeniero Walter Palacios. Por ello no se tiene una descripción definida.

2.3.5.2. *Nectandra acutifolia.*

Comúnmente conocida como Jigua, la especie de *Nectandra acutifolia* (Ruiz y Pav.) Mez, una pertenece a la Familia Lauraceae, son árboles de 20 a 30 m de altura; con o sin raíces tablares bajos. Su corteza externa es de color café con pocas lenticelas dispersas, la corteza interna crema amarillenta y desprende un aroma característico de las lauráceas. Con hojas alternas, brillosas, de forma lanceolada, envés un poco recurvado en la base. Sus frutos son drupas ovaladas, verdes, insertas hasta casi la mitad de su tamaño en una cúpula de igual color (Cerón y Muñoz, 2015).

Su distribución geográfica va desde Colombia hasta Bolivia, en valles y pendientes entre los 800 a 2 000 msnm. En Ecuador está en la Costa, Sierra y Amazonía, en bosques maduros, bosques secundarios y pastizales (Cerón y Muñoz, 2015).

2.3.6. Fenología.

Fournier y Chaepantier (como se citó en García, 2017) describen a la fenología como “el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la maduración de los frutos y otros. Mientras que, De Cara y Mestre (como se citó en García, 2017) señala a la “Fenología como la ciencia que estudia los fenómenos biológicos, además se presentan

periódicamente ajustados a ritmos estacionales y tienen relación con el clima y el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar”.

Gold *et al.* (2004); ENSCONET (2009) y Herrera (1998) (como se citó en García, 2017) coinciden con, la fenología de una especie es variable cada año, debido a las variaciones climáticas, por ello es recomendable tener un monitoreo periódico de las poblaciones potenciales.

2.3.6.1. Árboles candidatos a semilleros.

FAO, FLD, Bioersivity International (2007) mencionan: “la representación geográfica de las poblaciones de árboles o de la procedencia de los árboles, es un concepto central que se debe considerar” a momento de diseñar estrategias de muestreo para la conservación ex situ.

Normalmente los programas de mejoramiento genético, se enfocan en la recolección y selección de semillas de genotipos particulares o plantas individuales “élite” (Gold *et al.*, 2004); por ello, para conservar la variación genética es necesario tomar en cuenta aspectos y métodos de muestreo. Según la bibliografía la cantidad de individuos van de 50 a 5000 individuos dependiendo de la estructura genética de la especie.

Sin embargo, los recolectores de semillas de plantas silvestres pretenden obtener material representante de la diversidad genética de una población, por ello algunos autores aceptan un mínimo de 10 a 15 árboles, con esto se está logrando “reducir la posibilidad de que los árboles estén adaptados a un solo sitio de recolección y tengan poca resistencia o susceptibilidad a cierta enfermedad”, asegura Añazco R. (2000).

La selección de árboles candidatos deben tener características deseables dependiendo de los objetivos de los programas y proyectos destinados (Oliva M. *et al.*, 2014). Conjuntamente se requiere recopilar y analizar la información geográfica, climática, accesibilidad y distribución geográfica de las especies priorizadas. Para ello se usa mapas o sistemas de Posicionamiento Geográfico (GPS) (ENSCONET, 2009). En cualquiera de los casos siempre se debe mantener registrado los datos de la ubicación, por ejemplo, en coordenadas DATUM UTM WGS84.

La información necesaria se puede obtener desde fuentes primarias y secundarias muy útiles, para el primer caso, acudir a los expertos nacionales o residentes y guías locales de flora de las áreas de exploración y recolección; para el segundo caso incluyen bases de datos taxonómicas, las floras, monografías, listas rojas, inventarios, evaluaciones, entre otros (Gold *et al.*, 2004) .

Para el proceso de selección de fuentes semilleros, Añazco R. (2000) y Montávez (2003), concuerdan en la necesidad de tomar en cuenta lo siguiente (tabla 1):

Tabla 1.

Características de árboles semilleros.

Características más importantes de los árboles semilleros	Descripción
▪ Edad del árbol semillero	Árboles con madurez fisiológica. No muy jóvenes ni muy viejos.
▪ Fecha de fructificación, producción de frutos y semillas	Conocer la época para planificar la recolección.
▪ Régimen de fructificación	Periodicidad y frecuencia, hay especies que fructifican dos veces al año.
▪ Configuración del árbol	Características sobresalientes como: fuste recto, crecimiento y desarrollo uniforme, resistencia a plagas y enfermedades, alta producción de semillas viables y de alto poder germinativo
▪ Estado fitosanitario	Evitar recolectar semillas de árboles enfermos u hospederos de plagas.

Fuente: (Añazco R., 2000)

2.3.6.2. *Recolección de frutos*

La madurez del fruto y semilla es la última fase de proceso de la reproducción sexual, se caracteriza por los cambios físicos y químicos en ambas estructuras, en formas, tamaños y colores, éstos son criterios considerados para su identificación (Navarro, 2003).

Para la recolección de frutos es de vital importancia conocer cuándo las especies estarán lo suficientemente maduras o en su fase de dispersión para su colecta (Gold *et al.*, 2004). Por eso el

recolector debe tener conocimientos específicos de la especie y si no es así, deberá guiarse por la morfología de los frutos y semillas. Gold *et al.*, (2004), enlista algunos ejemplos:

- Los frutos carnosos dispersados por animales, el pericarpio cambia de color (normalmente de verde a rojo y amarillo), la pulpa se vuelve suave.
- Los frutos tipo vainas y cápsulas se vuelven gradualmente más secos.
- Los frutos secos dehiscentes comienzan a abrirse y se encuentran algunas semillas en el suelo.

La colección de frutos antes de su maduración total o fase de dispersión natural, tienen viabilidad, pero pierden su poder germinativo en poco tiempo asegura Gold *et al.*, (2004), sin embargo las colectadas maduras naturalmente son las que logran su máxima longevidad y calidad para almacenar a largo plazo.

2.3.6.3. Técnicas de recolección.

Existen varias técnicas de recolección de frutos y semillas, todo depende de la especie y de los equipos a usar. Gold *et al.* (2004) y Montávez (2003) citan algunas de ellas:

- *Frutos enteros:* Se lo realiza a mano, se deposita en un balde u otro recipiente amarrado a la cintura, recogidos directamente del árbol.
- *Frutos enteros:* Se lo realiza a mano, se deposita en un balde u otro recipiente amarrado a la cintura, recogidos directamente del árbol.

- *Apretar la panícula o espiga* con la mano y deslizarla hacia arriba: esto es más para las gramíneas.
- *Cortar ramas con frutos*: Este método consiste en cortar grupos de frutos, utilizando podadoras aéreas. Se debe revisar cada infrutescencia recolectada para evitar la posibilidad de incluir frutos inmaduros. Esto es apropiado para árboles y arbustos cuyos frutos estén en los ápices de las ramas. (Gold *et al.*, 2004).
- *Golpear o sacudir las ramas*: es una forma de evitar coger semillas tiernas, para recogerlos se debe poner una lona bajo las ramas.
- *Recolectar desde el suelo*: Se puede recoger frutos del suelo para su conservación pero existen varias desventajas en torno a esto, como la posibilidad de encontrar semillas atacadas por insectos o infectados por patógenos, otra posibilidad puede ser que la semilla haya caído hace mucho tiempo y debe estar demasiado envejecido (Gold *et al.*, 2004).

Es importante que al momento de la colección se tenga un orden de etiquetado y toma de información de los individuos.

2.3.7. Manejo de semillas.

Las semillas colectadas podrán ser almacenadas por años, todo depende de la calidad inicial al momento de su almacenamiento. La calidad depende de componentes visibles como niveles de infestación por insectos, otros daños físicos y de componentes no visibles como la viabilidad inicial, potencial de almacenamiento, tolerancia al secado (Gold *et al.*, 2004). Además de ello, se

debe tomar en cuenta la cantidad de semillas sea suficiente para los requerimientos de investigación, conservación y distribución.

Después de la recolección de frutos, se extrae las semillas para evitar el deterioro, la germinación espontánea y facilitar su almacenaje. Los procedimientos y resultados dependen en buena parte del conocimiento de los tipos de frutos y semillas (Añazco R., 2000).

2.3.7.1. Semillas.

Las semillas son el material vegetal en donde se encierra la memoria genética de miles de años de selección, éste en el pasado era un legado que pasaba de una generación a otra y permitía la perpetuación. Aunque las semillas fuesen vendidas, la genética albergada en su interior era gratuita y se transmitía sin mayor problema por todo el mundo (Lafuente y Horrillo, s/f).

“La semilla es la forma más práctica y eficiente para recolectar, transportar, estudiar y almacenar la diversidad vegetal” (Gold *et al.*, 2004). “Ellas son las estructuras más representativas y evolucionadas para la perpetuación de las plantas superiores, constituyendo además los agentes de dispersión más frecuentes, eficaces y con mayor capacidad para regenerar plantas vasculares completas” (Gutiérrez *et al.*, 2015) y cada una de ellas es un individuo, potencialmente que contienen la variabilidad genética de una población.

Para almacenarlas importante conocer el tipo de semillas:

Semillas ortodoxas: Tienden a ser de talla pequeña, se desprenden de la planta madre con un contenido de humedad generalmente menor al 20% en relación al peso húmedo, pueden llegar

hasta un 5% de CH. Durante su maduración tienden a modificar su estructura macromolecular de forma gradual por la deshidratación sin perder su potencialidad (Vazquez y Toledo, 1989).

El almacenamiento de estas semillas puede realizarse a bajas temperaturas, lo cual prolonga su longevidad (Vazquez y Toledo, 1989) y a su vez pueden germinar sin problemas después de rehidratarse. Estas son las semillas idóneas para conservarse en banco por largos periodos (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Semillas recalcitrantes: en este caso los propágulos maduros generalmente son grandes y tienden a poseer un contenido de humedad de más del 50% del peso húmedo de la semilla (Gutiérrez *et al.* 2015).

El CH para su almacenamiento es imposible que se llegue a menos de un 20% sin causarles daños irreversibles. La diferencia de estas con las ortodoxas es el grado de actividad metabólica de este tipo de semillas y por ello su necesidad de oxígeno, así lo asegura Vazquez y Toledo (1989). Además, Christensen, 1978 y Chin, 1984, (como se citó en Vazquez y Toledo, 1989) conciernen sobre las características que impiden la sobrevivencia de las semillas a bajas temperaturas y se genere un medio adecuado para el desarrollo de hongos y microorganismos.

2.3.8. Manejo de semillas forestales

El manejo de semillas forestales no es un tema muy abordado en el país, por ello los escasos de instituciones dedicadas al estudio de las mismas. La poca tecnología influye en la escases de información sobre la conservación de semillas forestales a corto, mediano y largo plazo; no tanto

así, como de las semillas agrícolas, lo que implica determinar nuevos parámetros y protocolos para cada especie forestal (Rodríguez, Hernández, Tranque, y Herrero, 2013)

El fin del almacenamiento de las semillas es impedir la pérdida de su viabilidad y su capacidad de germinación durante determinados periodos de tiempo, además de evitar el agotamiento de las sustancias de reserva. Mantenerlas en bajas temperaturas o en ambientes secos son algunas de las opciones sugerentes por FUCOVASA (s/f).

Roberts en 1973 (como se citó en Hong *et al.*, 1996) introdujo una clasificación basada en las respuestas fisiológicas de la supervivencia de las semillas durante la temperatura de almacenamiento y el contenido de humedad. Él, estableció los términos de orthodox y el tén recalcitrante de la medicina para las dos categorías de comportamiento de almacenaje de semilla.

Según Roberts, a las semillas ortodoxas se puede secar y bajar el contenido de humedad a un 2-5% sin causar daño y su longevidad podría aumentar si se almacena en bajas temperaturas. Mientras que, las semillas recalcitrantes no pueden sobrevivir a la desecación, su contenido de humedad debe estar relativamente alto sobre el 31% (Hong *et al.*, 1996).

2.3.9. Almacenamiento de semillas.

Consiste en secar las semillas a bajos niveles de humedad y almacenarlas a temperaturas bajo cero según Gold *et al.* (2004), sin embargo, autores como Hong *et al.*, (1996) consideran recomendables las temperaturas entre 4° a 15° C para el almacenamiento de algunas semillas a largo plazo, además por la factibilidad de obtener estas temperaturas en neveras comunes.

Para elegir el método de almacenarlas es necesario clasificar el comportamiento de las semillas entre especies (Hong *et al.*, 1996). Conjuntamente, Gálvez Ramirez (s/f), sugiere que las semillas deben tener buena calidad fisiológica, sean viables y vigorosas, de buena calidad genética idóneas para el lugar y el propósito a utilizar.

Hay varios tipos de almacenamiento que propone Hartmann y Kester (como se citó en Barrientos, 2008), por ejemplo: almacenamiento abierto, sin control de humedad ni temperatura (recomendable para frutos secos); almacenamiento cálido, con control de humedad, en bolsas selladas; almacenamiento en frío a temperatura bajas; y el almacenamiento en frío- húmedo con algún material con humedad como arena mojada (semillas recalcitrantes), pero no pueden ser guardadas por mucho tiempo.

Las semillas ortodoxas se pueden almacenar con bajos valores de humedad, esto es porque pueden tolerar la deshidratación hasta cierto punto (valores de 2-7%); los envases en los que se vayan a conservar deben ser absolutamente herméticos.

Las semillas recalcitrantes deben estar en un recipiente que no sólo mantenga las semillas húmedas, sino también frescas y permita el paso adecuado de aire, además, deben estar en lugares muy oscuros para evitar la germinación, puesto que las semillas húmedas son capaces de respirar. (Bobbins y Shrestha, 2004).

2.3.10. Factores de almacenamiento

Durante el almacenamiento de semillas se debe considerar varios factores como: temperatura, humedad ambiental, contenido de humedad de las semillas, proporción de luz, entre otros factores, los cuales afectarán la capacidad de germinación durante periodos de tiempo.

En su mayoría las semillas estudiadas son tolerantes a la desecación y mantienen su latencia natural, esto permite su almacenamiento por meses, años, y hasta por décadas sin perder su viabilidad (Oliva M. *et al.*, 2014).

2.3.10.1. Contenido de humedad y humedad relativa.

Las semillas son estructuras higroscópicas, esto quiere decir que absorben o liberan humedad dependiendo del lugar donde se lo coloque y del período de tiempo, su contenido de humedad final se estabiliza, “a lo cual se lo conoce como humedad de equilibrio”, así lo afirma Barrientos, (2008) y de acuerdo con él, la humedad de equilibrio depende de varios factores como (figura 1):

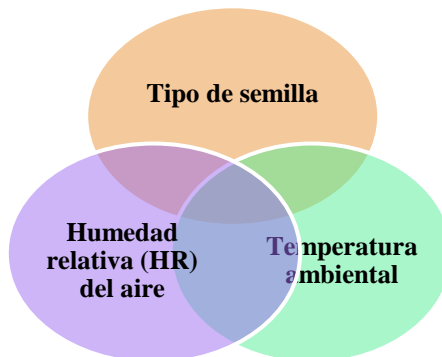


Figura 1. Factores que influyen en la humedad de equilibrio (Caicheo, 2008). El CH de las semillas determinará la

duración del almacenamiento, la disminución de éste dependiendo del tipo de semilla aportará a un mejor manejo de las mismas.

2.3.10.2. Temperatura.

Algunas semillas se podrían almacenar a temperaturas ambiente, pero en poco tiempo perderían su viabilidad, por ello, la mejor manera de conservar su longevidad es almacenar a bajas temperaturas, así lo afirman varios autores como (Lafuente y Horrillo, s.f.).

El contenido de humedad de la semilla incrementa cuando aumenta la temperatura, siempre y cuando la humedad relativa permanezca estable. Sin embargo, Caicheo (2008), señala que la temperatura y la humedad relativa actúan de forma independiente, por lo tanto si una aumenta, la otra disminuye.

2.3.10.3. Luz.

La luz es uno de los factores que influyen en el inicio del proceso de germinación de la semilla, por eso es importante mantener a la semilla alejada de fuentes de luz.

2.3.10.4. Envases.

Existe varias maneras de almacenar, (Lafuente y Horrillo, s.f.), cita algunos ejemplos:

- *Botes de vidrio:* los frascos de vidrio transparentes permiten ver el contenido en su interior, cada vez que se utilice debe ser limpiado y desinfectado.

- *Botes de plástico:* como en bolsas herméticas, son más económicos, permiten la entrada y salida de aire por sus micro poros.
- *Recipientes metálicos o latas:* se pueden cerrar bien, para evitar la entrada de insectos, también porque son opacos e impiden el ingreso de luz que puede afectar la durabilidad de las semillas.
- *Bolsas de papel:* es práctico y fácil de conseguir, pero solo es recomendable para almacenamiento de corto tiempo.

2.3.11. Análisis de semillas.

2.3.11.1. Normas ISTA

La International Seed Testing Association (ISTA) se estableció en 1924 para dar una visión de uniformidad en los análisis de semillas a nivel internacional. La misión actual de la ISTA es desarrollar, adaptar y publicar los procedimientos estándar para muestreo y análisis de las semillas (ISTA, 2016).

“El objetivo principal de las Reglas ISTA es proporcionar métodos de prueba para las semillas designadas para el desarrollo de cultivos o la producción de plantas”, así lo menciona ISTA , (2016). Estos métodos se pueden aplicar también para evaluar la calidad de las semillas alimenticias y de otros usos técnicos. Aseguran también, que estos métodos han pasado por los estudios de validación apropiadas para asegurar que los procedimientos de ensayo den resultados confiables y reproducibles.

2.3.11.2. *Limpieza y secado.*

“El proceso de limpieza y extracción, consiste en extraer la semilla del fruto” (Añazco R., 2000). Dependiendo del tipo de fruto y especie, para la extracción y el secado existen varias técnicas y métodos.

Se puede realizar de manera manual o se pueden utilizar algunos equipos. (Gutiérrez *et al.*, 2015), “recomiendan la limpieza manual, debido a que se minimizan los daños a las semillas y se mantiene la heterogeneidad propia de las muestras”.

La limpieza debe ser eficiente, cuidando de no dañarlas, eliminando restos de frutos, ramitas, alas, piedras, hojas, suelo, otros. Gutiérrez *et al.* (2015) enlista algunas de las formas de extracción:

- *Extracción de semillas desde frutos secos dehiscentes:* por lo general estos se abren solos, durante el secado con suficiente aire en circulación. Inclusive se puede liberar a las semillas solo con movimientos como sacudidas.
- *Extracción de semillas desde frutos secos indehiscentes:* este tipo de frutos no se abren necesitan ser triturados, quebrados o partidos para liberar las semillas, hay frutos que necesitan de tratamientos como exposición al sol, o de máquinas.
- *Extracción de semillas de frutos carnosos:* para estos, hay varias las formas de extraer las semillas por la gran cantidad de tipos de frutos: en frutos como drupas o bayas se corta o aplasta y se deja caer la pulpa en recipientes para luego separar manualmente; en frutos

pulposos o blandos y pequeños pueden ser macerados con agua, separar con mallas, tamices. Después se debe lavar, secar en finas capas sobre papel periódico o absorbente y con circulación de aire, procurando que no se sequen demasiado.

El secado, este proceso es diferente para cada especie: por ejemplo, hay semillas no resistentes a la exposición directa al sol, se secan bajo sombra. Hay otras especies que se exponen directamente como conos para que los frutos se abran; otros frutos no necesitan ser secadas, ya vienen secas desde el fruto (Añazco, 2000; Montávez, 2003).

2.3.11.3. Muestras de semillas para los análisis.

El objetivo de un muestreo es obtener una muestra de un tamaño adecuado para el análisis, en la cual la probabilidad de que un elemento esté presente, se determina sólo por su nivel de ocurrencia en el lote de semillas (ISTA, 2016). El muestreo de las semillas y la cantidad de las mismas dependen de la especie.

La toma de muestras de semillas debe ser suficiente aparte de cumplir con el mínimo de muestreo, para el envío al laboratorio la cantidad mínima de semillas requerida para la prueba de análisis solicitadas (ISTA, 2016).

2.3.11.4. Pureza y cantidad de semillas por kilogramos.

El análisis de pureza es para determinar el porcentaje de materia inerte (semillas vacías o vanas, piedritas), en relación a la cantidad de semillas puras y en buen estado. El peso de la semilla

se determina con el objetivo de conocer cuántas semillas existen en un Kilogramo (Ceballos y López, 2007).

2.3.11.5. Contenido de humedad.

De acuerdo con Caicheo (2008), el contenido de humedad se refiere a la cantidad de agua libre dentro de la semilla, se expresa como porcentaje del peso total de la semilla. La determinación de humedad en laboratorio, es tomar una muestra previamente pesada, la pérdida de peso de la misma es la cantidad de agua que contenía la muestra.

Rao, y otros (2007), comentan “la importancia de determinar el contenido de humedad antes de almacenar las semillas para predecir con exactitud el potencial de vida en almacenamiento que tendrá cada accesión”.

2.3.11.6. Viabilidad.

La viabilidad es el número de semillas vivas de las cuales se puede obtener una planta (CATIE, 1996). Este análisis se determina fundamentalmente a través de ensayos de germinación, o alternativamente mediante pruebas de tetrazolium. Gutiérrez, Ipinza, y Barros, (2015), listan algunas formas para pruebas de viabilidad:

- *Prueba de Corte:* es una prueba destructiva que consiste en cortar las semillas a la mitad y tratar de ver el estado del embrión, por medio de un aparato óptico que facilite la visualización.

- *Prueba de Flotación:* esta prueba consta de poner en remojo las semillas en agua común, así se podrá separar las semillas viables (hunden) de las vanas (flotan).
- *Ensayo de germinación:* consiste en sembrar las semillas en sustratos o en medios de laboratorio como papel absorbente, luego cuantificar las semillas germinadas periódicamente.
- *Prueba de Tetrazolium:* es un proceso destructivo, consiste en remojar de 50 a 100 semillas, anteriormente remojadas con agua, en una solución al 1% de 2,3,5-trifenil cloruro de tetrazolium y posteriormente incubarlas en oscuridad a 30°C por 12 a 24 horas. Los resultados son: a mayor coloración rojiza es porque el embrión está en estado óptimo.

2.3.11.7. Germinación.

La germinación es el proceso de madurez de la semilla hasta el crecimiento de la radícula. Primero la semilla debe romper es estado de latencia, la cual es una condición que mantiene a la misma en espera de su germinación, aunque esta se encuentre en condiciones óptimas de temperatura, humedad, gases y luz para su desarrollo (CATIE, 1996).

Gutiérrez *et al.*, (2015), mencionan acerca de los ensayos de germinación “éstos consisten en poner a germinar un número conocido de semillas y determinar el porcentaje de ellas efectivamente capaces de germinar” para ello existen procesos como: siembra en un vivero para el conteo de plántulas; bajo condiciones controladas como en laboratorio o en condiciones *in vitro*.

Hay dos tipos de germinación relacionados con la posición de los cotiledones al momento de germinar como; la *germinación epígea* es cuando los cotiledones aparecen por encima del

sustrato; mientras que, la *germinación hipógea* es donde los cotiledones se quedan debajo de la superficie (Añazco, 2000).

2.3.12. Protocolos de almacenamiento

Un protocolo es un documento que orienta y dirige los pasos, etapas y reglas a seguir al momento de realizar alguna actividad determinada. Sugieren las etapas sucesivas del trabajo, debe ser lo más claro, concreto y completo posible (González, 2010).

En el caso de los protocolos de manejo de semillas, debe abarcar lo siguiente: información de características de la especie, etapas de floración y fructificación, modo de recolección de semillas, herramientas a utilizar, modo de limpieza, datos de análisis de semillas y otras observaciones (Maselli, 2014).

2.3.13. Estudios similares a otras especies.

Un estudio similar es de Ramírez y Orozco (2010), quienes estudiaron el potencial de almacenamiento de semillas de *Genipa americana L.* en el departamento del Quindío. Donde se evaluó el tipo de almacenamiento para la conservación de esta especie, con el fin de establecer un protocolo de almacenamiento para la conservación a corto plazo, a través de la determinación de la temperatura y sustrato adecuado. Los resultados fueron; la mejor forma de almacenamiento a temperatura ambiente y utilizando torlita para controlar el CH (manteniéndola por encima el 10%).

Así también, de Alvarado y Encala (2010), quienes realizaron el estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas, de seis especies forestales nativas en bosque Tropical

Montano, potenciales para la reforestación en la estación científica San Francisco. Donde evaluaron temas como: fenología de las especies, selección de candidatos semilleros, temperaturas de almacenamiento (-18°, 5° C y ambiente), el tiempo a tres meses para cada especie.

Otro estudio similar es de Caicheo (2008), quien estudió el almacenamiento y algunos protocolos de rutina para la mantención de semillas. Este trabajo menciona los tipos de almacenamiento, la importancia de la conservación de semillas, las condiciones del almacenamiento y sus efectos; además de, las pruebas realizadas a las semillas después de la temporada de conservación para verificar su capacidad de uso.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio

3.1.1. Política:

La fase de campo (toma de datos de árboles), se realizó el santuario de aves Milpe, ubicado en la eco ruta Milpe- Pachijal, vía Calacalí km 91, Parroquia San Miguel de Milpe, Cantón San Miguel de Los Bancos y en el Bosque nublado de Puyucunapi, ubicado en la parroquia de Nanegalito, vía Calacalí Km 63, provincia de Pichincha (MCF, 2015).

La fase de laboratorio se desarrolló en el laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en el Barrio San Francisco, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.



Figura 2. Mapa de ubicación

3.1.2. Geográfica

San José de Milpe está ubicada a 10002462,05m al Norte, y a 734020,22m al este en coordenadas UTM WGS 84, a una altitud de 1180 m.s.n.m. (Equipo técnico PD y OT- GADMSMB, 2015).

3.1.3. Limites

San José de Milpe está ubicado a 94 km al Noroccidente de Quito, está limitado al Norte con el Distrito Metropolitano de Quito, y el cantón Pedro Vicente Maldonado, al sur y oeste con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, y al este con el Distrito Metropolitano de Quito, (Equipo técnico PD y OT- GADMSMB, 2015).

3.2. Datos climáticos

El clima de San Miguel de los Bancos está clasificado como tropical, porque hasta en el mes más seco hay mucha lluvia en este cantón. De acuerdo con Köppen y Geiger, en San Miguel de los Bancos, la temperatura media anual es de 20,6 ° C., la precipitación es de 3493 mm al año y con humedad relativa mayor al 95% (Climate-data.org, 2020).

3.3. Materiales, equipos e insumos

3.3.1. Materiales

- Libreta de campo.
- Podadora manual y aérea.
- Fundas plásticas.
- Recipientes de cristal.

- Etiquetas.
- Útiles de escritorio
- Cinta métrica y diamétrica
- Piola y placas codificadas
- Materiales de laboratorio (cajas Petri, papel)
- Papel traza
- Contenedores de pesaje

3.3.2. Equipos

- Computadora
- Software Arc GIS 10.3
- Navegador GPS Essentials
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Redes
- Equipos de trepa
- Equipos de laboratorio
- Balanza electrónica de precisión (marca OHAUS)
- Balanza secadora Contenido de humedad (marca RADWAG)
- Estufa de laboratorio (marca QL, Quincy Lab, Inc)
- Refrigerador común
- Pie de rey
- Clinómetro Suunto

3.3.3. Insumos y material vegetal

- Agua
- Semillas
- Muestras dendrológicas
- Desinfectantes hongos e insectos

Para el desarrollo de este trabajo se usaron los siguientes insumos: las Reservas de Bosques de Milpe, Puyucunapi y Silanche. El material vegetal se obtuvo de las mismas reservas de la fundación, para ello la fundación emitió una carta de autorización de uso (anexo B, figura 29).

3.4. Metodología

Para cumplir con los objetivos del trabajo se implementaron metodologías para cada uno de ellos, las cuales se dividen en dos fases:

3.4.1. Fase de campo

3.4.1.1. Objetivo específico uno.

Se tomó como referencia los inventarios preliminares realizados en el año 2018, por parte de la fundación. Se analizaron aquellos inventarios, los cuales fueron muestreados al azar, de cuatro parcelas de 40 x 40 m., luego se realizó un recorrido previo en los bosques, en los que se identificó y seleccionó los árboles candidatos a semilleros.

Para cumplir con este objetivo se realizó lo siguiente:

3.4.1.1.1. Selección de árboles candidatos a semilleros

Se efectuaron recorridos en búsqueda de individuos de cada especie. De cada uno se tomó información específica (tabla 2).

Tabla 2.

Información de los individuos.

Tipo de información	Método
Nº de árbol	Placas con códigos atados con piola roja alrededor del árbol (anexo B, figura 31 y 32)
Ubicación de Coordenadas en X Y y altura a msnm.	Con el uso del GPS Essentials, colocándose en la base del árbol, tomamos el punto en WGS_1984_UTM_Zone_17S.
Edad	Para ello se entrevistó al personal encargado del cuidado de la reserva, quienes han vivido en él desde la adquisición de los predios.
DAP	Con la cinta diamétrica, se mide a la altura del pecho, poniendo la cinta alrededor del fuste.
Altura del árbol	Con el clinómetro desde una distancia de 20 metros se tomó la medida del piso hasta la punta de la copa.
Número de ramas	Contando las bifurcaciones principales Las bifurcaciones más prominentes.
Diámetro de la copa	Con una cinta métrica, se tomó varias medidas de los diámetros en cruz y de ellos se sacó una media.
Estado fenológico	Con los binoculares. Observación del estado si son flores o frutos.
Rectitud y forma del fuste	Observación y evaluación.

Elaborado por: Autoría propia

Con la información obtenida de los individuos se seleccionaron de 10 a 15 de ellos, los elegidos fueron los que presentaron mejores características del total muestreados (encontrados en las reservas). Para la selección de dichos árboles se adaptó las pautas de Izpina Roberto (1998), donde se evaluó con la asignación de puntajes a las diferentes variables.

Se tomó como referencia para seleccionar los individuos de mejores características, basadas en las recomendaciones de Añazco R. (2000), Montávez, (2003) y Oliva M. *et al.*, (2014).

Tabla 3.

Mejores características para selección de individuos.

Características evaluadas	Método de evaluación	Puntuación
DAP y altura	Se realizó una comparación con la media de todos los individuos.	Se asignan valores de 1 al 7, valores menores a los que están debajo de la media y los valores más altos a los que están sobre la media.
Fuste	Rectitud, los rangos van de 1 a 4.	1: árbol con torceduras más que leves; 2: árbol recto, con más de una leve torcedura; 3: árbol recto, con una leve torcedura; 4: árbol perfectamente recto (figura 3).
Producción de frutos y semillas	Viables y de alto poder germinativo	5 árboles con flores y/o frutos y 0 para los que no.
Estado fitosanitario	Que no estén enfermos o sean hospederos de plagas.	2 árbol sano y 0 árboles enfermos.
Diámetro de copa	Rangos de 3a -3 puntos. Se asignó de la siguiente manera:	0 copa promedio, 3 a 1 copas más grande que el promedio, y de -1 a -3 copa debajo del promedio.

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

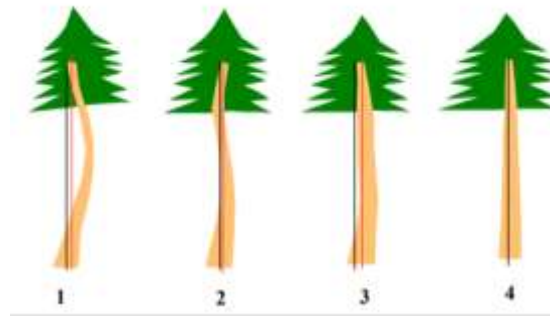


Figura 3. Categorías de rectitud (Ipinza, 1998).

3.4.1.1.2. Fenología y período de recolección de semillas.

Para el estudio fenológico de estas especies, se recurrió a fuentes de información primaria y secundaria.

Fuentes primarias: la información se obtuvo mediante el seguimiento quincenal del periodo de floración y fructificación de los árboles seleccionados como sugieren Lombardi y Nalvarte (2001). También se acudió a personas de la localidad y a expertos de la fundación quienes tienen información registrada de estudios anteriores, así también los dendrólogos y botánicos que estudian la flora de la zona.

Fuentes secundarias: se hizo uso de estudios realizados anteriormente de estas especies o similares a las estudiadas. La determinación del periodo de floración y fructificación de *N. acutifolia* y *C. pubescens* se llevó un modelo de registro (Tabla 4):

Tabla 4.

Registro fructificación y floración

Fecha	Estado - Nombre de la especie:											
	Floración				Fructificación				Mudanza Foliar			
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

En la tabla anterior, los espacios en blanco se ubican las fechas de cada entrada y en los de los porcentajes se colocó una x de acuerdo a las consideraciones mencionadas por Lombardi y Nalvarte (2001). Donde:

- 25%: Floración y fructificación verde; Botones florales apareciendo; Frutos nuevos apareciendo; árbol con pocas hojas o defoliado.
- 50%: Floración madura; Fructificación verde; hojas nuevas apareciendo.
- 75%: Floración avanzada, árbol totalmente floreado; Frutos maduros presentes; Mayoría de las hojas nuevas o totalmente con hojas nuevas.
- 100%: Floración por terminar o terminada; Frutos maduros cayendo o dispersión de semillas; Copa completamente con hojas viejas.

3.4.1.1.3. *Cosecha.*

Este paso se realizó entre los meses de junio a agosto para *C. pubescens*, mientras que en los meses de septiembre a noviembre para *N. acutifolia*.

La cosecha se realizó a través del corte de las ramas de los árboles, con el uso de equipos de trepa y suspensión, se usó también escaleras, lonas tendidas, tijeras podadoras aéreas, equipo de seguridad, otros. La trepa de los árboles lo hicieron personal capacitado que trabajan en la fundación. Se tomó datos de los árboles de los cuales fueron recolectados.

Los frutos fueron recolectados en fundas plásticas y en costales con todo y ramas, para así evitar el daño de las semillas; éstas luego fueron llevadas a lugares frescos y secos para que terminen sus períodos de maduración.

3.4.1.1.4. Limpieza y secado.

Pasos para limpieza y secado del C. pubescens:

Los frutos de *C. pubescens* fueron recolectados antes del esparcimiento natural, el fruto de color verde amarillento, se dejó al aire libre y bajo sombra por tres semanas aproximadamente, hasta la apertura por sí solas de las cápsulas (Anexo B, figura 33). Las semillas fueron extraídas de las cápsulas y se procedió a la clasificación y limpieza: retirando los restos de las cápsulas, hojas e impurezas.

Pasos para limpieza y secado de N. acutifolia:

Los frutos de *N. acutifolia*. Son drupas, éstas fueron colectadas con el corte de las ramas para el término del período de maduración aún insertadas en su cúpula. Luego cuando el fruto cambió de color verde a morado y de textura compacto a suave, además de su esparcimiento natural se estaba dado, así como su aprovechamiento por parte de las aves.

Luego se retiró el pericarpio y se lavó. Conjuntamente, se clasificó las semillas en buen estado de las malas, se encontró agujeros en las semillas de larvas, como sugieren Gutiérrez *et al.*, (2015) y Salazar y Soihet (2001); macerándolos con agua, luego se los lavó y restregó las semillas en los cernidores. Finalmente se lavó, se secó en finas capas sobre papel periódico o absorbente y tratando que el aire circule, pero evitando el secado demasiado.

3.4.2. Fase de laboratorio

En esta fase se ingresó el material recolectado, limpiado y pre secado, con esto se realizó el análisis de semillas más relevantes, siguiendo los pasos de las normas ISTA 2016. Los análisis de semillas realizados fueron: pureza, cantidad de semillas por kilogramo, contenido de humedad, viabilidad y germinación.

3.4.2.1. Muestreo

Para las dos especies se usó el método de muestreo manual, la cual consiste en: limpiar la mano y girar la manga si es necesario, insertar la mano abierta en el recipiente hasta la posición requerida, cerrar y retirar la mano, teniendo mucho cuidado de tener los dedos herméticamente cerrados sobre las semillas para que ninguna pueda escapar y finalmente vaciar la mano en una sartén de recepción (ISTA, 2016).

La muestra analizada fue una muestra remitida (la cual debe contener un mínimo de 25 000 semillas), ésta puede ser la totalidad de la muestra compuesta o una submuestra (ISTA, 2016). Se

debe tomar en cuenta que el lote máximo de lote para el muestreo es de 1000 gramos, peso mínimo de lotes para el análisis de pureza es de 40gramos (ISTA, 2016).

Aparte de los análisis de semillas se realizó la toma de medidas de los frutos y de las semillas, con el calibrador pie de rey.

3.4.2.2. Pureza

Pureza semillas de C. pubescens.

Para el análisis de pureza del *C. pubescens*, primero pesó el total en un envase de plástico, luego se separó las semillas puras que mostraban un estado físico bueno (semillas llenas), de materia inerte como semillas vanas, estructuras pequeñas o restos de frutos, partes de hojas, y basura (tierra, piedritas, etc.).

Pureza semillas de Nectandra acutifolia (jigua).

Para el análisis de pureza de la Jigua, primero pesó las semillas después de haberlas lavado y secado bajo sombra al aire libre durante una hora; se separó las semillas de buen estado, las buen estado físico (semillas llenas, sin insectos), de las semillas con hongos y podridas y de la materia inerte como semillas vanas, estructuras pequeñas o restos de frutos, partes de hojas, y basura (tierra, piedritas, etc.) (Anexo B, figura 39).

El porcentaje de pureza se calculó con la siguiente ecuación:

$$CP\% = \frac{Pp}{Ptm} \times 100 \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

CP%: coeficiente de pureza en porcentaje

Pp: peso semilla pura

Ptm: peso total de la semilla y materia inerte

Nota: la misma fórmula se calcula para otras semillas y material inerte.

En los resultados del ensayo de pureza se indicó: El nombre científico de la especie de semilla pura; el porcentaje en peso de semillas puras, materia inerte y otras semillas, dado a un decimal y el tipo de materia inerte.

3.4.2.3. *Semillas por kilogramo*

Este análisis sirve para determinar el número de semillas puras por unidad de peso en kilogramos. El procedimiento para el cálculo de las dos especies es el mismo y se hizo lo siguiente:

De la muestra usada en la prueba de Pureza, se separó ocho a diez sub-muestras de 100 semillas puras; se pesó cada sub-muestra individualmente, en gramos con aproximación a uno o dos decimales; se determinó el promedio de las muestras y se proyectó los gramos obtenidos a kilogramos.

$$\begin{aligned} \text{media gr} &= \frac{\Sigma(10\text{mues.} \times 100 \text{ semi.}) \text{gr.}}{10} \\ \# \text{ semilla por kg} &= \frac{100 \text{ semillas} \times 1000 \text{gr.}}{\text{media gr.}} \end{aligned} \quad \text{Ec. (2)}$$

3.4.2.4. *Contenido de humedad*

El contenido de humedad de las semillas de *C. pubescens* se realizó mediante una balanza secadora Contenido de humedad (marca RADWAG) especializada para determinar el porcentaje de CH. Cada muestra fue secada por lapsos de 12 a 15 min, a 140° C. La cantidad de semillas para la prueba, de acuerdo a las normas ISTA 2016, fue de 5 gramos de acuerdo al diámetro del recipiente, en este caso de 5 a 8 cm.

En cuanto a *N. acutifolia* se usó el método de temperatura constante de 103°C por un periodo de tiempo de 17 horas, ISTA (2016), con el uso de una balanza electrónica de precisión (marca OHAUS), para obtener el peso inicial y el peso final después de poner a secar las semillas en la estufa de laboratorio (marca QL, Quincy Lab, Inc).

La fórmula usada en el caso de usar temperaturas inicial y final es la siguiente:

$$CH\% = \frac{\text{pérdida de peso (peso inial - peso final)}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad \text{Ec. (3)}$$

3.4.2.5. *Viabilidad y germinación*

La germinación es un método directo de mostrar la viabilidad de las semillas, para *C. pubescens*, se tomó cuatro muestras de 100 semillas cada una; luego, éstas fueron sembradas en cajas Petri con papel absorbente y agua destilada.

Se observó y contabilizó el número de semillas germinadas con unos intervalos de dos días, Se consideró semilla germinada aquella que mostró un desarrollo visible de la radícula (1mm).

$$CG\% = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Semillas sembradas}} \times 100$$

Ec. (4)

En el caso de la *N. acutifolia.*, se tomó 200 semillas, se sembró en ocho cajas Petri con 25 semillas cada una, por el motivo de no contar con suficiente semilla, porque durante almacenamiento se iban descomponiendo. Se tomó datos de la germinación una vez a la semana, porque corroborando con Salazar y Soihet (2001), la germinación de semillas de estas especies dura alrededor de los 30 a 120 días.

3.4.2.6. Determinar la temperatura óptima y el envase de almacenamiento adecuado, para cada especie.

Para determinar el mejor envase, la mejor temperatura y el tiempo en el cual la semilla no pierde su viabilidad, se hizo un experimento irrestricto al azar, con igual número de observaciones, en donde se trabajó con tres factores, (Figura 4):

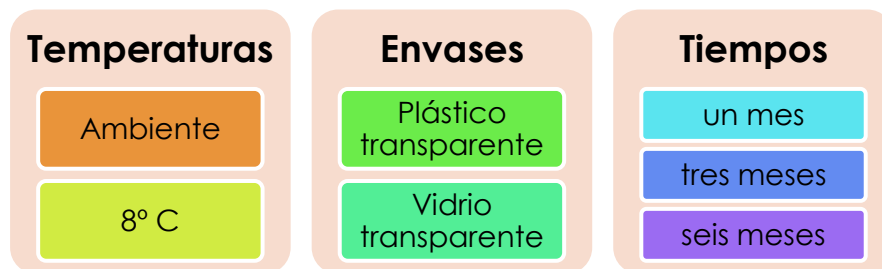


Figura 4. Factores controlados.

3.4.2.6.1. Establecimiento del ensayo

Se estableció el ensayo con 12 tratamientos, con cuatro repeticiones cada uno. Esto para cada especie.

Se calculó el total de semillas de *C. pubescens* obtenidas, se dividió para la cantidad de tratamientos y éstos fueron almacenados en 24 frascos de vidrio de 250 CC., y 24 en fundas plásticas herméticas con 18 gramos en cada envase. Luego los envases fueron etiquetados y llevados a los lugares establecidos (ambiente y refrigerador). El contenido de humedad de las semillas al momento de su almacenamiento fue del 12, 59%.

Posteriormente, se llevó a los laboratorios de la Universidad para realizar el análisis de CH y la germinación de los tratamientos correspondientes a cada mes (uno, tres y seis meses).

Las semillas de *N. acutifolia* se colectó directamente del árbol, al igual a la anterior especie, luego se dejó en sus pedúnculos hasta llegar a su punto máximo de maduración; se retiró el pericarpio de la semilla, se lavó y secó bajo sombra por alrededor de una hora, conjuntamente se desinfectó antes de almacenarlas, con una aplicación de Vitavax (5 ml en un litro de agua) y Hortisec- Pyrimetha 200 (5 gramos en un litro de agua), para hongos e insectos, porque las semillas mostraron presencia de infección por las mismas.

Después de realizar los análisis de semillas mencionados en el anterior punto se pesó y calculó el total de semillas para 48 envases al igual que las semillas de *C. pubescens*, almacenaron un promedio de 153, 98 gramos en cada envase. El contenido de humedad al momento de su almacenamiento fue del 55,61%.

3.4.2.6.2. Diseño experimental DIA.

Diseño irrestricto al azar, se aplica bajo dos modalidades; una con igual número de observaciones y otra con diferente número de observaciones. Sus ventajas está en la facilidad de procesar, analizar y calcular, porque extrae del error experimental la variación debida únicamente a tratamientos, también porque permite un numero alto de tratamientos así también como repeticiones, y los grados de libertad del error experimental son generalmente altos, de modo que garantiza la precisión del experimento (Aguirre y Vizcaíno, 2009).

3.4.2.6.3. Análisis estadístico

Diseño irrestricto al azar (DIA) con tres factores $A \times B \times C$ igual número de observaciones; porque las condiciones de homogeneidad son controladas. En cual se analizó la influencia la temperatura, envase y tiempo, en las semillas. Se detallan a continuación (Tabla 5).

Tabla 5.

Tratamientos

Tratamientos	Factor A	Factor B	Factor C	Código
T1	Ambiente	Vidrio	Un mes	a1b1c1
T2	Ambiente	Plástico	Un mes	a1b2c1
T3	8° C	Vidrio	Un mes	a2b1c1
T4	8° C	Plástico	Un mes	a2b2c1
T5	Ambiente	Vidrio	Tres meses	a1b1c2
T6	Ambiente	Plástico	Tres meses	a1b2c2
T7	8° C	Vidrio	Tres meses	a2b1c2
T8	8° C	Plástico	Tres meses	a2b2c2
T9	Ambiente	Vidrio	Seis meses	a1b1c3
T10	Ambiente	Plástico	Seis meses	a1b2c3
T11	8° C	Vidrio	Seis meses	a2b1c3
T12	8° C	Plástico	Seis mese	a2b2c3

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

La distribución de los tratamientos y observaciones se asignan completamente al azar en el área experimental. Se analizó el contenido de humedad y la germinación de las semillas, en diferentes temperaturas, en diferentes envases y en diferentes tiempos, se aplicó doce tratamientos con cuatro repeticiones.

3.4.2.6.4. *Modelo estadístico*

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{Donde: } \tau_i = \alpha + \theta + \lambda + \alpha\theta + \theta\lambda + \alpha\lambda + \alpha\theta\lambda \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

Y_{ij} = observación individual

τ_i = efecto de tratamiento

μ = media

ε_{ij} = error experimental

α = efecto de la temperatura

$\Theta\lambda$ = interacción $\Theta * \lambda$

Θ = efecto de la temperatura

$\alpha \lambda$ = interacción $\alpha * \lambda$

λ = efecto del tiempo

$\alpha\Theta\lambda$ = interacción $\alpha * \Theta * \lambda$

$\alpha\Theta$ = interacción $\alpha * \Theta$

Con la prueba de Shapiro Wills y con la de Levene, se determinó la distribución normal y la homocedasticidad de los datos, por lo tanto, son paramétricos y por ello se realizó el análisis de doble entra de ADEVA y posterior a eso la prueba de Tukey.

3.4.2.7. Establecer un protocolo de almacenamiento para la conservación a corto plazo de semillas de las especies.

El manejo de semillas incluye conocer y aplicar pasos desde su cosecha, su preparación para su posterior almacenamiento, y su disposición final. La calidad final de las semillas dependerá del manejo eficiente del proceso (Estacio, García, Robles, y Taco, 2015).

Se muestra un ejemplo de una ficha resumen para las semillas de las especies de la fundación (figura 30, anexos B).

El manejo de semillas es una cadena de operaciones como se sugiere más adelante:

PROTOCOLO DE MANEJO DE SEMILLAS

Toda semilla que ingrese al Banco deberá anotarse en el libro de registros.

Adquisición o recepción y registro del germoplasma.

Los datos que se deben tener en el registro son:

- Datos el proveedor de semillas: nombre, dirección teléfono.
- Datos de las semillas: nombre de la especie (común y específico), fecha de cosecha, cantidad.
- Fecha de la recepción.
- Se sigue con el paso de los análisis de semillas.

Adquisición por medio de colecta

- Datos de las semillas: nombre de la especie (común y específico), descripción.
- Cuándo y cómo colectar (Color del fruto)(calendarios fenológicos)
- Individuos de colecta (monitoreo)
- Extracción
- Secado
- Limpieza

Análisis de semillas

- Pureza y cantidad de semillas
- Calidad
- Contenido de humedad

Almacenamiento

- Cantidad
- Tipo de envase
- Medio
- Tiempo

Monitoreo, uso y regeneración

- Viabilidad de semillas

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Distribución geográfica, selección de árboles y recolección de semillas

Se realizó un mapa con los puntos de las coordenadas de los árboles monitoreados, éstas están en unidades WGS_1984_UTM_Zone_17S; para las dos especies. Estos individuos son de fácil acceso para la recolección de frutos. Mientras que, el resto de la propiedad son zonas inaccesibles, son laderas, ríos, quebradas, montañas empinadas, pastizales (no hay presencia de la especie o no cumplen con la edad para su recolección) (Figura 42 y 41, Anexos B).

4.1.1. Distribución y selección de árboles *C. pubescens*.

Los análisis realizados a los inventarios en el año 2018, muestran que la especie de *C. pubescens* solo se encuentra en la reserva de Puyucunapi, ubicada en la Armenia en la parroquia de Nanegalito, de las tres pertenecientes a la fundación, la cual está a un rango altitudinal de 1 600 a 2 000 msnm; mientras que, las reservas de Milpe está a 1 100 msnm en el cantón San Miguel de los Bancos y Silanche a 400 msnm, en el cantó Pedro Vicente Maldonado.

El bosque nublado de Puyucunapi, está ubicado en el km 62, vía a Los Bancos a dos kilómetros de la Armenia, en el Distrito Metropolitano de Quito. Cuenta con temperaturas medias anuales de 12° a 22° C y con precipitación anual mayor a 2 000 mm. (Climate-data.org, 2020), (GAD Parroquial Nanegalito, 2019).

Los individuos encontrados y de los que se tomó los datos fueron 18 (Anexos, A tabla 9) donde, el rango altitudinal de la especie dentro de esta reserva está entre los 1 901 a 1 990 msnm; la media en DAP es de 0,71 m, y con un diámetro mínimo de 0,28 y un máximo de 1.08 m (coeficiente de variación 27,11 %); la altura está entre los 10 a 17,5 m (CV de 12,50%); y el volumen con un promedio de 6, 06 m³, con un mínimo de 1,06 m³ y un máximo de 11,01 m³.

La edad media de este Bosque es de alrededor de 45 a 65 años, es perteneciente al presidente de la fundación el Sr. Markus TellKamp. Esta propiedad inicialmente fue bosque natural, pero con el cambio de uso de suelo, ahora, parte de ello es potrero, bosque secundario y aún conserva bosque primario.

Esta especie de *C. pubescens*, tiene similitud con *C. nebulosa* y *C. montana*, la primera se encuentra en la Región Andina en alturas entre 1420 a 2300 msnm (Llerena, Salinas, de Oliveira, Jadán-Guerrero, y Segovia-Salcedo, 2018), mientras que, la segunda especie está ampliamente distribuida entre 1500 a 3000m de altitud (Pinto, Pérez, Ulloa, y Cuesta, 2018). Soportan temperaturas de 10° a 20° C y precipitaciones de 500 a 2000 mm (U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2002). Crecen en formaciones vegetales como Bosque siempre verde bajo montañoso de los Andes Occidentales, bosque húmedo montañoso de los Andes occidentales, bosque siempre verde alto montañoso de los Andes Orientales (Llerena *et al.*, 2018). Y las características del bosque de Puyucunapi son similares a las descritas anteriormente.

4.1.1.1. Individuos seleccionados.

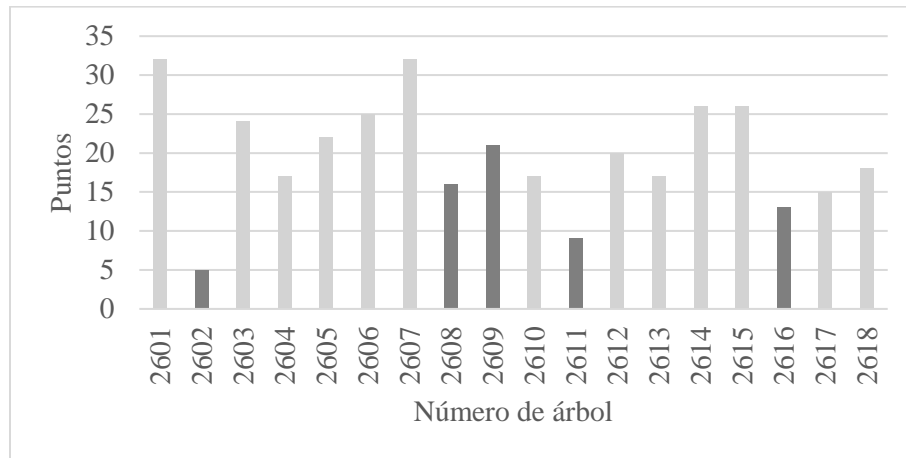


Figura 5. Puntuación de árboles candidatos a semilleros. Señala los individuos seleccionados, los cuales mostraron las mejores características fenotípicas, en los anexos A, Tabla 10, se señala el modo de puntuación para cada uno.

Los individuos seleccionados como candidatos fueron 13, aquellos con características superiores a la media, como mayor volumen, rectitud de fuste, mayores alturas, diámetros de copa; y son las barras de color más claro, sin embargo, las columnas más oscuras son los que no se tomaron a consideración, porque muestran valores bajos y otros no muestran indicios de floración y fructificación.

Los árboles seleccionados en su mayoría están presentes en un área destinada al pastoreo, por ello la razón de no encontrar regeneración natural; al contrario de unos cuantos individuos que se encuentran dentro del bosque quienes muestran un alto potencial de regeneración, pero, el problema es la competencia de plantas menores como hierva, matorrales y arbustos que impiden en cierto grado el crecimiento y desarrollo de las nuevas plántulas.

El Cedro necesita cierta cantidad de sombra, entre un 20 a 40% en sus primeros años, y mayor luminosidad (entre 65 a 85%) en su crecimiento posterior, por lo que se debería eliminar la competencia por nutrientes del suelo, así lo afirma (Aguirre A. , 2002)

4.1.1.2. Floración y fructificación.

Según el estudio realizado en el período de enero – diciembre del 2019; y concordando con la información obtenida de las personas quienes trabajan en la fundación, sectores aledaños y de la teoría de autores que han estudiado a diferentes especies similares a *C. pubescens*, a continuación se muestra un calendario con las etapas de floración y fructificación de esta especie.

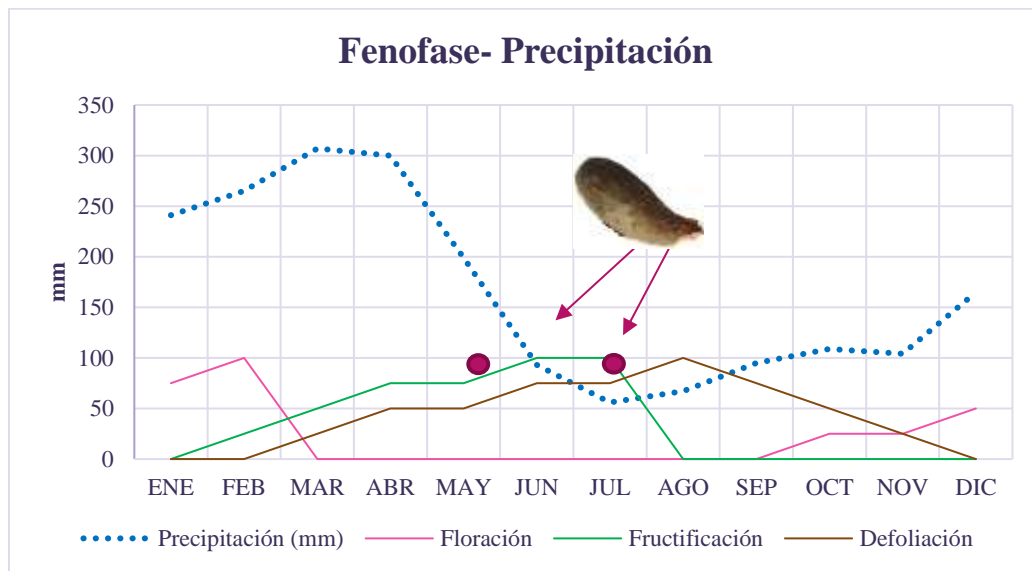


Figura 6. Fenofase *C. pubescens*. El periodo de fructificación se da en los meses de mayor precipitación del año. En esa temporada hubo abundante lluvia y vientos fuertes, los cuales creaban condiciones desfavorables para los frutos, porque se encontraron frutos inmaduros caídos, con señales de oxidación y de presencia agujeros de insectos.

La cosecha de los frutos de *C. pubescens*, se realizó en los meses de junio a agosto, cuando la tonalidad de las cápsulas eran verde amarillenta (figura 7), esta característica muestra que ya

estaban maduras y empezará su dispersión natural. La recolección de semillas se realizó a los individuos seleccionados mencionados en la figura 5.



Figura 7. Cápsulas maduras de *C. pubescens*.

Esta especie es semicaducifolio similar a *C. montana*, su floración inicia en los meses de octubre alcanzando su punto máximo en el mes de enero a febrero, donde luego empiezan a aparecer los “frutos, y conjuntamente empieza la defoliación, a medida que aparecen los frutos disminuye el follaje, asegura Alvarado y Encala (2010); terminando su madurez en los meses de junio a agosto (Díaz, 2012).

Difiriendo con Gómez y Toro (2007), acerca de la floración y fructificación de esta misma especie inicia en el mes de junio y termina en noviembre, la recolección de frutos es en los meses de enero y febrero; se toma en cuenta además que no todos los árboles florecen al mismo tiempo.

4.1.2. Distribución y selección de árboles *N. acutifolia*.

De los análisis realizados a los inventarios en el año 2018, muestran que la especie de *Nectandra acutifolia*, solo se encuentra en la reserva de Milpe de las tres pertenecientes a la fundación, la cual está ubicada en un rango altitudinal de 1 100 a 1 200 msnm; mientras que el

bosque Puyucunapi está a más de 1 600 msnm en el cantón San Miguel de los Bancos y Silanche a 400 msnm, en el cantó Pedro Vicente Maldonado.

Se encontraron 17 individuos de esta especie (Anexos A, Tabla 12), y el rango altitudinal entre ellos dentro de la reserva está entre los 1 119 a 1 201 msnm., concordando con Cerón F. y Muñoz O. (2015), esta especie crece en pendientes y valles de los países Andinos, entre los 800 a 2 000 msnm. Y casi es difícil encontrarla sobre los 2 400 o en tierras más bajas. De igual manera concuerda con la información de Palacios (2011), quien afirma que este género se encuentra en los Bosque Siempre Verde Andino Montano, en la Ceja Andina, en los Bosques Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó, entre otros.

El DAP de éstos individuos están entre los 0,18 a 0,54 m (CV de 31,84%), con una media de 0,30 m; la altura está entre los 8 a 17 m (CV de 22,87%), con una media de 0,76 m; y el volumen con un promedio de 0,76 m³, con un mínimo de 0,17 m³ y un máximo de 2,82 m³.

Los diámetros de los individuos encontrados son variables porque son parte de bosques regenerados. De acuerdo con Jorgensen y León (1999) y con MAE, MFSCC, FAO (2014), esta especie es nativo de bosques secundarios de la Costa y Andes. En este caso, es un bosque de 18 años, que en un inicio fueron potreros y después de la adquisición por parte de la fundación se volvió a regenerar.

4.1.2.1. Individuos seleccionados.

Los árboles seleccionados son aquellos con características superiores a la media: con mayor volumen, rectitud de fuste, mayores alturas, diámetros de copa. Éstos se encuentran en el Santuario de avistamiento de aves, por los senderos y dentro de bosquetes pequeños; tienen regeneración natural muy buena, ya que las condiciones de humedad, temperatura y acceso a los nutrientes del suelo son favorables, además son alimento de aves como el Tucán del Chocó (*Ramphastos brevis*) y de otras.

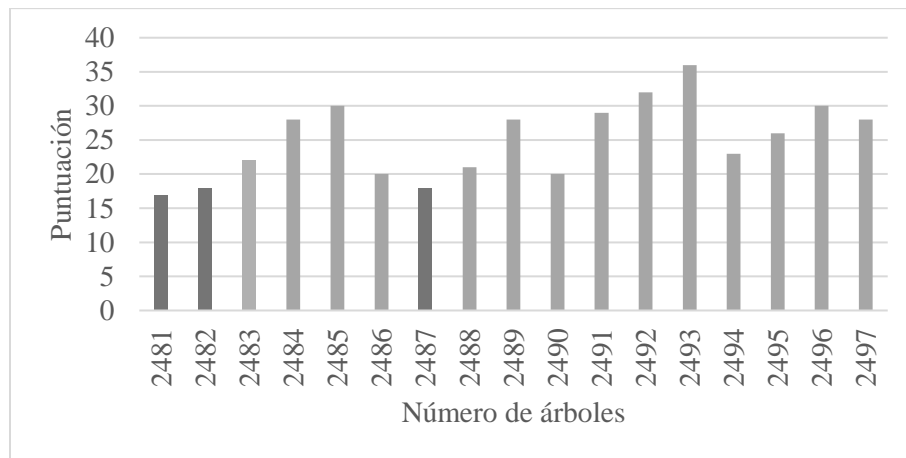


Figura 8. Puntuación de los árboles seleccionados *N. acutifolia*. Las columnas de color más claros son los individuos seleccionados, porque muestran características superiores; los tomados en cuenta son los de valores bajos y/o no presentan fases de floración o fructificación, estos están de color más oscuro.

En los anexos A, Tabla 13, se señala el modo de puntuación.

4.1.2.2. Floración y fructificación.

Según el estudio realizado en el período de enero a diciembre de 2019, concordando con las personas locales quienes brindaron información y tomando datos de la teoría de autores que

han estudiado a diferentes especies del género *Nectandra*, se muestra un calendario donde se muestra las etapas de floración y fructificación.

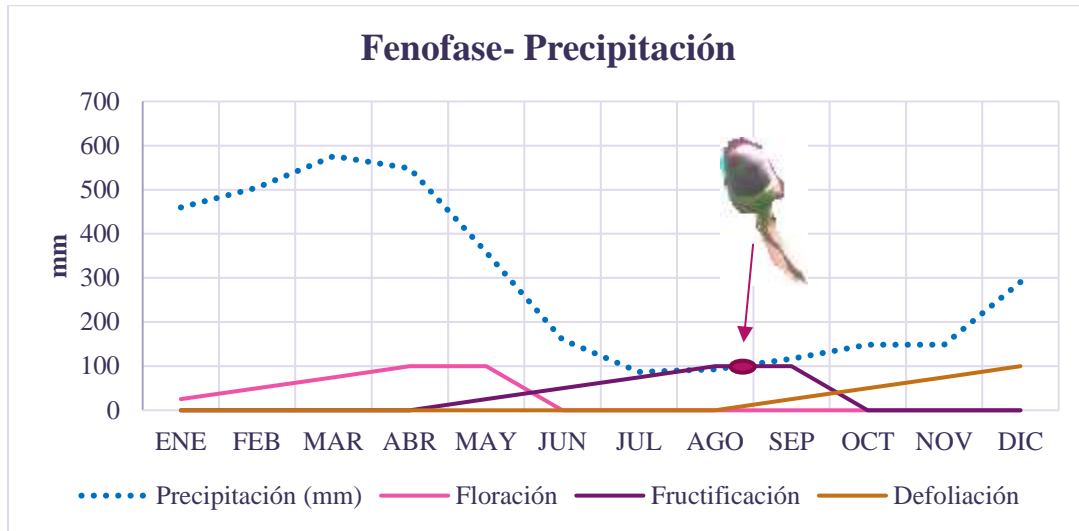


Figura 9. Floración y fructificación *N. acutifolia*. Se dio en los meses de enero a junio, mientras que, la fructificación inicio en el mes de abril, con el pico más alto en septiembre, mientras, su defoliación fue progresivamente a partir de la fructificación, cabe recalcar que su defoliación no es total.

La colección de semillas se realizó en los meses de septiembre a octubre (Anexos B, Figura 38) en donde los frutos mostraban una tonalidad morada verdosa y consistencia suave. La fructificación alcanzó su madurez fisiológica y los frutos estaban aptos para ser recolectadas (Figura 10), en esos tiempos comenzaron las temporadas de lluvia y los frutos se dispersaban e incluso las aves estaban alimentándose de estos frutos y acabando con ellas.



Figura 10. Semillas maduras de *N. acutifolia*.

La información obtenida, concuerda con las afirmaciones de Cerón y Muñoz (2015), quienes mencionan que los períodos de floración son entre febrero a abril; fructificación en mayo y se puede encontrar frutos maduros entre agosto y septiembre.

La información obtenida discrepa con los estudios realizados por Alvarado y Encala (2010), los periodos fenológicos de la especie *N. membranacea* son: la floración entre los meses julio a diciembre, la fructificación entre los meses de enero a mayo, luego de julio a octubre y la defoliación entre los meses de enero a abril, luego de julio a octubre.

Así mismo, no concuerda con los periodos fenológicos de *N. angustifolia* estudiados por Bernardí (2018), donde el florecimiento ocurre entre los meses de mayo a diciembre, con algunos individuos en enero y febrero, con frutos de septiembre hasta enero, otros en febrero y marzo.

4.2. Resultados de los análisis de semillas

Para obtener resultados de este objetivo se realizó primero los estudios correspondientes a las semillas de cada especie, tomando como referencia las Reglas de La International Seed Testing Association (ISTA), la cual se estableció en 1924.

4.2.1. Resultados análisis de semillas *C. pubescens*

4.2.1.1. Pureza.

Después del secado y extracción de las semillas, se calculó un total de 1 157 gramos de semillas con todo impurezas, de los cuales 864 gramos de semillas puras fueron usadas en los tratamientos y los 293 restantes se destinaron a los análisis de semillas.

El resultado de la media de la pureza de *C. pubescens* es de 85,08%, con un 14,92% material inerte estos constan de restos de cápsulas, semillas sin embrión, alas de semillas.

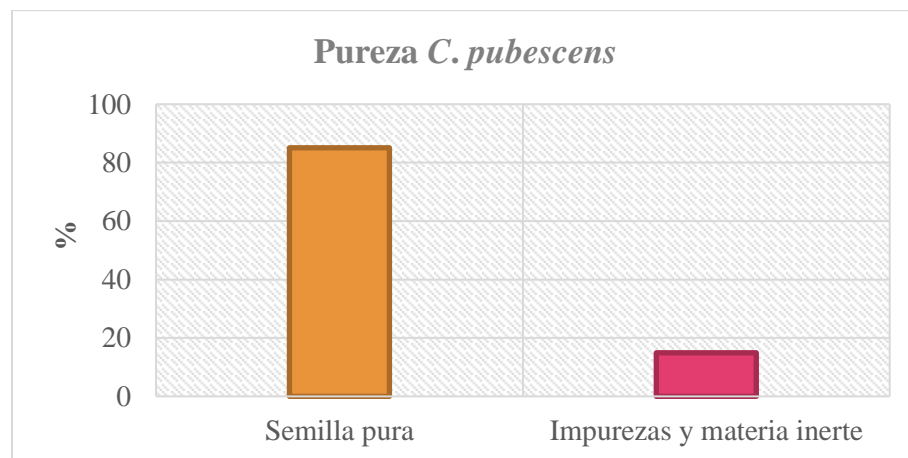


Figura 11. Pureza *C. pubescens*.

Discrepa en cierta medida con los resultados obtenidos de semillas de *C. odorata* estudiado por el INAB de Guatemala en (2017) donde, la pureza va de un 40 a 70%. E igual difire con el porcentaje de pureza con *C. montana* que tiene una media 78, 3%, (Alvarado y Encalada, 2010).

4.2.1.2. Número de semillas por kilogramo.

El peso de las 1000 semillas es 24,36 gramos. El número de semillas por kilogramo de *C. pubescens* es de 41 102,44. En la siguiente tabla se muestra una comparación con algunas especies del género *Cedrela spp.* con la estudiada.

Tabla 6.

Comparación diferentes especies del género Cedrela.

Especie	Número de semillas por kilogramo	Peso de 1000 semillas en gramos	Fuente
<i>C. pubescens</i>	41 102,44	24,36	Especie en estudio
<i>C. montana</i>	25 510 a 35 460	282 a 39,2	(Gómez y Toro, 2007)
<i>C. odorata</i>	40 000 a 55 000	21, 052 aprox.	(Ecuador forestal, 2012)
<i>C. angustifolia</i>	55 000	1,82	(Norma y Del Castillo, 2017)

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Las semillas de *C. pubescens* tienen similitud con *C. Odorata*, esto se debe a la similitud en tamaños de las semillas de estas dos especies, en *C. pubescens* la media del tamaño de la semilla con alas es de 0,98 cm de ancho y 2,85 cm de largo, mientras que según los estudios de Gómez R. y Toro M. (2007) para *C. Odorata* es de 1 a 1,5 cm ancho y va de 3,1 a 3,7 cm de largo, (tabla 6).

4.2.1.3. Contenido de humedad.

El contenido de humedad de *C. pubescens*, secadas en la Balanza secadora Contenido de humedad (Anexos B, figura 34) con muestras de 5,026 gramos, se obtuvo una media de CH de 12,59%. Con este porcentaje de humedad se almacenó las semillas.

Con este porcentaje de humedad se clasifica a estas semillas como ortodoxas, según las especificaciones de Hong, *et al.* (1996), porque soporta la extracción de humedad sin perder su viabilidad, inclusive desde la cápsula madura la semilla ya sale con un contenido de humedad de menor al 15%. Y, según Alvarado *et al* (2010), afirma, las semillas ortodoxas son de porte pequeño, se deprenen de sus frutos generalmente con un CH bajo el 20% y pueden ser almacenados por largos periodos de tiempo.

4.2.1.4. Viabilidad y germinación.

De acuerdo al tipo de germinación, la de *C. pubescens* es epígea, porque el hipocófito crece considerablemente y los cotiledones emergen del suelo, los mismos que actúan como hojas realizando la fotosíntesis ya que cuentan con cloroplastos (Santamaria, 2012), (Figura 12).



Figura 12. Germinación epigea *Cedrela spp.* (Gómez y Toro, 2007).

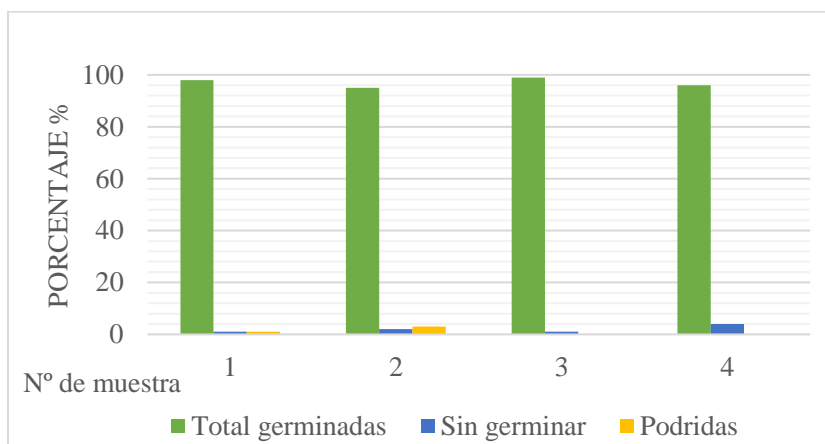


Figura 13. Germinación *C. pubescens*. El porcentaje de germinación de semillas de *C. pubescens* es de un 97%, con ocho semillas que no llegaron a germinar y cuatro podridas de las 400 semillas.

El ensayo de germinación se hizo en ocho repeticiones de 50 semillas en total 400, la media de germinación de ellas es de 49 semillas, con una desviación estándar de un 1,069, y según las Normas ISTA 2016, es aceptable porque no excede el nivel de tolerancia de siete; por lo tanto el análisis es fiable.

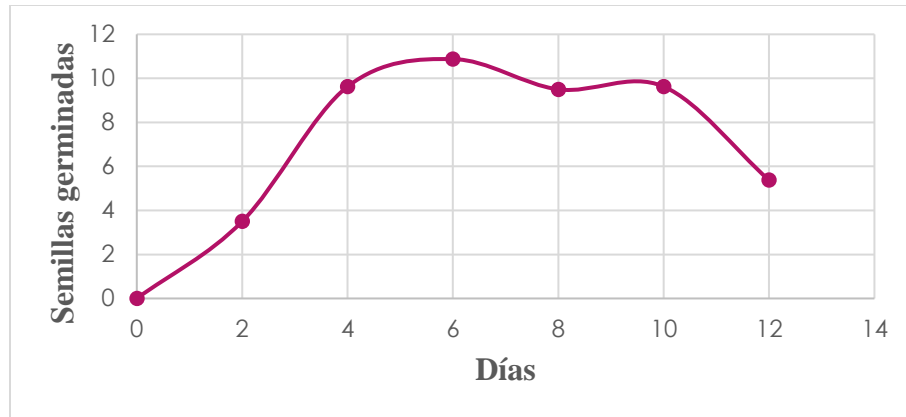


Figura 14. Días de germinación de *C. pubescens*. Inicia entre los primeros dos a cuatro días, cuando aparece parte de la radícula de algunas semillas (Anexos B, figura 35), y termina entre los días 10 a 12, en donde todas las semillas con potencial germinan completamente.

El porcentaje de germinación en el caso de *C. pubescens* es de 97%, en un lapso de 12 días, no se han encontrado aún estudios acerca de esta especie por la cual se comparó con dos especies, con *C. montana* y *C. Odorata*.

Los resultados del tiempo de germinación, concuerda con *C. odorata*, estudiada por Salán (2011), quien afirma, que el inicio de germinación de esta especie es entre los 3 a 6 días y finalizan entre los días 22 a 25, con 88 a 94%. Contario a Morales y Herrera (s/n), el inicio de la germinación en esta misma especie es a partir de los siete primeros días, y finaliza en los 21 días, con un porcentaje de germinación de un 85%.

En cambio *C. montana*, Alvarado y Encala (2010), mencionan que la germinación de esta especie inicia al décimo día y se detiene a los 40 días, con un bajo porcentaje de germinación con un 8,4%, según los autores por coleccionar semillas sin madurez suficiente.

Cabe recalcar que estos ensayos se realizaron utilizando el mismo sustrato; papel absorbente, cajas Petri y agua destilada o agua común.

4.2.2. Resultados tratamientos *C. pubescens*.

4.2.2.1. Pruebas de normalidad y homocedasticidad.

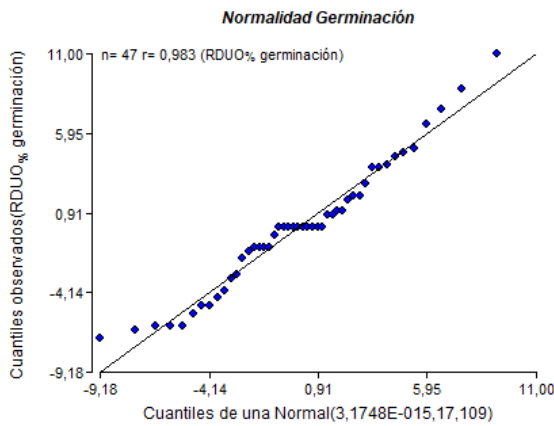


Figura 15. Normalidad germinación.

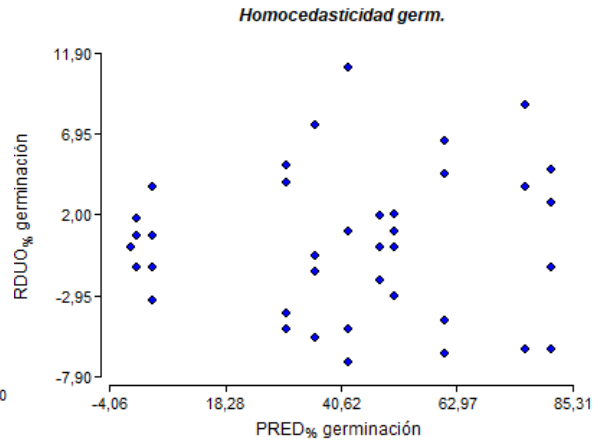


Figura 16. Homocedasticidad germinación

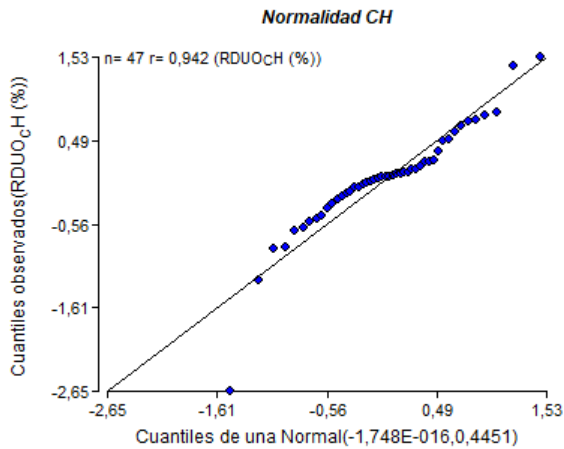


Figura 17. Normalidad CH

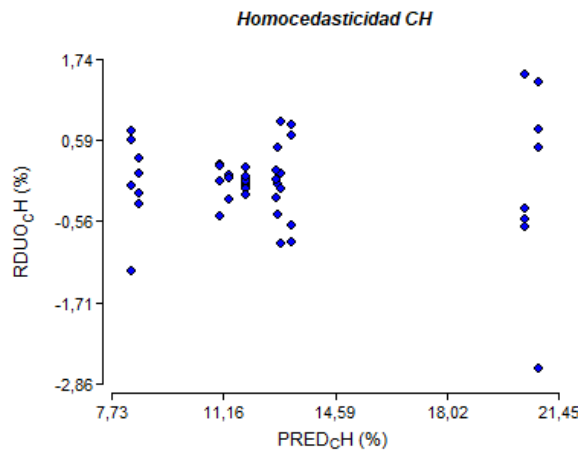


Figura 18. Homocedasticidad CH

La distribución normal de los datos tanto en los de la germinación como en los del contenido de humedad (CH), se alinean sobre la recta de 45° (figuras 15-16); así también, se observa la distribución de los datos y muestran un patrón aleatorio, por lo tanto son homogéneos (figuras 17-18) (Balzarini, y otros, 2008).

4.2.2.2. Análisis estadístico contenido de humedad.

Los resultados de Contenido de Humedad para el primer mes fueron valores de 7,10 a 11,91%, en el tercer mes de 11,69 a 21,96% y en el sexto mes valores de 10,57 a 22,24% (Anexo A, Tabla 16). La siguiente tabla demuestra las variaciones y diferencias entre los tratamientos mediante el análisis de varianza.

Tabla 7.

ADEVA Contenido de Humedad C. pubescens.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Tratamiento	666,71	11	60,61	106,44	** 0,0001
Medios	109,15	1	109,15	191,68	** 0,0001
Envases	114,56	1	114,56	201,18	** 0,0001
Tiempo	213,96	2	106,98	187,87	** 0,0001
Medios*Envases	101,84	1	101,84	178,84	** 0,0001
Medios*Tiempo	69,83	2	34,92	61,31	** 0,0001
Envases*Tiempo	0,01	2	3,30E-03	0,01	ns 0,9943
Medios*Envases*Tiempo	57,38	2	28,69	50,38	** 0,0001
Error	20,5	36	0,57		
Total	687,21	47			
CV= 5,80					

En el análisis de varianza del Contenido de Humedad (Tabla 7), se obtuvo un coeficiente de variación (CV) de un 5,8%, lo que indica la homogeneidad de los tratamientos y por lo tanto el nivel de confianza de los datos. De la misma manera, las fuentes de variación presentaron un Fisher calculado altamente significativo entre los tratamientos, dentro de cada factor, en dos de las interacciones AxB y AxC, y entre la interacción de los tres factores. Por lo cual se rechaza la hipótesis nula de la igualdad y se acepta la hipótesis alterna, de la existencia de diferencias en al

menos uno de los tratamientos. Por otro lado, entre la interacción BxC no muestra diferencias significativas.

Para comprobar las diferencias de los tratamientos se realizó la prueba de medias de Tukey, los resultados se muestran en la figura siguiente.

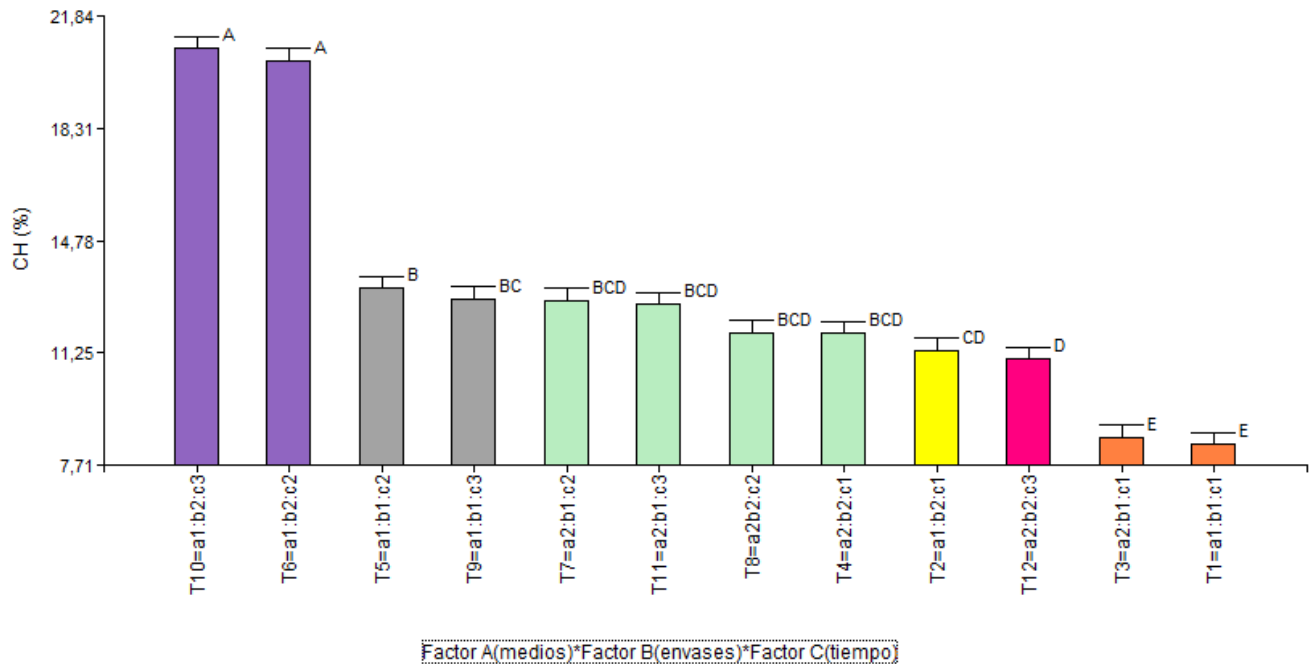


Figura 19. Resultados prueba de medias de Tukey para CH: interacciones de los tres factores AXBXC. Factor A (medios): a1= ambiente; a2= 8° C. Factor B (envases): b1= vidrio; b2= plástico. Factor C (tiempo): c1= un mes; c2= tres meses; c3= seis meses. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% de probabilidad estadística.

La prueba de medias del contenido de humedad (Figura 19) generó cinco rangos de clasificación, donde los tratamientos con la letra E son los que tienen los CH más bajos (7,71% a 8,6%), recomendables para obtener alto porcentaje de germinación. Mientras que, los tratamientos con CH más altos como es el caso de los T6 y T10 sobrepasa el 20%, esto crea condiciones favorables para la aparición de hongos y la pudrición de las semillas (anexos A, tabla 15).

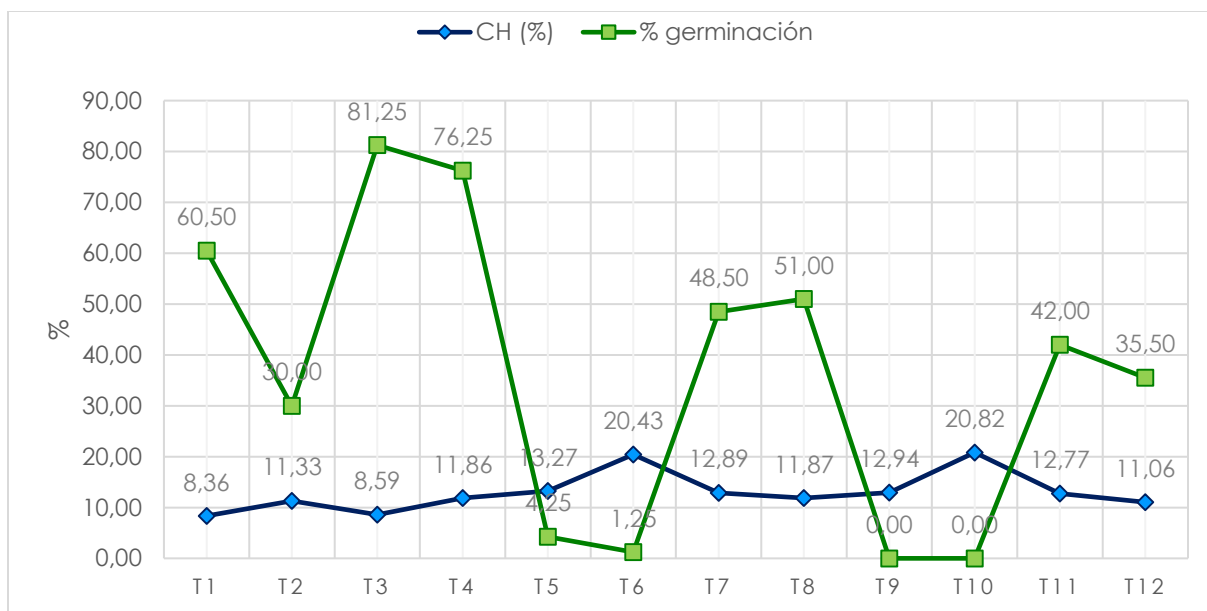


Figura 20. Relación contenido de humedad y germinación. Se observa la relación entre el contenido de humedad y la germinación, según el estudio realizado muestra mayor porcentaje de germinación cuando el contenido de humedad está en bajos niveles; por ejemplo: el tratamiento T3 con el mayor pico de semillas germinadas de 81,25% presentaron un CH de 8,59%. Se da más de un 50% de germinación con CH al 11,50%. Pero, a mitad que sube es menor la cantidad de semillas germinadas, como en los tratamientos T6, T9 y T10, los cuales tienen porcentajes de germinación de 1,25 a 0%.

Coincidiendo con Alvarado y Encalada (2010), el almacenamiento de semillas al aire libre no es recomendable porque absorben la humedad ambiental. Así mismo no se debe almacenar con altos porcentajes de CH, esto genera condiciones propicias para la aparición de hongos y por tanto la pudrición.

4.2.2.3. Análisis estadístico Germinación.

Los porcentajes de germinación que se obtuvieron en el ensayo fueron: en el primer mes de 25 a 86%, al tercer mes de 0,00 a 53%, y en el sexto mes de 0 a 53% (Anexos A, Tabla 16). De acuerdo a los estos resultados, el mejor tratamiento es conservar a largo plazo es la refrigeración, en envases de vidrio.

Para comprobar esta deducción, se realizó el análisis de varianza de la germinación y los resultados se ven en la siguiente tabla.

Tabla 8.

ADEVA germinación

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc		p-valor
Tratamiento	38115,25	11	3465,02	157,90	**	0,0001
Medios	18960,75	1	18960,75	864,03	**	0,0001
Envases	602,08	1	602,08	27,44	**	0,0001
Tiempo	16758,5	2	8379,25	381,84	**	0,0001
Medios*Envases	200,08	1	200,08	9,12	*	0,0046
Medios*Tiempo	370,5	2	185,25	8,44	*	0,001
Envases*Tiempo	700,67	2	350,34	15,96	**	0,0001
Medios*Envases*Tiempo	522,67	2	261,34	11,91	**	0,0001
Error	790	36	21,94			
Total	38905,25	47				
CV= 13,06						

El análisis de varianza de la germinación (tabla 8), tiene un coeficiente de variación de 13,06, lo cual muestra la confiabilidad en la variabilidad de las repeticiones. El Fisher calculado para las fuentes de variación de los tratamientos, medios, envases, tiempo; para las interacciones envases-tiempo y la interacción de los tres factores son altamente significativo; mientras que para las interacciones medios-envases y medios-tiempo muestran un valor significativo, por estas razones se acepta la hipótesis alterna de que al menos uno de los tratamientos es diferente y se descarta la hipótesis nula de la igualdad.

Y para distinguir las diferencias entre las interacciones, se realizó la prueba de medias de Tukey, los resultados se ven a continuación.

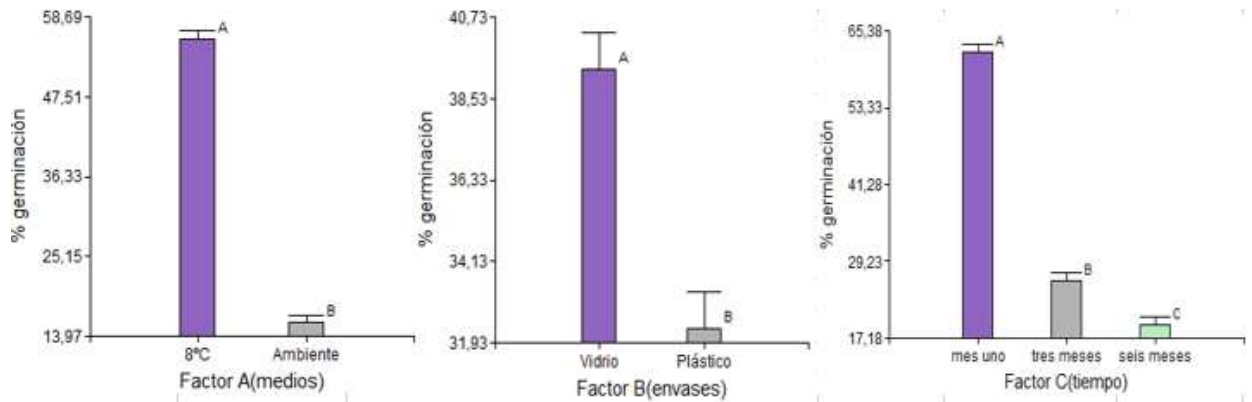


Figura 21. Germinación según medios, envases y tiempo de conservación.

Se realizó pruebas de rango múltiple de Tukey al 95% a cada factor, donde, sobresalieron lo siguiente: factor A (medios): 8° C; factor B (envases): vidrio; factor C (tiempo): mes uno.

Para las interacciones de los factores AxB, AxC y BxC (Anexos B, figuras 44, 45 y 46), los de mayor porcentaje de germinación son: interacción AxB= 8° C vidrio (Anexos B, figura 34); interacción AxC= 8° C mes uno e interacción BxC= vidrio mes uno.

Estos resultados concuerdan con Morales y Herrera (s/n), quienes no recomiendan almacenar en bolsas de plásticos porque pierden viabilidad en poco tiempo, pero almacenar al aire libre en envases que permitan el paso de aire, bajo sombra y ambiente fresco puede evitar que se eleve la temperatura y se genere la pudrición. Así también, almacenar en refrigeración y con CH bajo al 8% y en envases de plásticos mantienen una viabilidad de hasta el 50% por más de dos años. Mientras que, Salazar y Soihet (2001), alegan que se puede mantener un porcentaje de 85 a 90% germinación de hasta tres años, almacenando en fundas herméticas, en cámaras frías con temperaturas de 6 a 8° C.

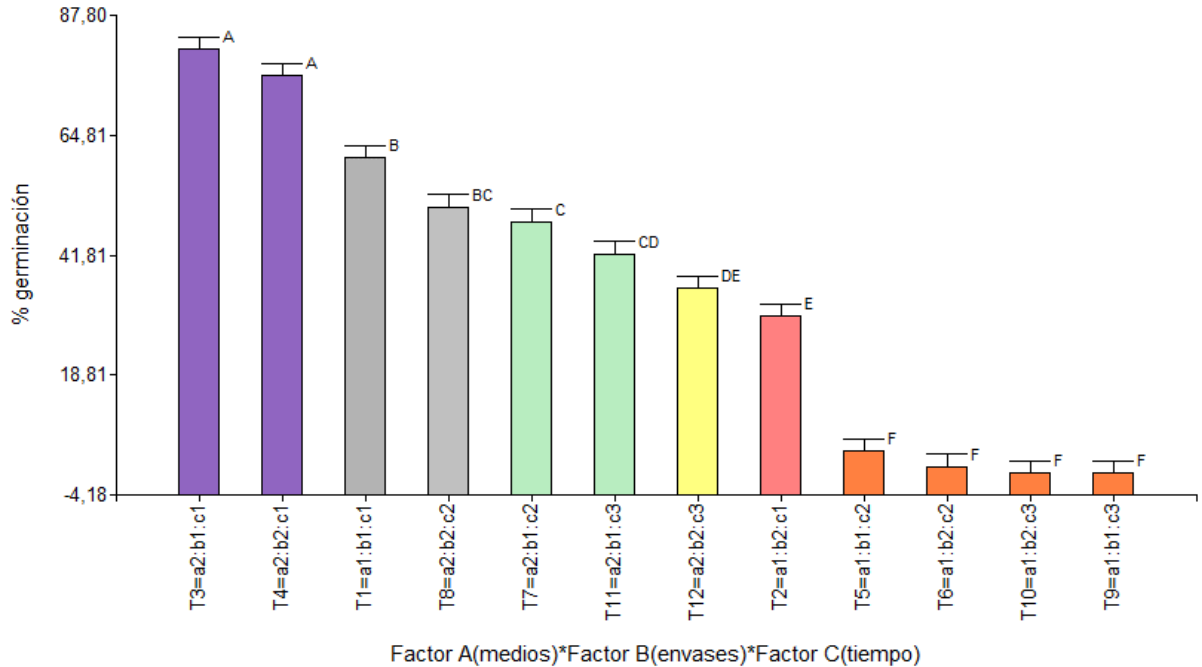


Figura 22. Resultados prueba de Tukey para Germinación: interacciones de los tres factores AXBXC. Factor A (medios): a1= ambiente; a2= 8° C. Factor B (envases): b1= vidrio; b2= plástico. Factor C (tiempo): c1= un mes; c2= tres meses; c3= seis meses. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% de probabilidad estadística.

Los resultados de la prueba de mediana de Tukey (Anexos A, tabla 17), en la interacción AxBxC se formó seis rangos, en donde los tratamientos que presentaron mayor germinación son T3 y T4, en los dos casos a 8° C, vidrio y plástico por un mes; con 81,25 y 76,25% respectivamente. Mientras que, los tratamientos con menores porcentajes de germinación o germinación nula son T5, T6, T9, T10; todos ellos al ambiente, en periodos de tres y seis meses, (Figura 22).

Los resultados de este ensayo concuerdan con los resultados del Instituto Nacional de Bosques (2017), para *C. odorata* y con Salazar *et al*, (2001), demostrando que “la viabilidad de las semillas disminuye rápidamente después de un mes bajo condiciones ambientales”, además concuerda con el almacenamiento con bajos niveles de contenido de humedad. Sin embargo, difiere con los autores anteriores en los resultados de germinación, ya que, ellos sugieren

almacenar las semillas en refrigeración a 5° a 8° C, en bolsas plásticas herméticamente cerradas por más de dos años, y los resultados de germinación se mantendrá entre el 50 a 60% y 85 a 95%, respectivamente.

Sin embargo, los resultados de este ensayo proyectaron que almacenar las semillas en bolsas de plástico (Anexos B, figura 37) hasta los seis meses muestran porcentajes de germinación por debajo del 43%.

4.2.3. Resultados análisis de semillas *N. acutifolia*.

4.2.3.1. Pureza.

Después del secado y extracción de las semillas, se calculó un total de 8 478,48 gramos de semillas con todo impurezas, de los cuales 7 391, 04 gramos de semillas puras fueron usadas en los tratamientos y los 1 087,44 gramos restantes se destinaron a los análisis de semillas.

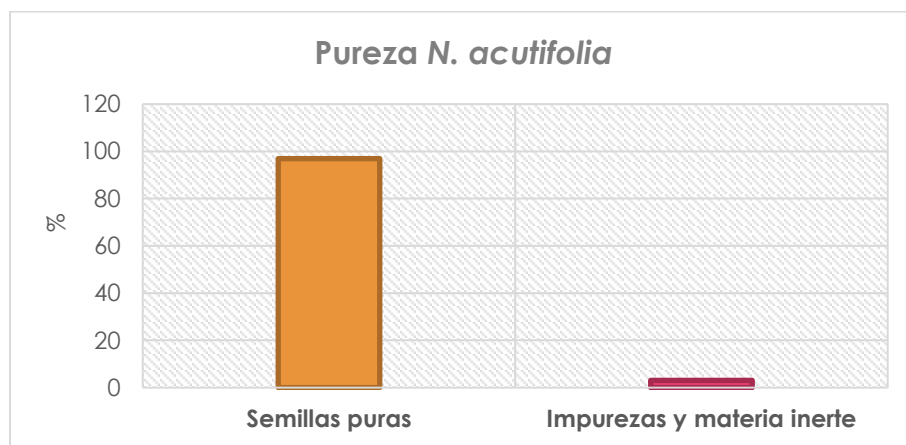


Figura 23. Pureza *N. acutifolia*.

El porcentaje de semillas puras es 96,92% y de las impurezas es de 3,07% (figura 23). El tipo de material inerte: son partes de la testa y de pericarpio. Este resultado discrepa con Campos (2009), quien dice, que el porcentaje de pureza es de 92% en estudios de la misma especie.

4.2.3.2. Número de semillas por kilogramo.

La media del tamaño de las semillas de *N. acutifolia* es de 1,89 cm de largo y 1,06 cm de ancho. El número de semillas por kilogramo es de 1 225,79, el peso de las 1000 semillas es de 817,23 gramos. Y el contenido de humedad al momento de pesar fue de 55,61%. A diferencia de *Nectandra lanceolata*, el número de semillas por kilogramo es de 980 a 1800 (Salazar y Soihet, 2001).

4.2.3.3. Contenido de humedad.

El contenido de humedad de *N. acutifolia* es de 55,61%, media de tres muestras secadas a 17 horas a 103° C. A estas semillas por su contenido de humedad se las clasifica dentro de las recalcitrantes ya que no pueden ser almacenadas, pierden longevidad, suelen ser grandes y se desprenden de la planta madre con alto contenido de humedad más o menos de más de un 50% (Salazar y Soihet, 2001).

4.2.3.4. Viabilidad y germinación.

N. acutifolia por el tipo de germinación es hipógea, la cual consiste en que los cotiledones permanecen enterrados, y solo la plúmula atraviesa el suelo, luego aparecen las primeras hojas verdaderas (Figura 24) (Santamaria, 2012). (Anexos B, figura 40).

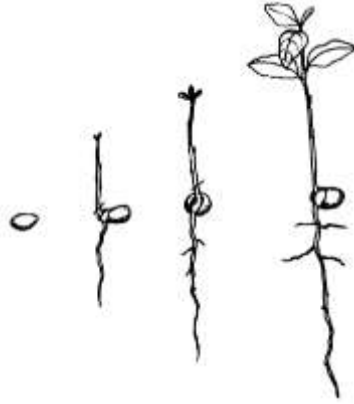


Figura 24. Germinación Hipógea (Salazar y Soihet, 2001)

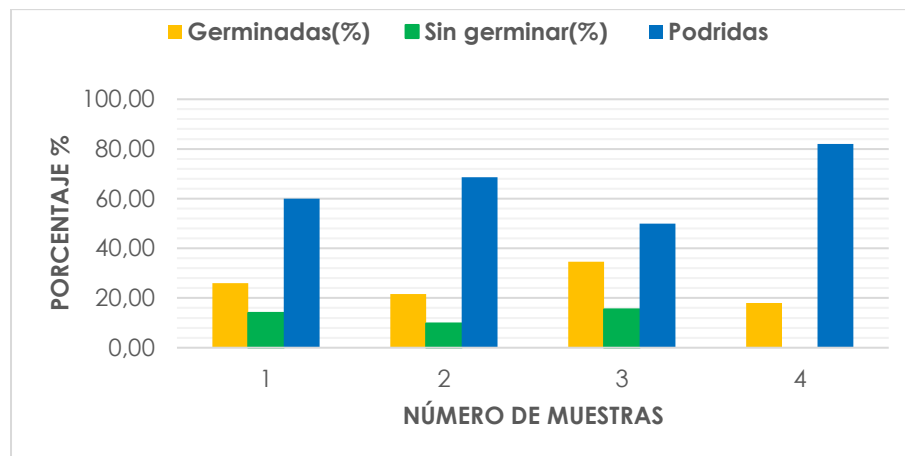


Figura 25. Porcentaje de germinación de *N. acutifolia*.

N. acutifolia tiene una media de 25,05% de germinación (figura 25), con un alto porcentaje de semillas podridas con 65,15%, y un 9,80% sin germinar. Estos resultados dista con *N. lanceolata*, el cual tienen un porcentaje de germinación de 60% (Salazar y Soihet, 2001).

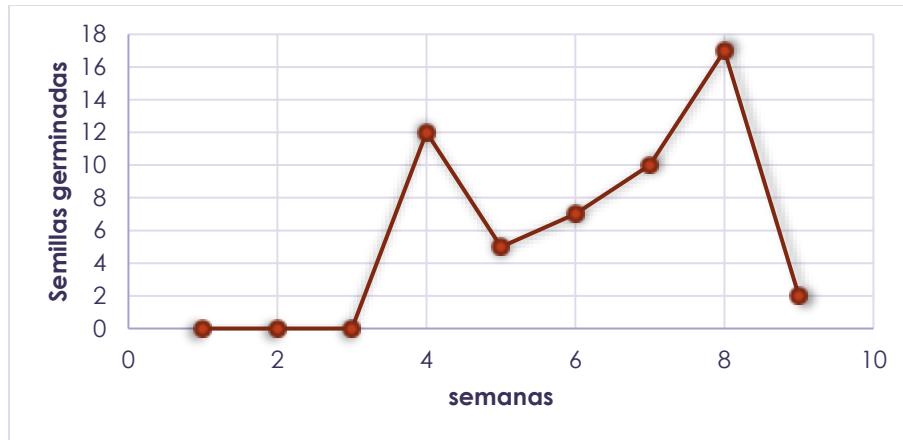


Figura 26. Periodo de germinación *N. acutifolia*

N. acutifolia tiene un promedio de germinación de ocho semanas con su pico más alto en la cuarta semana, como se muestra en la figura anterior. Concordando con Salazar y Soihet (2001), las semillas del genero *Nectandra* puede tardar un periodo de entre 30 a 120 días en germinar (Figura 26).

4.2.3.5. Tratamientos

Se estableció el ensayo acorde a lo mencionado en el capítulo anterior (Anexos B, figura 41), de la misma manera que en la especie de *N. acutifolia* pero los resultados de germinación del primer mes y tercer mes fueron de un 0%, para todos los tratamientos, estos resultados coinciden con lo señalado por Alvarado *et al.* (2010) y Salazar *et al* (2001), que las semillas en su caso *N. membranacea* pierde rápidamente la viabilidad por ser semillas clasificadas como recalcitrantes.

Los resultados obtenidos fueron constantes e iguales, así que no fue necesario realizar el análisis de varianza.

N. acutifolia, germina cuando están frescas, con máximo unos tres días de almacenamiento después de ser lavadas y secadas al aire libre, estas se vuelven a remojar por unas horas y germinan en cuatro a nueve semanas.

Otra de las razones por las que no se produjo la germinación es por la calidad de la semilla. Y concordando con Campos (2009), las semillas de esta especie ya vienen con agujeros y con larvas de insectos o con presencia de hongos (figura 27 y 28).

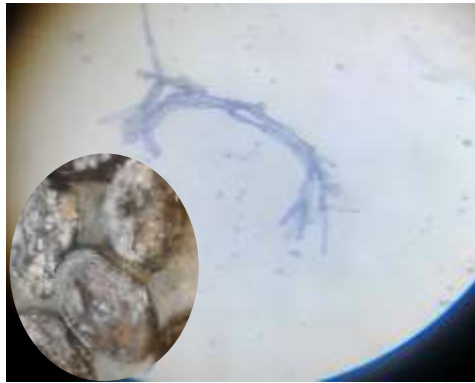


Figura 27. Hongos del grupo ascomicetos.



Figura 28. Larva de insecto que ataca a la semilla.

4.3. Protocolos de manejo de semillas

Con todo lo resultante del estudio de las semillas de cada especie, se construyó un protocolo de manejo de semillas de las dos especies para su conservación, tomando en cuenta la información más relevante como sugieren Rao, y otros, (2007) y Conde, (2014), mencionando información específica.

PROTOCOLO DE MANEJO DE SEMILLAS

Adquisición por medio de colecta

- Datos de las semillas: nombre de la especie (común y específico)

Familia: Meliaceae

Género: *Cedrela*

Especie: *C. pubescens*

Nombre común: Cedro

Breve descripción botánica: especie nueva en estudio.

- Individuos de colecta (monitoreo)

Monitorear los individuos, tener registrado su codificación y su ubicación, como que se muestran a continuación.

Código	COORDENADAS	
	X	Y
2601	756313	2993
2602	756280	2986
2603	756285	2994
2604	756289	2993
2605	756249	2997
2606	756325	3020
2607	756210	2988
2608	756182	3015
2609	756154	3004
2610	756153	3028
2611	756160	3038
2612	756198	3014
2613	756132	3042
2614	756298	3089
2615	756267	3052
2616	755959	3022
2617	755881	3013
2618	756336	2479

- Cuándo y cómo colectar (Color del fruto)(calendarios fenológicos)

Los frutos de esta especie se recolectó en los meses de mes de julio a agosto, donde los frutos muestran una tonalidad verde amarillenta, cuando ya comenzó su dispersión natural.

Se recolectaron los frutos todavía cuando estaban en la ramas, se cortó con equipo de trepa, tijeras aéreas, y lonas.

- Extracción, limpieza y secado.

Los frutos de Cedro se secaron bajo sombra, con circulación de aire constante, por una a dos semanas o hasta que las cápsulas se abran solas y las semillas salgan de ellas.

Análisis de semillas

Para el análisis de semillas se toma como referencia las Normas ISTA 2016.

- Pureza: 85,08%

Para la pureza; se pesó el total de las semillas, luego se retiró las impurezas y el material inerte; se pesó nuevamente cada parte. Los resultados de cada uno se dividen para el total y se multiplica por 100.

- Número de semillas por kilogramo: 41 102,44 semillas/kg

Para la cantidad de semillas: Se tomó el peso de 10 muestras de 100 semillas cada una, de éstas se obtuvo una media, la cual se proyectó a kilogramo, con una regla de tres.

- Viabilidad (97%).

Este caso se refiere al porcentaje de germinación, la cual, determina la calidad de la semilla para ser utilizada.

Para ello se tomó cuatro muestras de 100 semillas cada una, se colocó en cajas Petri, en papel absorbente con agua destilada. Se observó y tomó nota de la germinación cada dos días, hasta por tres semanas.

El porcentaje germinación, se determinó mediante la división del total de semillas germinadas para el total de semillas sembradas y multiplicado por 100.

- Contenido de humedad: 12,59%.

Las semillas que se desprenden de las capsulas ya están secas, se toma el peso, luego se introducen a un horno por 17 horas a 103° C, se pesa nuevamente, el resultado de la diferencia de pesos, peso en verde menos peso en seco dividido para el peso en verde es el porcentaje de contenido de humedad con la que se almacenará.

El contenido de humedad con la que se desprende de las cápsulas oscila entre los 8 a 15% de humedad.

Almacenamiento

- Tipo de envase

Se debe tomar a consideración el tamaño de los envases de acuerdo a la cantidad de semillas que se va a almacenar.

En el caso de las semillas de *C. pubescens* es necesario guardar las semillas en envases que no presenten poros, así mismo la cantidad de semillas debe llenar el envase para que no se genere el proceso de respiración de la semilla con el aire almacenada en el frasco.

Puede ser almacenada en frascos de vidrio o plástico, pero lo más recomendable es en vidrio.

- Medio

Para mantener una viabilidad de las semillas por un mayor tiempo es necesario que se almacenen en refrigeración en frascos de vidrio, en temperaturas bajo los 8°C.

- Tiempo

Las semillas de *C. pubescens* son de tipo ortodoxas, lo cual es beneficio al momento de almacenar por varios años, ya que la pérdida de CH no es afecta y si es guardado a bajos niveles de temperatura pueden durar varios años.

Monitoreo, uso y regeneración

El objetivo del monitoreo es determinar si se debe regenerar o multiplicar una accesión, el cual consiste en verificar regularmente la calidad (viabilidad) y cantidad (número o peso) de las accesiones de germoplasma almacenadas en un banco (Rao, y otros, 2007).

- **Viabilidad de semillas**

Se toma una cantidad considerable de semillas dependiendo de la cantidad almacenada, para realizar prueba de germinación.

Dependiendo del tipo y tamaño de semillas se siembra en cajas Petri, en arena, en sustratos, otros., se contabiliza las semillas germinadas, éste se divide para las semillas sembradas y se multiplica por 100, el resultado es el porcentaje de semillas que están en buen estado y seguras de usar.

Dependiendo de los resultados obtenidos del porcentaje de semillas germinadas, se podrá hacer uso de dichas semillas, o a su vez seguir almacenando por más tiempo, pero si éstas presentan daños o a su vez con el tiempo disminuye la cantidad de semilla disponible será necesario de coleccionar y proveer más germoplasma actualizada.

PROTOCOLO DE MANEJO DE SEMILLAS

Adquisición por medio de colecta

- Datos de las semillas: nombre de la especie (común y específico)

Familia: Lauraceae

Género: *Nectandra*

Especie: *N. acutifolia*

Nombre común: Jigua

Breve descripción botánica: árboles de 20 a 30 m de altura; con o sin raíces tablares bajos, corteza externa es de color café con pocas lenticelas dispersas, la corteza interna crema amarillento y desprende un aroma característico de las lauráceas. Con hojas alternas, brillosas, de forma lanceolada, envés un poco recurvado en la base. Sus frutos son drupas ovaladas, verdes, insertas hasta casi la mitad de su tamaño en una cúpula de igual color.

- Individuos de colecta (monitoreo)

Monitorear los individuos, tener registrado su codificación y su ubicación, como que se muestran a continuación.

N°	COORDENADAS	
	X	Y
2483	737418	3393
2484	737403	3400
2485	737399	3414
2486	737383	3421
2488	737152	3797
2489	737138	3800
2490	737128	3814
2491	737128	3852
2492	737125	3868
2493	737124	3871
2494	737126	3896
2495	737007	3865
2496	737502	3637
2497	737500	3645

- Cuándo y cómo colectar (Color del fruto)(calendarios fenológicos)

Los frutos de esta especie se colectan en los meses de agosto a octubre, cuando los frutos muestran una tonalidad morada verdosa y una consistencia suave, cuando ya comienza su dispersión natural.

Se recolecta los frutos todavía cuando están en las ramas, cortándolas con las tijeras aéreas, equipo de trepa, y lonas.

Es necesario dejar los frutos colectados en las ramas hasta que terminen su madurez, esto quiere decir que se tornan totalmente morados negruzcos y suaves.

- Extracción, limpieza y secado.

Maceración por 24 a 48 horas en agua, retirar el pericarpio de las semillas, lavar en tamices o cernidores, escurrir y secar bajo sombra no por más de dos horas.

Análisis de semillas

- Pureza: 96,92%

Para la pureza; se pesó el total de las semillas, luego se retiró las impurezas y el material inerte; se pesó nuevamente cada parte. Los resultados de cada uno se dividen para el total y se multiplica por 100.

- Número de semillas por kilogramo: 1 225,79 semillas/kg

Para la cantidad de semillas: Se tomó el peso de 10 muestras de 100 semillas cada una, de éstas se obtuvo una media, la cual se proyectó a kilogramo, con una regla de tres.

- Calidad: 25,05%

Este caso se refiere su porcentaje de germinación. La cual determina la calidad de la semilla para ser utilizada.

Para ello se tomó cuatro muestras de 25 a 30 semillas cada una, se colocó en recipientes grandes con tapa, en papel absorbente con agua destilada. Cada semana observó y tomó nota de su germinación hasta los tres meses.

Para determinar el porcentaje germinado se dividió el total de semillas germinadas para el total de semillas sembradas y se multiplicó por 100.

- Contenido de humedad: 55,61%

Las semillas ya lavadas y secas, se pesan luego se meten a un horno por 17 horas a 103° C, se pesa nuevamente, el resultado de la diferencia de pesos, peso en verde menos peso en seco dividido para el peso en verde es el porcentaje de contenido de humedad con la que se almacenará.

Esto es necesario para saber qué cantidad de humedad debe tener la semilla para germinar, para ser almacenada y para que no se genere hongos.

Almacenamiento

- Tipo de envase

Se debe tomar a consideración el tamaño de los envases de acuerdo a la cantidad de semillas que se va a almacenar.

En el caso de las semillas de *Nectandra* es necesario guardar las semillas en envases que mantengan la humedad y no presenten poros, así mismo la cantidad de semillas debe llenar el envase para que no se genere el proceso de respiración de la semilla con el aire almacenada.

- Medio

Es importante no colocarlas cercanas al sol, es recomendable a refrigeración.

- Tiempo

Se debe tomar en cuenta que las semillas de *Nectandra* son de tipo recalcitrante, por lo mismo que no se puede almacenar por más de una semana, pasada la semana su viabilidad se ve afectada casi en su totalidad.

Monitoreo, uso y regeneración

En este caso, las semillas deben ser usadas en el menor tiempo posible y en su lugar monitorear las plántulas que terminen, de esta manera se tendrá individuos de esta especie.

En las figuras 47, en los anexos B, se muestra un organigrama del proceso a seguir para el manejo de semillas. Mientras que en las figuras 48 y 49 en anexos B, se muestra un tipo afiche en donde consta información más relevante acorde al manejo de semillas de las dos especies.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La especie *C. pubescens*, tiene una distribución geográfica similar a *C. montana* y a *C. nebulosa*, se encuentran en formaciones de bosque nublados montañosos. Mientras que, *N. acutifolia* está presente en las tierras bajas del Chocó. La temporada de recolección de frutos y semillas maduras para el primer caso fue entre los meses de junio a agosto, y en el segundo caso de septiembre a octubre.
- Las semillas de *C. pubescens* se puede conservar hasta seis meses a temperaturas bajas y usando envases de vidrio. Mientras que, *N. acutifolia*, no es posible su almacenamiento.
- Se desarrolló el protocolo para almacenamiento de semillas de las dos especies, permitiendo ser una guía para mantener semillas viables y de buena calidad.

5.2. Recomendaciones

- Se debe tomar en cuenta el tamaño de los envases y la cantidad de semillas a almacenar, para evitar que en el espacio libre se encierre oxígeno y se produzca la respiración aeróbica y con ello el deterioro rápido de las semillas.
- Se recomienda realizar estudios de modos, medios y envases de almacenamiento de semillas del género *Nectandra spp.*, ya que, en la actualidad no se encuentra mayor información acerca de conservación de estas semillas.
- Se debe investigar acerca de las etapas de recolección de frutos del árbol en sus diferentes estados, además de sus dispersores naturales del género *Nectandra spp.*, para poder recolectar semillas de buena calidad.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADMINCOAL. (2019). *ECUADOR: Chocó Ecuatoriano, una de las regiones más vulnerables del mundo*. Obtenido de VISTAS: <https://www.comunicacionesaliadas.com/ecuador-choco-ecuatoriano-una-de-las-regiones-mas-vulnerables-del-mundo/>
- Aguirre, A. (2002). *Proyecto para la producción y exportación de Cedro en la provincia del Guayas*. Guayaquil: Escuela Superior del Litoral.
- Aguirre, C., y Vizcaíno, M. (2009). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra: s/n.
- Aguirre, M. Z., Gaona, O. T., y Palacios, H. B. (2014). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ*, 62-75.
- Alvarado, C., y Encalada, D. (2010). *Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas, de seis especies forestales nativas en bosque tropical montano, potenciales para la reforestación en la estación científica San Francisco (ECSF)(tesis de pregrado)*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Amaral, W., y Yanchuk, A. (2007). Métodos integrados para la conservación ex situ y el uso de la diversidad genética forestal. En F. B. FAO, *Conservación y manejo de los recursos*

- genéticos forestales: En plantaciones y bancos de germoplasma (ex situ)*. (pág. 1). Roma, Italia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- Añazco R., M. (2000). *Selección de especies y manejo de semillas*. Quito, Ecuador: © CAMAREN.
- Añazco, R. M. (2000). *Producción de plantas*. Quito-Ecuador: © CAMAREN.
- Arce, C. D., Espinosa, Z. S., Aguirre, M. J., Wong, V. A., Avendaño, A. C., y Cadena, I. J. (2018). Características morfométricas y germinación de semillas de *Cedrela odorata* L. *AP Agroproductividad*. Vol. 11, Núm. 3., 82-89.
- Baez, O. (21 de junio de 2019). *La biodiversidad: clave el desarrollo sustentable del Ecuador*. Obtenido de Ropturas- Revista de opinión, análisis e investigación: <http://revistaruptions.com/la-biodiversidad-clave-del-desarrollo-sustentable-del-ecuador/>
- Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J., y Robledo, C. (2008). Manual del Usuario, InfoStat, versión 2008. Córdoba, Argentina.: Editorial Brujas.
- Bernardi, L. (2018). *Flora del Paraguay - Lauraceae*. Ginebra: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Bobbins, A. M., y Shrestha, N. B. (2004). *NR Study-note F120d: Basic rulers for storing tree seed*. Oxford, USA: s/n.

Caicheo, B. A. (2008). *"Almacenamiento y algunos protocolos de rutina para la mantención de semillas"* (tesis de pregrado). Universidad de Magallanes, Chile.

Campos, K. (1 de octubre de 2009). *Medio Ambiente C.F.I.P.* Obtenido de Jigua amarillo:
<http://medioambiente10-2.blogspot.com/2009/10/karen-julieth-campos.html?m=1>

CATIE. (1996). *Biología de semillas forestales*. Turrialba.

Ceballos, F. Á., y López, R. J. (2007). *Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento (trabajo de pregrado)*. Caldas, Colombia: Universidad de Nariño.

Cerón, F. J., y Muñoz, O. M. (2015). *Árboles representativos de Pachijal. Guía práctica de identificación de especies arbóreas del Cantón San Miguel de los Bancos*. Quito, Ecuador: EcoFondo.

Climate-data.org. (2020). *Climate- data. org*. Obtenido de Clima San Miguel de los Bancos:
<https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/san-miguel-de-los-bancos-25468/>

COA. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador.

COMAFORS. (2019). *Corporación de Manejo Forestal Sostenible*. Obtenido de Ecuador Forestal:
<http://www.comafors.org/ecuador-forestal>

- Conde, S. M. (2014). *Manual técnico operativo para el funcionamiento y manejo de semillas en bancos comunitarios*. Guatemala: Serviprensa.
- CONGRESO NACIONAL. (2004). *Ley que protege la Biodiversidad en el Ecuador*. Quito.
- Cué, G. J., Añazco, J. M., y Paredes, H. O. (09 de septiembre de 2019). *Producción y conservación de semillas forestales: situación actual y perspectivas en Ecuador*. Obtenido de Revista Cubana de Ciencias Forestales versión On-line ISSN 2310-3469: scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692019000300365
- Díaz, Q. G. (2012). *Procesos morfológicos in vitro de cedro (Cedrela montana Moritz ex Turcz.) inducidos, a partir de semillas, para propagación y conservación de germoplasma. (Tesis de pregrado)*. Loja, Ecuador: Universidad de Loja.
- Ecuador forestal. (15 de Agosto de 2012). *Ecuador forestal*. Obtenido de Fichas técnicas de especies Forestales: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-5-cedro/>
- Engelmann, F., y González, A. M. (2013). Introducción a la conservación ex situ de los recursos genéticos vegetales. En I. I. (IICA), *Crioconservación de plantas en América Latina y el Caribe* (págs. 25-35). San José, Costa Rica: IICA.
- ENSCONET. (2009). *ENSCONET: Manual para la Recolección de Semillas de Especies Silvestres*. Reino Unido, España: Royal Botanic Gardens, Kew; Universidad Politécnica de Madrid.

Equipo técnico PD y OT- GADMSMB. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial San Miguel de los Bancos*. San Miguel de Los Bancos: s/n.

Estacio, R. C., García, F. G., Robles, P. L., y Taco, H. M. (2015). *Manejo de semillas*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/326886829/Manejo-de-Semillas>

FAO. (2014). *Bancos de Semillas Comunitarios Escuelas de campo y de vida para jóvenes agricultores - Guía del facilitador*. Roma: s/n.

FAO, FLD, Bioversity International. (2007). *Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol. 3: en plantaciones y bancos de germoplasma (ex situ)*. Roma, Italia.: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.

FAO, INIAP, MAE, MAGAP. (2012). *El estado de los recursos genéticos forestales en el mundo, Informe Nacional Ecuador*. Quito, Ecuador: s/n.

Ffolliott, P. F., y Thames, J. L. (1983). *FAO 1983*. Obtenido de Recolección, manipuleo, almacenaje y pre- tratamientos de las semillas de Prosopis en América Latina: www.fao.org/docrep/006/Q2180S00/.htm#TOC

FUCOVASA. (s/f). *FUNDESYREAM*. Obtenido de Almacenamiento de semilla forestal: www.fundesyram.info/biblioteca.php?i=2508

GAD Parroquial Nanegalito. (2019). *Nanegalito*. Obtenido de www.nanegalito.gob.ec/nanegalito/

García, H. A. (2017). *Estudio preliminar de la fenología de fructificación en la vegetación con frutos carnosos en un relicto de Bosque Subtropical Premontano en la Vereda Marroquín, Corregimiento El Morro, Casanare (trabajo de pregrado)*. Bogotá, Colombia: Universidad distrital Francisco José de Caldas.

Gobierno Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, Ecuador: Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008.

Gold, K., León, L. P., y Way, M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.: Boletín INIA N° 110, 62 p.

Gómez, R. M., y Toro, M. J. (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del Bosque Andino*. Medellín - Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-CORANTIOQUIA, 2007. 72 p. (Boletín Técnico Biodiversidad; No.1). ISSN 2011-4087.

González, L. I. (2010). *Partes componentes y elaboración del protocolo de investigación y del trabajo de terminación de la residencia*. Obtenido de Revista Cubana de Medicina General Integral:

http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bmn/partes_componentes_y_elaboracion_del_protocolo_de_investigacion_y_del_trabajo_de_terminacion_de_la_residencia_.pdf

Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P., Vera, R., y Sigcha, F. (. (2015). *Estado de los recursos genéticos forestales en Ecuador. Programa Nacional de Forestería del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. Quito, Ecuador: Publicación Miscelanea No. 424.

Guerrero, M. J. (Febrero de 2019). Ubicación de la cede principal de la fundación. (S. Amaguaña, Entrevistador)

Gutiérrez, B. (2015). Consideraciones para el muestreo y colecta de germoplasma en la conservación ex situ de recursos genéticos forestales. En B. Gutiérrez, y R. y. Ipinza, *Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Principios y Prácticas* (págs. 179-197). Chile: Instituto Forestal.

Gutiérrez, B. C., Ipinza, R. C., y Barros, S. A. (2015). *Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Principios y Prácticas*. Chile: Instituto Forestal.

Gutiérrez, C. B., Magni, D. C., y Gutiérrez, B. P. (2015). Almacenamiento de colecciones de germoplasma ex situ. En B. Gutiérrez, y R. y. Ipinza, *Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Principios y Prácticas* (págs. 197-2013). Chile: Instituto Forestal.

Hong, T., Linington, S., y Ellis, R. (1996). *Seed Storage Behaviour: a Compendium. Handbooks for Genebanks: No. 4*. Rome. : International Plant Genetic Resources Institute.

Hunter, D., y Heywood, V. (. (2011). *Parientes silvestres de los cultivos: manual para la conservación in situ*. 1ª ed. Roma, Italia: Bioversity International. .

- Instituto Nacional de Bosques. (2017). *Cedro Cedrela odorata Paquete Tecnológico Forestal*. Guatemala: INAB.
- Ipinza, R. (1998). Métodos de Selección de Árboles Plus. En R. (Eds.) Ipinza, B. Gutiérrez, y V. Emhart, *Apuntes: Curso Mejora Genética Forestal Operativa* (págs. 105-113). Valdivia, Chile: s/n.
- ISTA. (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas 2016*. Bassersdorf, Suiza: Zürichstr. 50, CH-8303.
- Lafuente, A., y Horrillo, P. (s/f). Cómo hacer un banco de semillas. *La Aventura de Aprender*. Madrid, España.
- Llerena, S. A., Salinas, N., de Oliveira, L. O., Jadán-Guerrero, M., y Segovia-Salcedo, C. (2018). Distribution of the genus *Cedrela* in Ecuador. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. Vol. 26 No. 1, doi: 10.22363/2313-2310-2018-26-1-125-133, 125-133.
- Lombardi, Y. I., y Nalvarte, A. W. (2001). *Establecimiento y manejo de fuentes semilleras, ensayos de especies y procedencias forestales, aspectos Técnicos y metodológicos*. Escuela Nacional de Ciencias Forestales;. Tela, Honduras: Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Proyecto PD 8/92 Rev. 2 (F), "Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras (PROECEN)". ESNACIFOR-OIMT. Revisores: Carlos H. Sand.

- MAE. (2013). *Sistema de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural .
- MAE. (2018). *Estadísticas del Patrimonio Natural del Ecuador continental*. Quito, Ecuador: Union Print .
- MAE, MFSCC, FAO. (2014). “*Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales – Ecuador*. Quito, Ecuador: MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT).
- Maselli, C. S. (2014). *Manuel técnico operativo para el funcionamiento y manejo de semillas en bancos comunitarios*. Guatemala : Serviprensa.
- MCF. (2019). *Fundación Mindo Cloudforest* . Obtenido de <https://mindocloudforest.org/>
- Montávez, R. I. (2003). Sistemas de recolección, extracción y limpieza de semillas. En R. M. Navarro Cerrillo, I. Montávez Rodríguez, S. Iglesias Sauce, Á. Lora González, C. Gálvez Ramírez, M. Sánchez Hernández, . . . J. B. Álvarez Cabello, *Material Vegetal de Reproducción: Manejo, Conservación y Tratamiento* (págs. 86-106). Andalucía, España: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Monteros, A. (2004). *Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en Ecuador*. Quito: DENAREF- INIAP.

Morales, O. E., y Herrera, T. L. (s/n). *CEDRO (Cedrela odorata L.) Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje*. Yucatán, México: Comisión Nacional Forestal.

Narváez, R. C. (2004). Norma de semillas forestales. *Registro Oficial # 269*. Ecuador: Vigente.

Navarro, C. R. (2003). Biología y descripción de semillas forestales. En R. M. Navarro Cerrillo, I. Montávez Rodríguez, S. Iglesias Sauce, Á. Lora González, C. Gálvez Ramírez, M. E. Sánchez Hernández, . . . J. Troncoso, *Material vegetal de reproducción: manejo, conservación y tratamiento*. (págs. 13-41). Andalucía, España: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Norma, G. M., y Del Castillo, M. E. (noviembre de 2017). *Biblioteca Virtual Universidad Nacional de Salta*. Obtenido de Semillas Forestales: https://www.gogle.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2017/11/teorico-semilas.pdf&ved=2ahUKEwjrxlaaoKLoAhXPZd8KHbcWBmYQFjABegQIBxAB&usg=AOvVaw3UOwM1174_mqpW5pkuuLac

Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., y Tucto, A. (2014). *Manual de colección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopamba, Amazonas- Perú*. Chachapoyas, Perú: s/n.

ONU. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica*. Rio de Janeiro, Brasil.

- Oña, M. M., y Cerón, J. C. (2015). *Árboles representativos de Pachijal Guía práctica de identificación de especies arbóreas del Cantón San Miguel de los Bancos*. Quito: EcoFondo.
- Palacios, W. A. (2011). *Familias y géneros arbóreos de Ecuador*. Quito, Ecuador: MAE - FAO.
- Palacios, W., y Jaramillo, N. (2016). Árboles amenazados del Chocó ecuatoriano. *Avances en Ciencias e Ingenierías (ACI)*, 51-60.
- Palmberg, L. C. (2001). *Conservación de la diversidad biológica forestal y de los recursos genéticos forestales*. Obtenido de Recursos Genéticos Forestales N° 29: <http://www.fao.org/3/y2316s/y2316s07.htm>
- Pinto, E., Pérez, Á. J., Ulloa, U. C., y Cuesta, F. (2018). *Árboles representativos de los bosques montanos del Noroccidente de Pichincha-Ecuador*. Quito, Ecuador: CONDESAN.
- Pita, V. J., y Martínez, L. J. (2001). Bancos de semilla. *Hojas divulgadoras Núm. 2109*, Universidad Politécnica de Madrid, 1-20.
- Prado, L., Samaniego, C., y Ugarte, G. J. (2010). *Estudio de las cadenas de abastecimiento de germoplasma forestal en Ecuador*. ICRAF Working Paper no. 115. Lima, Perú: World Agroforestry Centre (ICRAF).

Quichimbo., G. d. (2012). *Procesos morfométricos in vitro de cedro (Cedrela montana Moritz ex Turcz.) inducidos a partir de semillas, para propagación y conservación de germoplasma.*

Loja: s/n.

Quijada, M., Garay, V., y Valera, L. (s/f). Normas Principales para las Pruebas Rutinarias de Semillas Forestales (Basadas en Normas Internacionales ISTA). *Universidad de Los Andes.*

Ramírez, S., y Orozco, A. (2010). Potencial de almacenamiento de semillas de Genipa americana L. en el departamento de Quindío. *Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (CIBUQ), Universidad del Quindío., 143-152.*

Rao, N., Hanson, J., Dulloo, M., Ghosh, K., Novell, D., y Larinde, M. (2007). *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma.* Roma, Italia: Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. Bioversity International.

Red Metropolitana de Cultura. (2018). *Quito cultura Alcaldía Metropolitana de Quito.* Obtenido de Parroquia Nanegalito: www.quitocultura.info/venue/parroquia-nanegalito

Rodríguez, V. R., Hernández, Z. G., Tranque, P. F., y Herrero, G. A. (2013). *Banco de conservación de recursos genéticos forestales de la junta de Castilla y León: Una apuesta por preservar la biodiversidad forestal.* Valladolid, España: Sociedad Española de Ciencias Forestales.

- Romero, S. J. (2018). Conservación de semillas: Una alternativa inmediata para almacenar germoplasma forestal y recuperar los bosques secos amenazados del Ecuador. *Neotropical Biology and Conservation*, 74-85. Unisinos - doi: 10.4013/nbc.2018.131.09.
- Salán, T. S. (2011). *Inventariación y selección de árboles de Cedro, con características semilleras en los sectores: El 51, El Pindo y El Mirador de los cantones de la provincia de Pastaza. (Tesis de pregrado)*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Salazar, R., y Soihet, C. (2001). Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina, Volumen II. En C. A. CATIE, P. d. PROSEFOR, y D. F. Centre. Turrialba, Costa Rica: ISBN 9977-57-366-2.
- Santamaria, J. A. (2012). *Establecimiento de un protocolo para la germinación in vitro e inducción a callo embriogénico de Cedro (Cedrela montana) a partir de embriones Zigóticos. (Tesis de pregrado)*. Quito: Escuela Politécnica del Ejército.
- Senplades . (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Quito, Ecuador.
- U.S. Department of Agriculture, Forest Service. (2002). *Tropical Tree Seed Manual*. Santafé de Bogotá, Colombia: s/n.
- Vazquez, Y. C., y Toledo, J. R. (1989). El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 49: 1989 DOI: 10.17129/botsoci.1366. *Bol. Soc. Bot. México* 49:61-69, 61-69.

CAPITULO VII

ANEXOS A - TABLAS

Tabla 9.

Inventario C. pubescens

Código	COORDENADAS		ALTURA m.s.n.m	DAP (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)
	X	Y				
2601	756313	2993	1962	1,03	17	10,19
2602	756280	2986	1984	0,28	10	1,61
2603	756285	2994	1974	0,76	15	6,66
2604	756289	2993	1990	0,54	14	4,4
2605	756249	2997	1968	0,72	14	5,83
2606	756325	3020	1941	0,83	13	6,25
2607	756210	2988	1971	1,08	17,5	11,01
2608	756182	3015	1980	0,67	16	6,28
2609	756154	3004	1965	0,71	15,5	6,42
2610	756153	3028	1932	0,67	14	5,41
2611	756160	3038	1937	0,56	13	4,21
2612	756198	3014	1901	0,51	14	4,14
2613	756132	3042	1989	0,65	16	6,01
2614	756298	3089	1925	0,78	16	7,28
2615	756267	3052	1963	0,97	13,6	7,67
2616	755959	3022	1990	0,6	13	4,57
2617	755881	3013	1919	0,66	13	4,95
2618	756336	2479	1980	0,79	13,6	6,26
		Media		0,71	14,34	6,06
		Mínimo	1901	0,28	10	1,61
		Máximo	1990	1,08	17,5	11,01
		CV		27,11%	12,50%	35,74%

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Tabla 10.*Puntuación de los árboles seleccionados de C. pubescens.*

Código de árboles	Variables							Total
	Altura	Volumen	DAP	Copa	Rectitud	Producción de flores/ frutos	Salud	
2601	7	6	7	2	3	5	2	32
2602	1	1	1	-3	3	0	2	5
2603	5	4	4	1	3	5	2	24
2604	4	2	2	-2	4	5	2	17
2605	4	3	4	2	4	5	0	22
2606	2	4	6	2	4	5	2	25
2607	7	7	7	2	4	5	0	32
2608	6	4	3	-2	3	0	2	16
2609	5	4	4	3	3	0	2	21
2610	4	3	3	-3	3	5	2	17
2611	2	2	2	-2	3	0	2	9
2612	4	2	2	2	3	5	2	20
2613	5	3	3	-2	1	5	2	17
2614	5	5	4	1	4	5	2	26
2615	3	5	6	1	4	5	2	26
2616	2	2	2	-3	3	5	2	13
2617	2	2	3	-2	3	5	2	15
2618	3	4	4	-2	2	5	2	18

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Tabla 11.*Fructificación y floración C. pubescens.*

Meses	Floración				Fructificación				Mudanza Foliar			
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
Enero			X									
Febrero				X	X							
Marzo						X						
Abril							X					
Mayo							X					
Junio								X				
Julio								X				
Agosto									X			
Septiembre										X		
Octubre	X										X	
Noviembre	X											X
Diciembre		X										X

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Tabla 12.*Inventario N. acutifolia.*

Nº	COORDENADAS		ALTURA m.s.n.m	DAP (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)
	X	Y				
2481	737426	3380	1158	0,18	9	0,17
2482	737420	3394	1160	0,21	9	0,22
2483	737418	3393	1163	0,24	8	0,26
2484	737403	3400	1157	0,29	12	0,57
2485	737399	3414	1160	0,35	14,5	1,03
2486	737383	3421	1155	0,22	10	0,29
2487	737219	3599	1145	0,2	10,5	0,25
2488	737152	3797	1144	0,26	11	0,42
2489	737138	3800	1144	0,32	12	0,71
2490	737128	3814	1119	0,24	11,5	0,38
2491	737128	3852	1126	0,31	15	0,85
2492	737125	3868	1168	0,47	15	1,91
2493	737124	3871	1169	0,54	16,5	2,82
2494	737126	3896	1160	0,32	13	0,75

2495	737007	3865	1133	0,32	14	0,83
2496	737502	3637	1201	0,31	17	0,92
2497	737500	3645	1182	0,24	17	0,56
	Media			0,30	12,65	0,76
	Mínimo		1119	0,18	8	0,17
	Máximo		1201	0,54	17	2,82
	CV			31,84%	22,87%	89,27%

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Tabla 13.

Puntuación de los árboles seleccionados de N. acutifolia

Código de árboles	Variables							Total
	Altura	Volumen	DAP	Copa	Rectitud	Producción	Salud	
2481	2	1	1	2	4	5	2	17
2482	2	2	2	1	4	5	2	18
2483	1	2	3	5	4	5	2	22
2484	3	3	4	7	4	5	2	28
2485	5	5	5	4	4	5	2	30
2486	3	3	2	1	4	5	2	20
2487	3	2	1	1	4	5	2	18
2488	3	3	2	5	1	5	2	21
2489	3	4	4	6	4	5	2	28
2490	3	3	3	2	2	5	2	20
2491	5	5	4	4	4	5	2	29
2492	5	6	6	4	4	5	2	32
2493	6	7	7	5	4	5	2	36
2494	4	3	4	1	4	5	2	23
2495	5	4	4	2	4	5	2	26
2496	7	4	4	4	4	5	2	30
2497	7	3	3	4	4	5	2	28

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Tabla 14.*Fenofase N. acutifolia.*

meses	Floración				Fructificación				Mudanza Foliar			
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
enero	X											
febrero		X										
marzo		X	X									
abril				X								
mayo				X	X							
junio						X	X					
julio							X					
agosto							X	X				
septiembre								X				
octubre								X	X			
noviembre											X	
diciembre												X

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Tabla 15.*Prueba de medias Tukey Contenido de humedad.*

Factor A (medios)	Factor B (envases)	Factor C (tiempo)	Medias	E.E.	Rangos
Ambiente	Plástico	seis meses	20,82	0,38	A
Ambiente	Plástico	tres meses	20,43	0,38	A
Ambiente	Vidrio	tres meses	13,28	0,38	B
Ambiente	Vidrio	seis meses	12,94	0,38	B C
8° C	Vidrio	tres meses	12,9	0,38	B C D
8° C	Vidrio	seis meses	12,78	0,38	B C D
8° C	Plástico	tres meses	11,87	0,38	B C D
8° C	Plástico	mes uno	11,86	0,38	B C D
Ambiente	Plástico	mes uno	11,33	0,38	C D
8° C	Plástico	seis meses	11,06	0,38	D
8° C	Vidrio	mes uno	8,59	0,38	E
Ambiente	Vidrio	mes uno	8,36	0,38	E

Alfa=0,05; DMS=1,86253. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

Tabla 16.*Tratamientos, repeticiones, factores: Contenido de humedad y germinación.*

Tratamientos	repetición	Factor A	Factor B	Factor C	CH (%)	% germinación
T1	R1	Ambiente	Vidrio	mes uno	8,95	65
T1	R2	Ambiente	Vidrio	mes uno	8,30	54
T1	R3	Ambiente	Vidrio	mes uno	9,08	67
T1	R4	Ambiente	Vidrio	mes uno	7,10	56
T2	R1	Ambiente	Plástico	mes uno	11,42	26
T2	R2	Ambiente	Plástico	mes uno	11,42	25
T2	R3	Ambiente	Plástico	mes uno	11,39	35
T2	R4	Ambiente	Plástico	mes uno	11,07	34
T3	R1	8° C	Vidrio	mes uno	8,43	75
T3	R2	8° C	Vidrio	mes uno	8,71	80
T3	R3	8° C	Vidrio	mes uno	8,93	86
T3	R4	8° C	Vidrio	mes uno	8,28	84
T4	R1	8° C	Plástico	mes uno	11,91	80
T4	R2	8° C	Plástico	mes uno	11,81	70
T4	R3	8° C	Plástico	mes uno	11,85	70
T4	R4	8° C	Plástico	mes uno	11,87	85
T5	R1	Ambiente	Vidrio	tres meses	12,42	3
T5	R2	Ambiente	Vidrio	tres meses	14,08	1
T5	R3	Ambiente	Vidrio	tres meses	13,94	5
T5	R4	Ambiente	Vidrio	tres meses	12,66	8
T6	R1	Ambiente	Plástico	tres meses	21,96	0
T6	R2	Ambiente	Plástico	tres meses	19,90	2
T6	R3	Ambiente	Plástico	tres meses	20,06	0
T6	R4	Ambiente	Plástico	tres meses	19,79	3
T7	R1	8° C	Vidrio	tres meses	13,33	46
T7	R2	8° C	Vidrio	tres meses	13,04	50
T7	R3	8° C	Vidrio	tres meses	12,82	48
T7	R4	8° C	Vidrio	tres meses	12,39	50
T8	R1	8° C	Plástico	tres meses	11,77	48
T8	R2	8° C	Plástico	tres meses	11,69	52
T8	R3	8° C	Plástico	tres meses	12,08	53
T8	R4	8° C	Plástico	tres meses	11,94	51
T9	R1	Ambiente	Vidrio	seis meses	12,84	0
T9	R2	Ambiente	Vidrio	seis meses	12,06	0
T9	R3	Ambiente	Vidrio	seis meses	13,06	0
T9	R4	Ambiente	Vidrio	seis meses	13,78	0

T10	R1	Ambiente	Plástico	seis meses	22,24	0
T10	R2	Ambiente	Plástico	seis meses	21,32	0
T10	R3	Ambiente	Plástico	seis meses	21,56	0
T10	R4	Ambiente	Plástico	seis meses	18,17	0
T11	R1	8° C	Vidrio	seis meses	12,56	53
T11	R2	8° C	Vidrio	seis meses	12,80	35
T11	R3	8° C	Vidrio	seis meses	12,94	37
T11	R4	8° C	Vidrio	seis meses	12,80	43
T12	R1	8° C	Plástico	seis meses	11,30	35
T12	R2	8° C	Plástico	seis meses	10,57	34
T12	R3	8° C	Plástico	seis meses	11,08	30
T12	R4	8° C	Plástico	seis meses	11,28	43

Elaborado por: Silvia Andrea Amaguaña Farinango

Tabla 17.

Prueba de medias Tukey Germinación.

Factor A (medios)	Factor B (envases)	Factor C (tiempo)	Medias	E.E.	Rangos
8° C	Vidrio	mes uno	81,25	2,34	A
8° C	Plástico	mes uno	76,25	2,34	A
Ambiente	Vidrio	mes uno	60,50	2,34	B
8° C	Plástico	tres meses	51,00	2,34	B C
8° C	Vidrio	tres meses	48,50	2,34	C
8° C	Vidrio	seis meses	42,00	2,34	C D
8° C	Plástico	seis meses	35,50	2,34	D E
Ambiente	Plástico	mes uno	30,00	2,34	E
Ambiente	Vidrio	tres meses	4,25	2,34	F
Ambiente	Plástico	tres meses	1,25	2,34	F
Ambiente	Plástico	seis meses	0,00	2,34	F
Ambiente	Vidrio	seis meses	0,00	2,34	F

Alfa=0,05; DMS=11,56146. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

ANEXOS B- FIGURAS



Milpe, 06 diciembre, 2019

AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente, yo **María José Guerrero Pérez**, portadora de la cédula de identidad No. 171706817-3, coordinadora de la fundación Mindo Cloudforest, confirmo la autorización de MCF a la señorita **SILVIA ANDREA AMAGUAÑA FARINANGO**, portadora de la cédula de identidad No. 175287062-4, para realizar su tesis "Potencial de almacenamiento de semillas de las especies *Nectandra acutifolia* y *Cedrela pubescens* en las Reservas de Mindo Cloudforest Foundation".

La señorita Silvia Amaguaña cuenta con nuestro apoyo y consentimiento para la recolección de material vegetativo que aporte información para su investigación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo la interesada hacer uso del presente documento como creyere conveniente.

Atentamente,

Ing. María José Guerrero
C.I. 171706817-3
Coordinadora Mindo Cloudforest Foundation



MINDO CLOUDFOREST FOUNDATION
San Carlos de Aves Milpe Km. 91 Vía Cabañal - Río Blanco
(+59396)799-3086 - www.mcf.ac/ - info@mindocloudforest.org



Figura 29. Autorización MCF.

MANEJO DE SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES EN MCF		
Familia:		Imagen
Género:		
Especie:		
Nombre común:		
Análisis de semillas:		
1. Pureza:		
2. Cantidad de semillas por kilogramo:		
4. Porcentaje de germinación:		
5. Días germinación:		
Almacenamiento a corto y largo plazo:		
1. Tipo de envase:		
2. Tiempo:		
3. Medio:		
Fenología:		Época de recolección de frutos y semillas:
Métodos recolección de frutos:		
		Extracción de semillas:
Secado y limpieza de semillas:		
Otras observaciones:		

Figura 30. Muestra de afiche resumen de información.



Figura 31. Toma de datos dasonómicos y codificación.



Figura 32. Árbol codificado.



Figura 33. Secado y clasificación de semillas.



Figura 34. Contenido de humedad.



Figura 35. Germinación *C. pubescens*.



Figura 36. Almacenamiento en refrigeración (8° C).



Figura 37. Almacenamiento ambiente.



Figura 38. Recolección frutos *N. acutifolia*.



Figura 39. Limpieza semillas



Figura 40. Germinación *N. acutifolia*



Figura 41. Almacenamiento ambiente vidrio y plástico *N. acutifolia*.

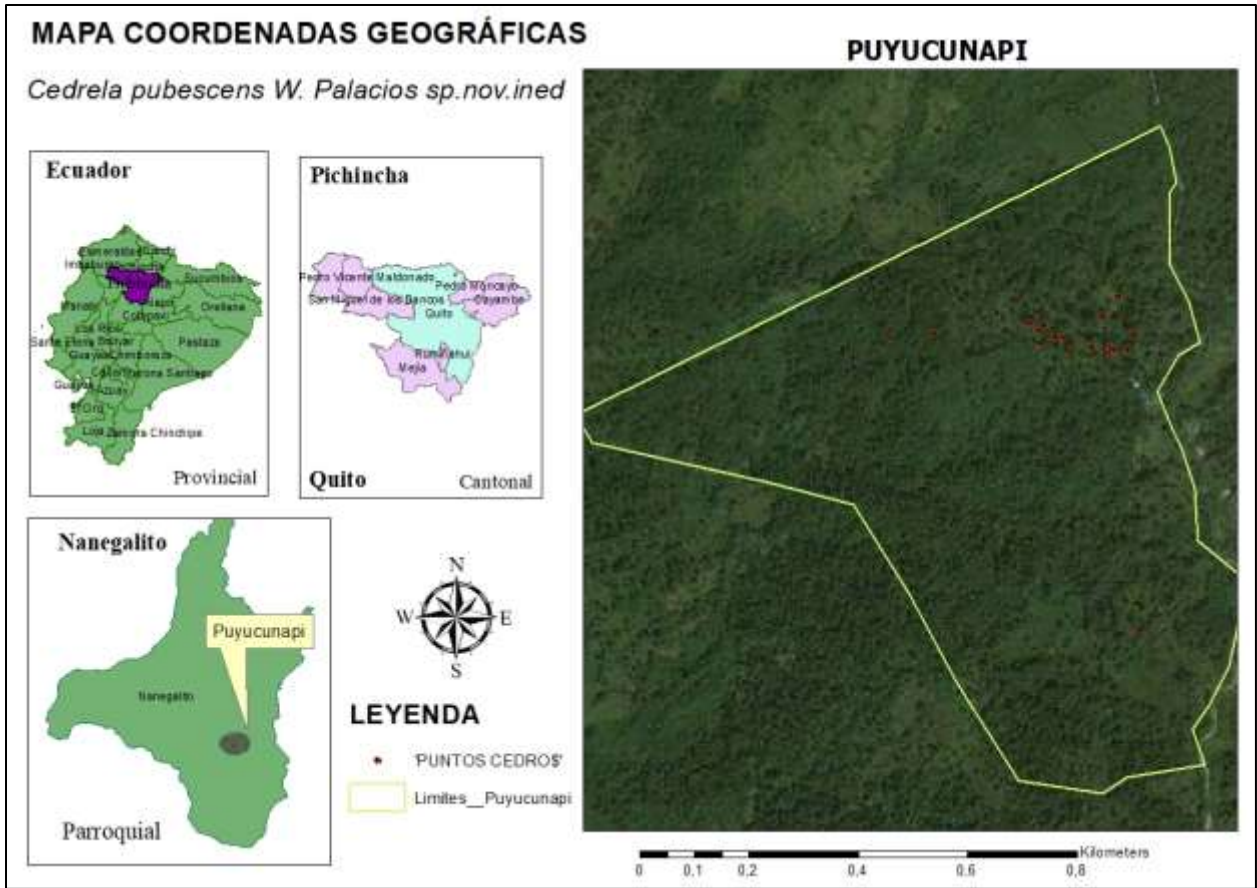


Figura 42. Mapa con puntos GPS *C. pubescens*

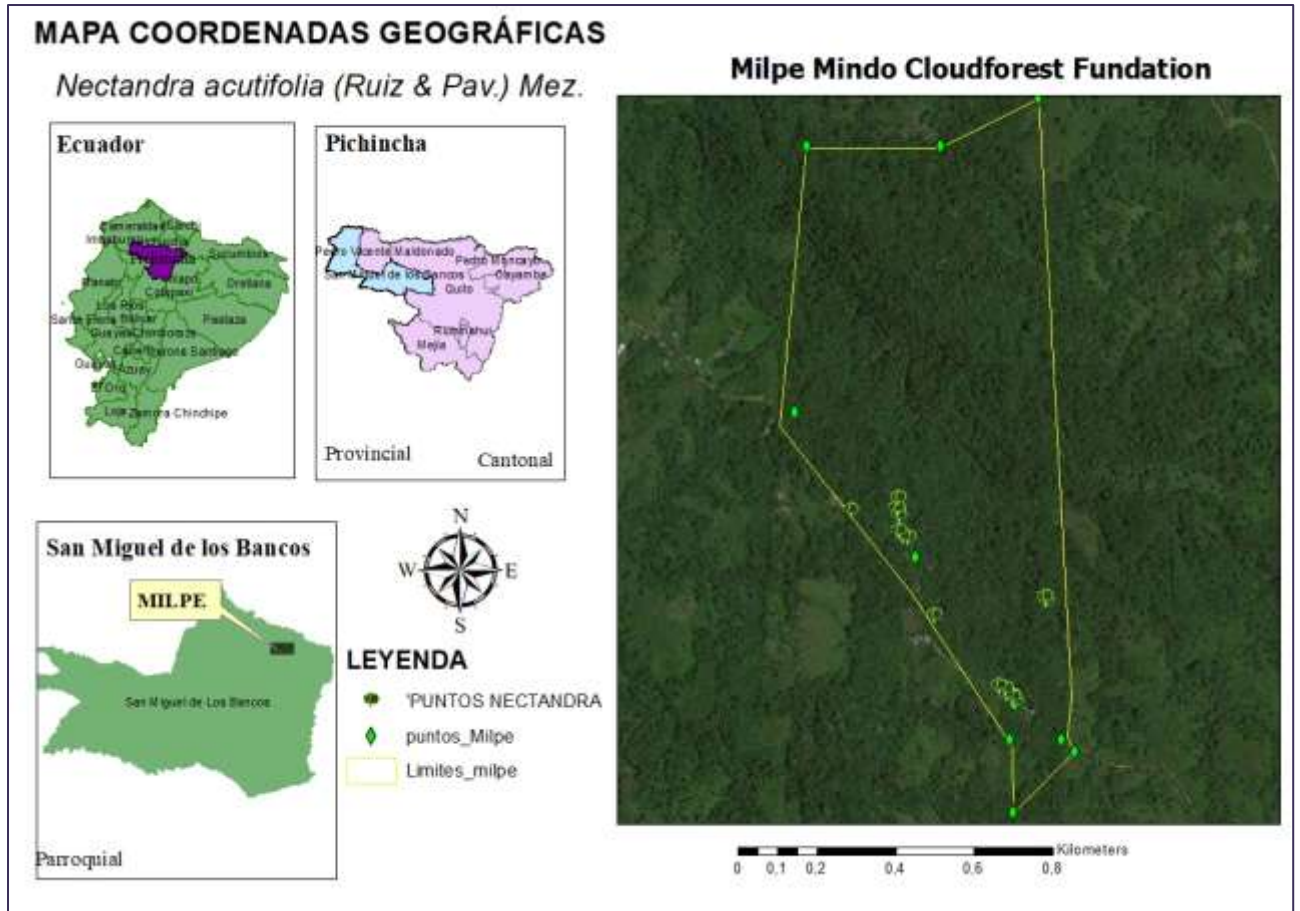


Figura 43. Mapa de los puntos GPS *N. acutifolia*.

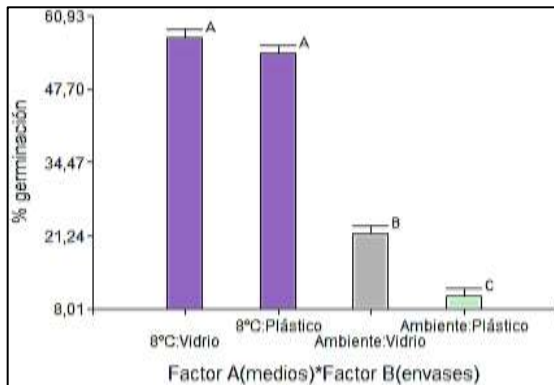


Figura 44. Interacción Factores Ax B.

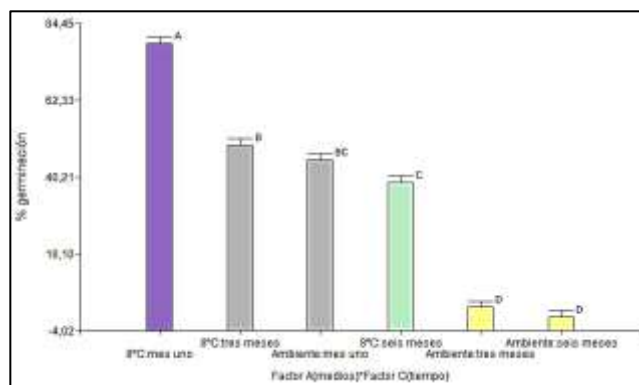


Figura 45. Interacción Factores Ax C.

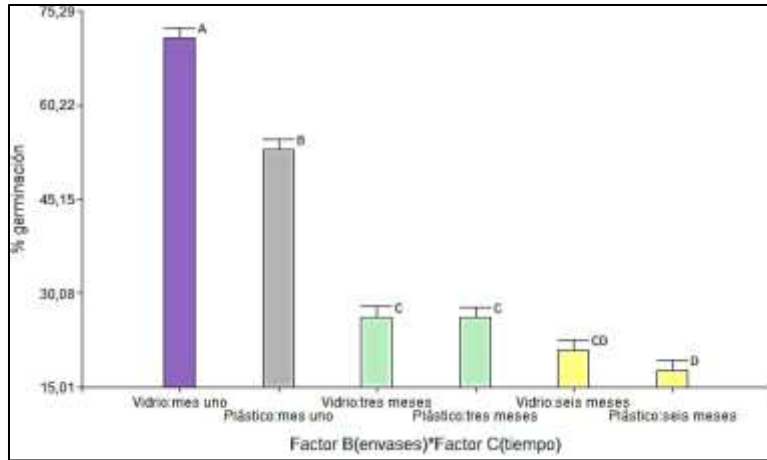


Figura 46. Interacción factor BxC.

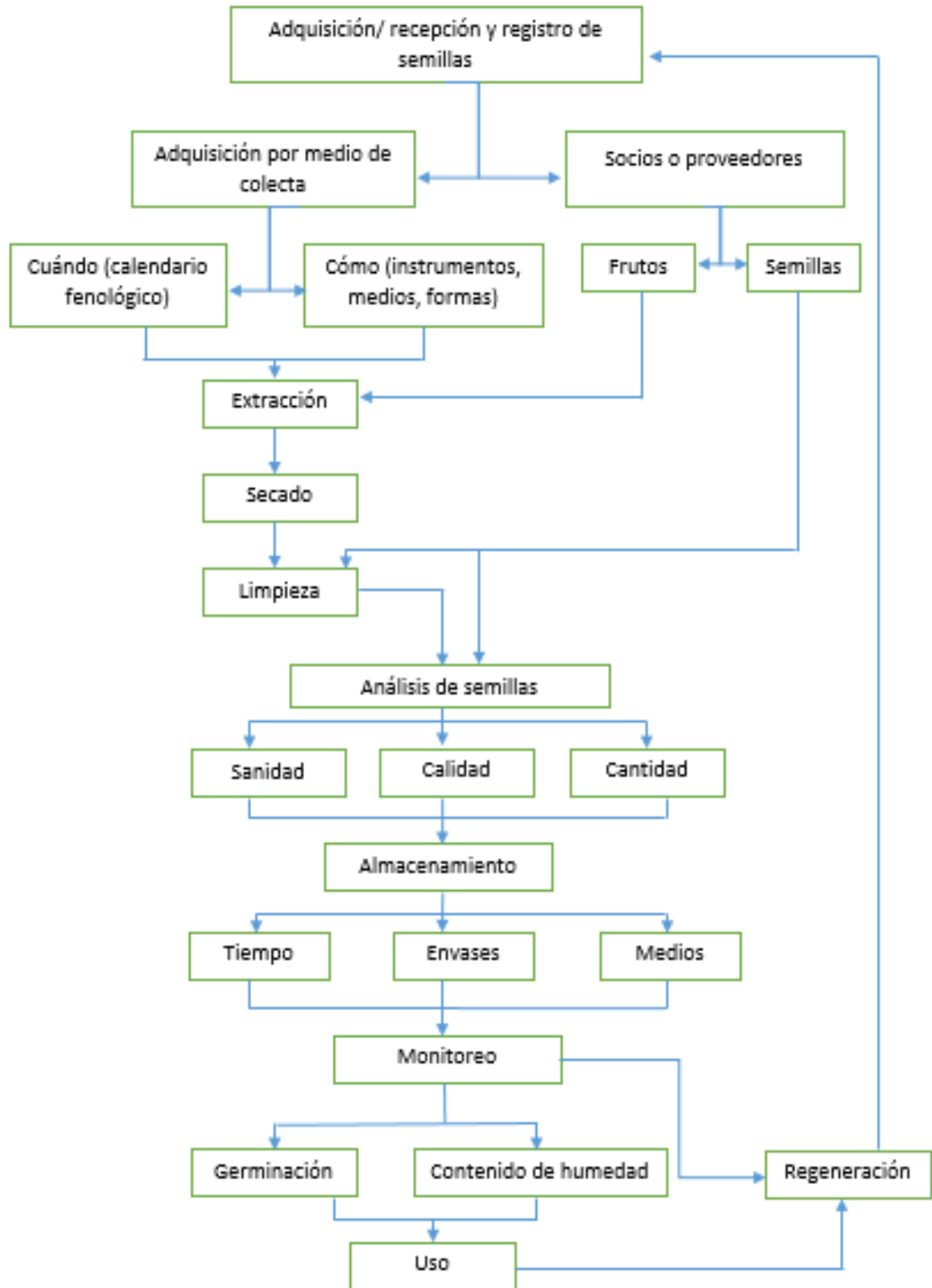



Figura 47. Organigrama de secuencia general de las operaciones de un banco de germoplasma de semillas.

MANEJO DE SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES EN MCF

Familia:	Meliaceae	
Género:	Cedrela	
Especie:	<i>C. pubescens</i>	
Nombre común:	Cedro	
Breve descripción botánica: especie nueva para la ciencia, en estudio.		


Análisis de semillas:


1. Pureza:	85,08%
2. Cantidad de semillas por kilogramo	41 102,44
4. Porcentaje de germinación:	97%
5. Días germinación:	a partir del cuarto día hasta los 12 días


Almacenamiento:

1. Tipo de envase:	Vidrio, contenido de humedad bajo el 10%
2. Tiempo:	más de seis meses con porcentajes de germinación de un 50% .
3. Medio:	refrigeración

Fenología:	Época de recolección de frutos y semillas:																																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">meses</th> <th>Ene</th> <th>Feb</th> <th>Mar</th> <th>Abr</th> <th>May</th> <th>Jun</th> <th>Jul</th> <th>Ago</th> <th>Sep</th> <th>Oct</th> <th>Nov</th> <th>Dic</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4"><i>Floración</i></td> <td>25%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>50%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>75%</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4"><i>Fructificación</i></td> <td>25%</td> <td></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>50%</td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>75%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4"><i>Mudanza Foliar</i></td> <td>25%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>50%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>75%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> </tbody> </table>	meses		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	<i>Floración</i>	25%										x	x		50%												x	75%	x												100%		x											<i>Fructificación</i>	25%		x											50%			x										75%				x	x								100%						x	x						<i>Mudanza Foliar</i>	25%								x					50%									x				75%										x			100%											x	x	<p>La recolección de los frutos se realizan entre los meses de junio y julio, en donde los frutos empiezan a dispersarse naturalmente, ya en estos meses los frutos pudieron alcanzar su madurez.</p>
meses		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic																																																																																																																																																																	
<i>Floración</i>	25%										x	x																																																																																																																																																																		
	50%												x																																																																																																																																																																	
	75%	x																																																																																																																																																																												
	100%		x																																																																																																																																																																											
<i>Fructificación</i>	25%		x																																																																																																																																																																											
	50%			x																																																																																																																																																																										
	75%				x	x																																																																																																																																																																								
	100%						x	x																																																																																																																																																																						
<i>Mudanza Foliar</i>	25%								x																																																																																																																																																																					
	50%									x																																																																																																																																																																				
	75%										x																																																																																																																																																																			
	100%											x	x																																																																																																																																																																	

Métodos recolección de frutos:	
<p>Recolección de frutos directamente del árbol, cuando su fruto muestre una tonalidad verde amarillenta, y/o cuando ya las primeras capsulas empiecen a abrirse y a dispersarse las semillas.</p>	

	Extracción de semillas:
	<p>Dejar las capsulas bajo sombra por una semana aproximadamente o hasta que se abran las capsulas, con exposiciones de luz de una a dos horas diarias.</p>

Secado y limpieza de semillas:	
<p>Las semillas extraídas de las cápsulas si siguen húmedas se las extiende en papel periodico bajo sombra con un poco de ventilación para que terminen de secarse, luego se elimina los restos de las casulas, semillas vanas, y demas impurezas.</p>	
Otras observaciones:	133

Es posible almacenar en fundas plásticas pero solo hasta un mes en refrigeración. Se puede aplicar como un tratamiento pre germinativo al sumergir en agua de 12 a 24 horas, para reducir el tiempo de germinación.

Figura 48. Protocolo manejo de semillas *C. pubescens*.

MANEJO DE SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES EN MCF

Familia:	Lauraceae
Género:	Nectandra
Especie:	<i>N. acutifolia</i>
Nombre común:	Jigua



Breve descripción botánica: árboles de 20 a 30 m de altura; con o sin raíces tablares bajos, corteza externa es de color café con pocas lenticelas dispersas, la corteza interna crema amarillento y desprende un aroma característico de las lauraceas, Con hojas alternas, brillosas, de forma lanceolada, envés un poco recurvado en la base. Sus frutos son drupas ovaladas, verdes, insertas hasta casi la mitad de su tamaño en una cúpula de igual color

Análisis de semillas:

1. Pureza:	96,92%
2. Cantidad de semillas por kilogramo:	1 225,79
4. Porcentaje de germinación:	25%
5. Días germinación:	a partir de la cuarta semana hasta la octava semana.

Almacenamiento a corto plazo:

1. Tipo de envase:	Vidrio, contenido de humedad sobre el 50%
2. Tiempo:	no se puede almacenar por largo tiempo ya que es una semilla recalcitrante, maximo una semana.
3. Medio:	refrigeración

Fenología:

meses		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul.	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Floración	25%	X											
	50%		X	X									
	75%			X									
	100%				X	X							
Fructificación	25%					X							
	50%					X	X						
	75%						X	X	X				
	100%							X	X	X			
Mudanza Foliar	25%										X		
	50%										X		
	75%											X	
	100%												X

Época de recolección de frutos y

La colección de semillas se realiza en los meses de septiembre a octubre, los frutos muestran una tonalidad morada verdosa y consistencia suave.

Métodos recolección de frutos:

Recolección de frutos directamente del árbol, cortando sus ramas, dejando a los frutos en sus cúpulas hasta que estas se desprendan solas y terminen su madurez fisiológica. Hasta que muestren una coloración morada verdosa y de consistencia suave.



Extracción de semillas:

Poner a masear en agua de 24 a 48 horas, lavar en tamices o cernidores para retirar el pericarpio.

Secado y limpieza de semillas:

Enjuagado y secado bajo sombra por una hora.



Otras observaciones:

Se puede mantener hasta por una semana en refrigeración con contenidos de humedad altos, sin que pierda viabilidad. La mayoría de las semillas ya vienen perforadas desde el árbol y/o con hongos.