



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“Crio conservación y viabilidad de la semilla de la especie *Polylepis incana* en el sector de
Mojanda – Tabacundo”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 3: Conservación de la Biodiversidad

SUBLINEA 3.1: Estudio, Conservación y Manejo de la Biodiversidad

AUTOR: DIEGO VINICIO CAJAS CALDERÓN

ASESOR: Mgs. MARÍA FERNANDA LÓPEZ FLORES

Ibarra, 2021


Ibarra, 11 de marzo del 2021

Mgs. María Fernanda López Flores

ASESORA

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....


Mgs. María Fernanda López Flores

C.C.: 1002509600

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f).....

Mgs. María Fernanda López Flores

C.C.: 1002509600

(f).....

Mgs. Mónica Patricia Velástegui Moreno

C.C.: 0503323024

(f).....

Mgs. José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 1001927167

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo DIEGO VINICIO CAJAS CALDERÓN, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 11 de marzo del 2021



f):

DIEGO VINICIO CAJAS CALDERÓN

C.C.: 1003190012

AUTORÍA

Yo, DIEGO VINICIO CAJAS CALDERÓN, portador de la cédula de ciudadanía N° 1003190012 declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f):

DIEGO VINICIO CAJAS CALDERÓN

C.C.: 1003190012

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: DIEGO VINICIO CAJAS CALDERÓN, con CC: 1003190012, autor del trabajo de grado intitulado: “Crio conservación y viabilidad de la semilla de la especie de *Polylepis incana* en el sector de Mojanda-Tabacundo, previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Ambiental, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESEI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 11 de marzo del 2021



f):

DIEGO VINICIO CAJAS CALDERÓN

C.C.: 1003190012

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: “Crio conservación y viabilidad de la semilla de la especie de *Polylepis incana* en el sector de Mojanda-Tabacundo”, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 18 de diciembre de 2018

Para constancia firma:



f):

Diego Vinicio Cajas Calderón
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación
C.C/ Pasaporte: 1003190012
Carrera: Ingeniería Ambiental

Ibarra, 11 de marzo del 2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación realizado con mucho cariño a mis padres Vinicio Cajas y María del Carmen Calderón por todo su apoyo y cariño a lo largo de toda mi carrera universitaria, y por saberme guiar en cada paso que he dado.

Y sin dejar atrás dedicarles esto a toda mi familia por confiar en mí, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Vinicio y María del Carmen por el apoyo incondicional durante el transcurso de toda la carrera, por confiar en mí y alentarme constantemente a alcanzar todas mis metas.

A mi tutora Mgs. María Fernanda López Flores por su incontable paciencia, apoyo y tiempo durante el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos y compañeros de carrera que compartieron junto a mi todo este camino.

Por último, a la escuela de ciencias agrícolas y ambientales por su dedicación en la formación de nuevos profesionales.

ÍNDICE

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
2.3. Preguntas de investigación.....	3
CAPÍTULO III.....	4
ESTADO DEL ARTE	4
3.1. Bosques nativos de <i>Polylepis incana</i> en páramos	4
3.2. Problemática con especies invasoras	4
3.3. ¿Qué es Semilla Forestal?.....	6
3.3.1. Datos generales de la semilla forestal	6
3.3.2. Estructura de la semilla forestal	6
3.4. Árbol plus.....	7
3.5. Colecta de semillas forestales	7
3.5.1. Técnicas de colectas de semillas forestales	8
3.6. Conservación de semillas forestales	9
3.6.1. Métodos de conservación de semillas forestales.....	9
3.6.2. Viabilidad de semillas forestales	10
3.6.3. Banco de germoplasma	10
3.7. Nitrógeno Líquido.....	10
3.8. Crio conservación	11
3.8.1. Crio conservación de semillas forestales.....	11
3.8.2. Técnicas de crio conservación	12
3.9. Descripción de la especie.....	13
CAPÍTULO IV	15

MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. Materiales.....	15
4.1.1. Materiales para campo.....	15
4.1.2. Materiales para laboratorio	15
4.2. Métodos.....	16
4.2.1. Fase de Campo.....	16
4.2.1.1. Localización geográfica del área de estudio.....	16
4.2.1.2. Establecimiento de los puntos de muestreo.....	17
4.2.1.3. Caracterización de la zona de estudio.....	18
4.2.1.4. Selección del árbol plus	18
4.2.1.5. Colecta de las semillas de <i>Polylepis incana</i>	19
4.2.1.6. Transporte de la semilla	20
4.2.1.7. Caracterización de las semillas	20
4.2.2. Fase de Laboratorio.....	20
4.2.2.1. Viabilidad de las semillas.....	20
Análisis del mejor método de germinación	22
4.2.2.2. Crio conservación.....	22
4.2.2.3. Técnicas de almacenamiento en frío de semillas	23
4.2.3. Análisis de resultados	24
4.2.4. Socialización.....	24
CAPÍTULO V.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1. Fase de Campo	25
5.1.1. Información general de la Laguna de Mojanda.....	25
5.1.1.1. Límites políticos administrativos	26
5.1.1.2. Altitud y clima	27
5.1.1.3. División Política.....	27
5.1.1.4. Actividad económica	27
5.1.2. Punto de muestreo de la colecta de semillas	28
5.1.3. Selección de árbol plus	29
5.2. Fase de Laboratorio.....	33
5.2.1. Viabilidad de las semillas de <i>Polylepis incana</i>	33
5.2.2. Crio conservación de las semillas de <i>Polylepis incana</i>	41
5.3. Análisis de los métodos de conservación de semillas de <i>Polylepis incana</i>	52

5.3.1. Número de semillas germinadas árbol plus 1.....	52
5.3.2. Numero de semillas no germinadas árbol plus 1.....	54
5.3.3. Altura de plantas árbol plus 1 solo semilla.....	55
5.3.4. Altura de plantas árbol plus 1 semilla con flor.....	57
5.3.5. Longitud de raíz árbol plus 1 solo semilla.....	58
5.3.6. Longitud de raíz árbol plus 1 semilla flor.....	60
5.3.7. Número de semillas germinadas árbol plus 2.....	61
5.3.8. Número de semillas no germinadas árbol plus 2.....	63
5.3.9. Altura de plantas árbol plus 2 solo semilla.....	64
5.3.10. Altura de plantas árbol plus 2 semilla flor.....	66
5.3.11. Longitud de raíz árbol plus 2 solo semilla.....	67
5.3.12. Longitud de raíz árbol plus 2 semilla flor.....	69
5.4. Socialización de la investigación.....	70
CAPÍTULO VI.....	80
CONCLUSIONES.....	80
CAPÍTULO VII.....	82
RECOMENDACIONES.....	82
CAPÍTULO VIII.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración de árbol plus	19
Tabla 2. Parámetros evaluación árbol plus.	29
Tabla 3. Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri	34
Tabla 4. Resultados de viabilidad por el método de papel toalla.....	36
Tabla 5. Resultados de viabilidad por el método de cajas con arena	38
Tabla 6. Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri del segundo mes	42
Tabla 7. Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri del cuarto mes.....	45
Tabla 8. Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri del sexto mes	48
Tabla 9. Datos del promedio de semillas germinadas a los seis meses.....	52
Tabla 10. Prueba de Wilconxon para el número de semillas germinada.....	53
Tabla 11. Datos del promedio de semillas no germinadas a los seis meses	54
Tabla 12. Prueba de Wilconxon para el número de semillas no germinada	54
Tabla 13. Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses	55
Tabla 14. Prueba de Wilconxon para la altura de plantas	56
Tabla 15. Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses	57
Tabla 16. Prueba de Wilconxon para la altura de plantas	57
Tabla 17. Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses	58
Tabla 18. Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz	59
Tabla 19. Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses	60
Tabla 20. Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz	60
Tabla 21. Datos del promedio de semillas germinadas a los seis meses	61
Tabla 22. Prueba de Wilconxon para el número de semillas germinadas	62
Tabla 23. Datos del promedio de semillas no germinadas a los seis meses	63

Tabla 24. Prueba de Wilconxon para el número de semillas no germinadas.....	63
Tabla 25. Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses	64
Tabla 26. Prueba de Wilconxon para la altura de plantas	65
Tabla 27. Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses	66
Tabla 28. Prueba de Wilconxon para la altura de plantas	66
Tabla 29. Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses	67
Tabla 30. Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz	68
Tabla 31. Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses	69
Tabla 32. Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz	69
Tabla 33. Base de datos segundo mes	86
Tabla 34. Base de datos del cuarto mes.....	88
Tabla 35. Base de datos del sexto mes	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa base del Cantón Pedro Moncayo	17
Figura 2. Mapa base del Cantón Pedro Moncayo.....	26
Figura 3. Puntos de muestreo.....	28
Figura 4: Gráfica de porcentaje de germinación del método cajas Petri	35
Figura 5 : Gráfica de porcentaje de germinación del método de papel toalla.....	37
Figura 6: Gráfica de porcentaje de germinación del método de papel toalla.....	39
Figura 7. Grafica de comparación de porcentajes de germinación de los 3 métodos de viabilidad	40
Figura 8. Germinación de semillas al segundo mes	43
Figura 9. Germinación de semillas al segundo mes	44
Figura 10. Germinación de semillas al cuarto mes.....	46
Figura 11. Germinación de semillas al cuarto mes.....	47
Figura 12. Germinación de semillas al sexto mes	49
Figura 13. Germinación de semillas al sexto mes	50
Figura 14. Gráfica comparativa de las técnicas de conservación de semillas de <i>Polylepis incana</i> Kunth	51
Figura 15. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	53
Figura 16. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	55
Figura 17. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	56
Figura 18. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	58
Figura 19. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	59
Figura 20. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	61
Figura 21. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	62
Figura 22. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	64

Figura 23. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	65
Figura 24. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	67
Figura 25. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	68
Figura 26. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon	70
Figura 27. Gráfico de las comodidades del evento	71
Figura 28. Gráfico del material audiovisual utilizado en la presentación.	72
Figura 29. Gráfico de como domino el tema el expositor	73
Figura 30. Gráfico del manejo del auditorio por parte del expositor	74
Figura 31. Gráfico de la facilidad de expresión del expositor	75
Figura 32. Gráfico de la relevancia que posee el tema investigativo	76
Figura 33. Gráfico de la perspectiva que posee la investigación para estudios posteriores.	77
Figura 34. Gráfico del beneficio que posee el tema de investigación	78
Figura 35. Gráfico del cumplimiento de los objetivos planteados.....	79
Figura 36. Identificación de la zona de estudio (Laguna de Mojanda)	92
Figura 37. Toma de punto de muestreo	93
Figura 38. Colecta de las semillas de <i>Polylepis incana</i>	93
Figura 39. Prueba germinativa método cajas petri	94
Figura 40. Prueba germinativa método papel toalla	94
Figura 41. Prueba germinativa método cajas con arena.....	95
Figura 42. Almacenamiento de semillas en nitrógeno líquido	95
Figura 43. Almacenamiento de semillas en congelador	96
Figura 44. Cámara germinadora	96
Figura 45. Viabilidad de semillas al terminar el segundo mes	97
Figura 46. Viabilidad de semillas al terminar el cuarto mes	97

Figura 47. Viabilidad de semillas al terminar el sexto mes.....	98
Figura 48. Invitación a la socialización acerca del tema investigado	99
Figura 49. Formato de encuesta realizada en la socialización.....	100

RESUMEN

Polylepis es una especie que incluye arbustos de 1 a 3 metros de altura, perteneciente a la familia Rosaceae, además de ser endémico del Ecuador que se encuentra amenazada por la introducción de nuevas especies a su hábitat. Esta especie es conocida comúnmente como yagual, queñual o árbol de papel. En la laguna de Mojanda se encuentra un pequeño bosque de *Polylepis incana* que se encuentra amenazado por especies introducidas que no lo dejan desarrollarse con normalidad, por esta razón se ha visto la necesidad de conservar la genética de esta especie de *Polylepis* mediante la crio-conservación logrando mantener su viabilidad. Para cumplir el objetivo principal de la investigación se realizó la identificación de la zona de estudio, estableciendo 1 punto de muestreo y recolectando semillas de 2 árboles plus. Estas muestras fueron transportadas al Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra para su respectiva identificación. Posteriormente se inició el protocolo de crío conservación a través de la técnica “dsecación y congelación rápida de semillas”, donde las muestras fueron sometidas en nitrógeno líquido a una temperatura de -196 °C, como comparador se utilizó la técnica tradicional de “almacenamiento en frío de semillas”, donde las muestras fueron sometidas a una temperatura de -10 °C, estas dos pruebas se realizaron en un periodo de 6 meses. Las semillas almacenadas mediante las dos técnicas fueron sometidas a un proceso de germinación, a través del método en cajas Petri, que tuvo desarrollo al segundo, cuarto y sexto mes por un periodo de 21 días. Al final se pudo demostrar la eficacia de la Crio-conservación, ya que las semillas sometidas en nitrógeno líquido tuvieron un porcentaje de 13% y mantuvieron su viabilidad en función del tiempo, mientras que las semillas sometidas a la técnica tradicional de congelación tuvieron un porcentaje de 1,58%, y fueron perdiendo su viabilidad conforme aumentaba el tiempo.

Palabras clave: crio conservación, nitrógeno líquido, *Polylepis incana*, semillas, viabilidad.

ABSTRACT

Polylepis is a species that includes bushes from 1 to 3 meters high, belonging to the Rosaceae family, in addition to being endemic to Ecuador, which is threatened by the introduction of new species to its habitat. This species is commonly known as yagual, queñual or paper tree. In the Mojanda lagoon there is a small forest of *Polylepis incana* that is threatened by introduced species that do not allow it to develop normally, for this reason it has been necessary to conserve the genetics of this species of *Polylepis* through cryo- conservation managing to maintain its viability. To fulfill the main objective of the research, the study area was identified, establishing 1 sampling point and collecting seeds from 2 plus trees. These samples were transported to the Herbarium of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra for their respective identification. Subsequently, the cryopreservation protocol was started through the technique "drying and rapid freezing of seeds", where the samples were subjected in liquid nitrogen at a temperature of -196°C , as a comparator the traditional technique of "storage in seed cold", where the samples were subjected to a temperature of -10°C , these two tests were carried out in a period of 6 months. The seeds stored by the two techniques were subjected to a germination process, through the method in Petri dishes, which developed in the second, fourth and sixth months for a period of 21 days. In the end it was possible to demonstrate the effectiveness of Cryo-conservation, since the seeds subjected to liquid nitrogen had a percentage of 13% and maintained their viability as a function of time, while the seeds subjected to the traditional freezing technique had a percentage 1,58%, and they lost their viability as time increased.

Keywords: cryopreservation, liquid nitrogen, *Polylepis incana*, seeds, viability.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la crio conservación es especialmente recomendada para la conservación de los recursos fitogenéticos de especies recalcitrantes, sensibles a la desecación, cuyo potencial para ser conservadas se ve limitado al utilizar otras modalidades; así como en especies en peligro de extinción que debido a su escasez o por algún factor particular de su biología, se encuentran gravemente amenazadas de desaparecer.

En Costa Rica datan estudios de crio conservación de semillas de cenízaro (*Pithecellobium saman*) y madero negro (*Gliricidia sepium*), utilizando el método de desecación y congelamiento rápido en nitrógeno líquido que permitieron la germinación de estas especies que se encontraban amenazadas. (Esquivel; Rojas; Alfaro , 2017)

En Ecuador existen estudios de crio conservación para algunas especies de orquídeas, pero no se ha realizado ningún estudio en especies forestales como el *Polylepis incana*. Es necesario realizar este tipo de almacenamiento de semillas, para así asegurar la conservación de material vegetativo sano y a largo plazo contribuir con la preservación de las especies.

En la laguna de Mojanda se realizó una investigación acerca de la crio conservación de especies forestales como es el *Polylepis incana*, para evitar la pérdida de la especie en esta zona ya que no se han realizado estudios de este tipo.

Debido a los diferentes problemas que tiene *Polylepis incana* como es la tala y la quema de estos bosques, la expansión agrícola y la introducción de especies exóticas se realiza esta investigación con el fin de conservar las semillas.

Polylepis incana es una especie que debe ser protegida y conservada ya que, si no se conservan las semillas, se irá perdiendo la diversidad genética de la misma, hasta el punto de extinguirse a nivel local, disminuyendo su rendimiento y variabilidad. Además, habitan especies de aves, mamíferos, reptiles e insectos que usan la flora del lugar como sitios de protección, alimentación y reproducción. Incluyen varias especies de epifitas, plantas vasculares, musgos y líquenes

La conservación de semillas favorece en disminuir el peligro de extinción de la especie en particular, si no se conservan las semillas, se irá perdiendo la diversidad genética que estas poseen hasta el punto de llegar a extinguirse a nivel local. Ya que las semillas son la base fundamental para el sustento y la biodiversidad se necesitan buscar diferentes técnicas de almacenamiento para su conservación.

La técnica que se empleó fue la crio-conservación de desecación y congelamiento rápido en nitrógeno líquido, el fin de esta técnica es cumplir con el almacenamiento de semillas permitiendo conservar la diversidad genética y a su vez proveer de materia prima en programas de mejoramiento, mitigando la degradación de la especie (Padilla, 2015).

Esta investigación se realizó en los Laboratorios y en el Herbario de la PUCESI, con el objetivo de conservar y preservar la especie. Se obtuvieron resultados positivos ya que las semillas que estuvieron en nitrógeno líquido al cabo de los 6 meses obtuvieron un porcentaje de germinación del 13% y las semillas que estuvieron en el congelador al cabo de los 6 meses tuvieron un porcentaje de germinación del 1,58% perdiendo su viabilidad.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el protocolo de Crio conservación y viabilidad de la semilla de *Polylepis incana* en el sector de Mojanda-Tabacundo, por medio de la aplicación de nitrógeno líquido a las semillas para preservar la especie forestal.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar sitios de muestreo para la colecta de semillas de la especie *Polylepis incana*.
- Determinar el protocolo de crio conservación de semillas forestales y viabilidad.
- Analizar los datos después de la germinación de la semilla.
- Socializar los resultados obtenidos en la investigación realizada.

2.3. Preguntas de investigación

¿Determinar si el método de crio conservación es el adecuado para conservar este tipo de semilla forestal *Polylepis incana*?

¿La viabilidad de las semillas aumentó o disminuyó después de pasar por el proceso de crio conservación?

¿De qué manera favorece la crio conservación de la semilla al momento de realizar la germinación?

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Bosques nativos de *Polylepis incana* en páramos

Los bosques de *Polylepis* son parte de la flora natural de los ecosistemas de los páramos. En la cordillera de los Andes tropicales y subtropicales de Sudamérica, el género *Polylepis* (Rosaceae) es el único elemento arborecente que puede desarrollarse formando fragmentos de bosques a gran altura. *Polylepis* es un género endémico de los Andes. El género puede adaptarse bien a los climas fríos de las montañas debido a que posee flores reducidas, hojas cubiertas de pelos y cortezas exfoliantes en los troncos. (Aguirre, Ordóñez, Hofstede, 2012)

3.2. Problemática con especies invasoras

Uno de los problemas que tiene *Polylepis incana* es la siembra de *Polylepis racemosa* cerca de poblaciones naturales en un rango de, al menos, 20 kilómetros a la redonda, pues estos árboles se polinizan por el viento. Así mismo, no debe usarse esta especie en áreas naturales protegidas. Cuando usar *Polylepis racemosa*: En los páramos se puede dar algunas situaciones en las que se justifica su uso como para cercas vivas, estabilización de suelos en zonas completamente degradadas, producción de leña, madera, para disminuir la presión sobre los bosques nativos. (Jumbo, 2018)

Las principales amenazas a las que está expuesto el *Polylepis incana* en el Ecuador se centran en actividades humanas como la tala y la quema, la expansión agrícola y urbana, y la introducción de especies exóticas. Esta situación es preocupante porque la mayoría de los bosques naturales de *Polylepis incana* no se encuentran dentro de Áreas Protegidas o Reservas Ecológicas, y no existe una estrategia efectiva para la conservación de estos bosques en el Ecuador. (Jumbo, 2018)

La importancia de investigar la viabilidad germinativa de la semilla de *Polylepis incana*, está fundamentada por el uso que realizan las poblaciones locales, como, por ejemplo: uso como

leña, medicinal, pues actúa como antihipertensivo, y también como forraje para los animales. La protección y conservación de los bosques de *P. incana*, a partir de la siembra por semillas, es por la cobertura vegetal que proporciona en los ecosistemas andinos, por su participación en la regulación de la escorrentía, control de la erosión, su capacidad de retener y capturar agua, siendo el principal tipo de cobertura en las cuencas hidrográficas altoandinas (Canales, Huarasa, 2020)

Diversos esfuerzos se han realizado para promover la germinación y propagación de la especie *P. incana*, sin embargo, existen dificultades en procesos reproductivos genéticos, que son propios de la planta como restricciones a variaciones de temperatura, escasa dispersión de semillas en forma natural esto provoca regeneración lenta de los bosques de *Polylepis*. De las semillas colectadas en el medio natural, solo el 10 % son óptimas para el sembrío, estas son afectadas por la temperatura baja en su hábitat natural, la evapotranspiración del suelo, la variabilidad del clima con efectos impredecibles en la germinación de las semillas. Por estos motivos solo entre el 3% y 5% de semillas logran germinar. (Canales, Huarasa, 2020)

El tiempo entre el florecimiento y la madurez de los frutos es cerca de los dos meses y una vez que los frutos están maduros caen muy pronto. Entonces es necesario seguir de cerca el desarrollo para estar seguro de que la cosecha se ha hecho en el momento preciso. Cada inflorescencia de *Polylepis incana* tiene un limitado número de frutos y debido a la baja capacidad de germinación sugieren que las semillas sean recogidas para realizar una correcta germinación con diferentes parámetros de calidad. El porcentaje de germinación es variable entre semillas colectadas de diferentes individuos por eso solo el 4% de semillas germinaron. (León, 2009)

La reproducción de *Polylepis* a partir de semillas, tienen muy poca eficacia debido a que este género tiene un bajo poder germinativo. Es aquel pastoreo (exceso de ganado) que supera la capacidad de renovación de los pastos de un lugar, provocado por la presión demográfica y la ausencia de un manejo de tierras adecuado que no todas las semillas de *Polylepis* resultan ser viables. Teniendo solo un 2% a 4% de semillas germinadas. En tales condiciones sólo se consigue semilla viable en bosques de cierta extensión, que son bastantes escasos. (Castro, 2014)

Se realizó un estudio de germinación de semillas de *Polylepis incana* con 3 tratamientos los cuales fueron: riego con agua residual, riego con agua de coco y riego con agua de pozo. Todos estos tratamientos estuvieron en un sustrato de tierra negra y arena y tuvieron un fertilizante de estiércol de ovino. Las semillas regadas con agua residual tuvieron un 9% de germinación, mientras las semillas que fueron regadas con agua de coco y agua de pozo tuvieron un 4% de germinación respectivamente. (Capriles, Flores, 2002)

3.3. ¿Qué es Semilla Forestal?

La FAO resalta que la semilla es uno de los principales recursos para el manejo de poblaciones de plantas, para la reforestación, para la conservación del germoplasma vegetal, y para la recuperación de especies valiosas sobreexplotadas (Paredes, 2015).

La semilla constituye el principal medio de propagación de las especies forestales. La época de maduración de los frutos varía entre las especies.

3.3.1. Datos generales de la semilla forestal

La semilla, simiente o grano como se le conoce, es la parte del fruto que da origen a una nueva planta y es la estructura mediante la cual las plantas se propagan. Las plantas que tienen semilla se llaman espermatofitas. La semilla se produce por la fecundación del óvulo de una planta gimnosperma (semilla desnuda, que no está encerrada dentro del fruto) o de una planta angiosperma (semilla encerrada dentro del fruto, produce flores) (Kessler, 2006)

3.3.2. Estructura de la semilla forestal

- **Embrión:** es la planta, muy pequeña, contenida en la semilla. Se encuentra en estado de letargo. El embrión está formado por 4 partes:
- **Radícula:** Es una primera raíz rudimentaria que tiene el embrión. A partir de esta raíz se desarrollarán raíces secundarias y pelillos para mejorar la absorción de nutrientes.
- **Plúmula:** Es una yema que se encuentra en el lado opuesto a la radícula.

- **Hipocotilo:** Es el espacio entre la radícula y la plúmula. Esta parte se convertirá en un tallo
- **Cotiledón:** Es la primera o dos primeras hojas del embrión de una planta fanerógama. Según el número de cotiledones que tiene la semilla se divide en monocotiledóneas, que tendrán una sola hoja, mientras que las dicotiledóneas desarrollan dos cotiledones.
- **Endospermo:** o también llamado albumen, es la reserva de alimento que tiene la semilla, normalmente almidón.
- **Epispermo:** es una capa exterior. En las gimnospermas está formado por una sola capa denominada testa, mientras que en las angiospermas está formado por dos capas, la testa y el tegumento que está por debajo (FAO, 1991)

3.4. Árbol plus

La metodología se basa en la evaluación fenotípica del árbol candidato y la comparación de su superioridad en relación con sus mejores vecinos en un radio inmediato de 10 a 15 m. La evaluación permite crear un registro del árbol plus y validar la superioridad fenotípica del árbol según los caracteres volumen comercial y calidad. (Vallejos, et al, 2010)

Con el fin de evitar los errores de selección tipo I: individuos seleccionados que no son superiores genéticamente y tipo II: individuos no seleccionados, pero que si son superiores genéticamente. Se revisa el método de selección por comparación con los mejores 4 vecinos en su mismo microambiente (Vallejos, et al, 2010)

3.5. Colecta de semillas forestales

Los bancos de semillas es una manera de conservación ex-situ más común para conservar la diversidad biológica vegetal. Donde permiten conservar por mucho tiempo, en un espacio reducido las muestras representativas de diversidad genética (Oliva, Pérez, 2014).

La semilla es la forma más práctica, eficaz y sustentable para recolectar, transportar, hacer un estudio y almacenar la variabilidad genética, cada una de las semillas es potencialmente un nuevo individuo, que se encuentra formando parte de la variabilidad genética presente en

una población. Es así como la recolección de semillas de alta calidad puede representar a la diversidad genética de una población vegetal, desde donde fueron recolectadas y administrar los materiales para su conservación ex situ (Oliva, Pérez, 2014).

3.5.1. Técnicas de colectas de semillas forestales

Para determinar el momento en que se va a efectuar la recolección de semillas y plantas sobre las que se va actuar; se describen varios métodos, tanto manuales como mecánicos, que se disponen para llevar a cabo efectivamente la recolección de semillas de una planta determinada (Gold, 2005)

Existe una gran variedad de métodos y equipos para recolectar semillas, los utilizados en la presente investigación son los siguientes:

- **Caída natural / Recolectar desde el suelo**

En el caso de algunos géneros cuando poseen el fruto o vaina de gran tamaño, es habitual recolectar del suelo agrícola, una vez que estos han caído de manera natural y se han abierto. Es un procedimiento muy económico y no exige una mano de obra tan sofisticada, el tamaño del fruto es muy importante, ya que cuanto mayor sea el tamaño, más fácil será observarlo y recogerlo a mano.

Los principales inconvenientes que presentan la recolección del fruto o vaina después de su caída natural son los riesgos de recoger semillas inmaduras, inviables o vacías, de deterioro de la semilla o de una germinación prematura cuando la recolección ha sido retrasada, o la falta de identificar las especies que se recoge la semilla.

- **Cosecha de los frutos o vainas enteras:** Este método básico y muy flexible en que la cosecha se hace a mano.

Este método se lo realiza para casos en que se pueda identificar la fase de dispersión natural, cambios de color o textura. Los frutos o vainas, están en una ubicación accesible, permitiendo el uso de las dos manos para depositar las semillas en un recipiente adecuado (Gold, 2005).

3.6. Conservación de semillas forestales

La conservación de semillas está catalogada como uno de los procedimientos de conservación *ex situ* más válidos y extendidos en la actualidad, ofreciendo un servicio de seguridad genética (Esquivel, Alfaro, 2007).

El almacenamiento de semillas tiene como fin la conservación de la diversidad genética, su importancia en el programa de mejoramiento es proveer de materia prima para así evitar los efectos nocivos que provoca la Autogamia, además de la protección contra riesgos de la destrucción tanto de patógenos como de plagas (Pineda, 2013).

El almacenamiento de semillas se refiere, a centrar la producción en lugares estratégicamente seleccionados, donde existan condiciones adecuadas para que no sufran algún daño, por la acción de plagas, hongos o enfermedades del ambiente, para evitar la reducción de su calidad y viabilidad. (Pineda, 2013)

3.6.1. Métodos de conservación de semillas forestales

Se pueden agrupar en dos grandes grupos: métodos de conservación *in situ* y *ex situ*. La conservación *in situ* consiste esencialmente en promover entre los agricultores la utilización de los cultivos tradicionales y el método *ex situ* en la conservación de muestras representativas genéticamente, de las especies o cultivares que se quieren preservar (Pita, Cardoso, 2012).

Entre los métodos de conservación *ex situ*, el almacenamiento de semillas, se ha mostrado como el más eficaz. Las semillas son en general, de pequeño o mediano tamaño, poseen constituciones genéticas diferentes y, de forma natural, son capaces de mantenerse viables durante largos períodos de tiempo. Además, si se mantienen con un bajo contenido en humedad, a bajas temperaturas.

En general los de semillas son el modo más conveniente para la conservación *ex situ*, ya que permiten almacenar una gran variabilidad genética, de una forma económica y práctica, al ser las semillas normalmente de pequeño tamaño (Pita, Cardoso, 2012).

3.6.2. Viabilidad de semillas forestales

La semilla es el material de partida para la producción y es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa a los fines de alcanzar el máximo rendimiento. (Espitia, Aramendiz, 2017)

La viabilidad de un lote de semillas, es una secuencia de eventos que dan como resultado la transformación de un embrión en estado quiescente a una plántula normal en condiciones ambientales favorables.

Si una semilla es viable y no presenta defectos, logrará cumplir su proceso de germinación, a través de condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura. Por ello se acepta que la capacidad germinativa de un lote de semillas es un reflejo directo de su viabilidad (Pérez, 2015).

3.6.3. Banco de germoplasma

Son centros orientados al almacenamiento de semillas para obtener una amplia variabilidad genética, donde gracias a ellos se asegura la conservación de la biodiversidad de especies vegetales, y garantiza la disponibilidad de semillas en cantidad y calidad requeridas (Segovia, 2010).

El Banco de Germoplasma es una colección de material vegetal vivo, en forma de semillas y esporas. Sus objetivos generales son:

- Localizar, recolectar y conservar plantas consideradas de interés prioritario para nuestra sociedad.
- Trabajar para el conocimiento científico orientado a la optimización de la conservación y uso de los recursos fitogenéticos (Salazar, 2012).

3.7. Nitrógeno Líquido

El nitrógeno líquido (N_2) es un gas licuado puro, ampliamente empleado en las tecnologías y biotecnologías reproductivas para la conservación de semen, ovocitos, embriones, sueros, enzimas, tejidos, células y productos químicos.

Su uso requiere, conocer bien sus propiedades y seguir las recomendaciones de seguridad para evitar los efectos negativos (Hernández, 2014).

3.8. Crio conservación

Es el proceso mediante el cual se enfrían y almacenan células, órganos o tejidos a temperaturas muy bajas, para preservar sus cualidades ante posibles reacciones biológicas y guardarlos para su uso en el futuro (Sandoval, 2015).

3.8.1. Crio conservación de semillas forestales

Este método de conservación de material vegetal presenta una serie de ventajas frente a otros sistemas de preservación de recursos filogenéticos: es un método rápido, sencillo, no altera la estabilidad genética del material y reduce sustancialmente el esfuerzo y los costes que representan el mantenimiento de colecciones de germoplasma semillero *in vitro*, al eliminar casi por completo la mano de obra y evitar los riesgos fitopatológicos y fisiológicos que habitualmente aparecen en el mantenimiento de los bancos de germoplasma de semillas (Gómez, Vargas, 2013).

Un estudio realizado por Esquivel, (2017) afirma que, La crio conservación presenta numerosas ventajas con respecto a otras técnicas que se utilizan rutinariamente para la conservación y almacenamiento de germoplasma. Algunas de estas ventajas son los bajos costos de labor durante el mantenimiento de las colecciones y la conservación de la estabilidad genética por tiempo indefinido.

El presente estudio muestra los resultados obtenidos en la crio conservación de frutos y semillas de distintas especies utilizando la técnica de desecación y congelamiento rápido en nitrógeno líquido. Los frutos recibieron un tratamiento previo a la congelación o el lijado del endocarpio duro. Una vez descongelados, los materiales fueron sembrados en el invernadero para evaluar la sobrevivencia (Garzón, 2012)

La crio conservación se muestra como uno de las alternativas más prometedoras para la conservación de semillas, sobre todo en los países en vías de desarrollo, por su simplicidad y eficiencia, así como por sus bajos costes (Esquivel, 2007).

3.8.2. Técnicas de crío conservación

Existen nuevas técnicas basadas en la eliminación parcial de agua en los tejidos y el congelamiento inmediato de los explantes que son:

- **Vitrificación:** Es un proceso que promueve la deshidratación celular y “solidificación” de líquidos en ausencia de cristalización (se evita la formación de cristales de hielo intracelulares que dañan los tejidos). Con la “solidificación” se induce un estado con una estructura molecular aleatoria pero que posee propiedades físicas y mecánicas similares a un sólido.
- **Encapsulación – deshidratación:** Se ha utilizado con ápices de tallo y tejidos embriogénicos. Los explantes se precultivan en una solución con concentración alta de sacarosa (0,5-0,75 M) y luego son encapsulados en alginato de calcio o en polioxietilén glicol (PEG); después se les aplica una deshidratación en la cámara de flujo laminar (cuatro a cinco horas), se congelan con NL y se mantienen a -80 °C por el período de almacenamiento. El descongelamiento se realiza en baño de María a 40 °C por uno a dos minutos y se cultivan en medio para la recuperación del crecimiento y regeneración.
- **Encapsulación – vitrificación:** Es similar al anterior en cuanto al uso de alginato de calcio para la encapsulación. Se diferencia del mismo por no utilizar el precultivo de los explantes en una solución con alta concentración de sacarosa, sino más bien por el uso de una solución crioprotectante (como se menciona en la primera técnica) a 0 °C por unas horas, en su lugar, y por haber sido usado específicamente para meristemas. Los meristemas son encapsulados en medios que contienen altas concentraciones de azúcares (glicerol 2 M y/o sacarosa 0,4 M). Se congelan inmediatamente con NL y se mantienen a -80 °C.
- **Precrecimiento:** Se ha utilizado específicamente para embriones cigóticos y somáticos. La técnica involucra el cultivo in vitro previo de los embriones en presencia de crioprotectores por varios días. Posteriormente, los embriones se congelan directamente en NL, para luego almacenarlos a -80 °C. El proceso de descongelamiento es similar a la técnica de encapsulación – deshidratación.
- **Precrecimiento – deshidratación:** Se utilizan segmentos de tallo previamente cultivados en un medio alto en sacarosa, ABA o PRO. Posteriormente estos se

desechan en flujo de aire y se congelan directamente en NL. El proceso de descongelamiento es similar a la técnica mencionada para la vitrificación.

- **Desecación:** Se ha utilizado sólo con semillas recalcitrantes y estructuras haploides como polen y óvulos. En ella se realiza primero la desecación de los tejidos o semillas en una cámara de flujo laminar o en un aparato con aire comprimido estéril o en sílica gel y, luego se congelan las estructuras con NL.
- **Enfriamiento de gotas:** Se ha realizado con ápices de tallos, los cuales son pretratados con una solución crioprotectante y luego colocados sobre papel aluminio, de manera que se formen gotas pequeñas de crioprotectante con el ápice en el centro. Los explantes se congelan directamente con NL (Jiménez, 2014).

3.9. Descripción de la especie

Polylepis incana

Arbusto de mediano tamaño, robusto, tortuoso y achaparrado, con el fuste algo virado, puede ser único o con varios tallos, tiene abundante ramificación que muchas veces nace de la base del tronco. La corteza es de color rojizo a marrón-amarillento brillante, delgada que se desprende en láminas de ahí se deriva poli=muchas, lepis=escama. (León, 2009)

Hojas: Son compuestas, imparipinnadas densamente congestionadas en la punta de las ramas, las hojas y racimos a menudo se encuentran cubiertas por pelos cortos, escasos, espesos, torcidos multicelulares, amarillos y con exudaciones resinosas, superficie superior lisa, sus nervaduras son bien marcadas, el tamaño de la hoja varía de acuerdo a la humedad del terreno donde crezca siendo más grandes donde hay más humedad.

Flores y frutos: Las flores del *Polylepis incana* son incompletas, sin corola ni nectario y se agrupan en racimos de 5 a 10 flores cada uno, son racimos simples de 2 a 8 cm. de longitud con 4 a 7 flores, miden de 5 a 6 mm de longitud, semillas de 2 a 3 mm de longitud. El fruto es seco drupáceo con 2 a 5 proyecciones planas de forma irregular con varias puntas.

Semillas: En muchos lugares de la Sierra no se encuentran semillas viables en los frutos, debido a la decogamia y polinización anemófila del género, por lo que ello ocurre principalmente en árboles aislados. En tales condiciones solo se consigue semilla viable en bosques de cierta extensión, que por lo demás son ya bastante escasos en la tierra. (León, 2009)

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó diferentes materiales, equipos y reactivos, los cuales fueron agrupados por cada una de las fases que tuvo la investigación, a continuación, se los detalla:

4.1.1. Materiales para campo

- GPS Garmin
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Sistema de Información Geográfica (SIG), Software Arc Gis
- Fundas de papel
- Guantes
- Papel etiqueta
- Bandejas plásticas
- Cámara fotográfica
- Cooler
- Semilla de *Polylepis incana*

4.1.2. Materiales para laboratorio

- Cajas petri
- Pinzas
- Guantes
- Tierra fértil
- Pipeta
- Botellas plásticas
- Fundas de papel

- Papel filtro absorbente
- Fundas ziploc
- Papel etiqueta
- Balanza electrónica
- Tanque de Nitrógeno de 20 litros
- Cámara germinadora
- Cámara fotográfica
- Calibrador
- Flexómetro
- Sílica gel
- Nitrógeno líquido
- Alcohol
- Agua destilada

4.2. Métodos

Para la presente investigación se detallan a continuación todas las técnicas y métodos que se realizaron en el proceso de crio conservación y germinación de semillas de *Polylepis incana*, en el Herbario y en los laboratorios de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.

4.2.1. Fase de Campo

En la fase de campo se identificó la zona de estudio mediante la toma de puntos de muestreo y posteriormente se realizó la colecta de semillas de *Polylepis incana*.

4.2.1.1. Localización geográfica del área de estudio

Mediante una investigación bibliográfica en un documento del Gobierno Autónomo Descentralizado de Pedro Moncayo se obtuvo información acerca de los lugares donde existe el árbol de *Polylepis incana*, el lugar que se escogió es la laguna de Mojanda, ya que es donde más se ve amenazada la especie. (GAD Pedro Moncayo, 2018)

Para la identificación de la zona de estudio se realizó un mapa base del Cantón Pedro Moncayo y la Laguna de Mojanda (ver figura 1) que es donde se realizó la fase de campo de la investigación.

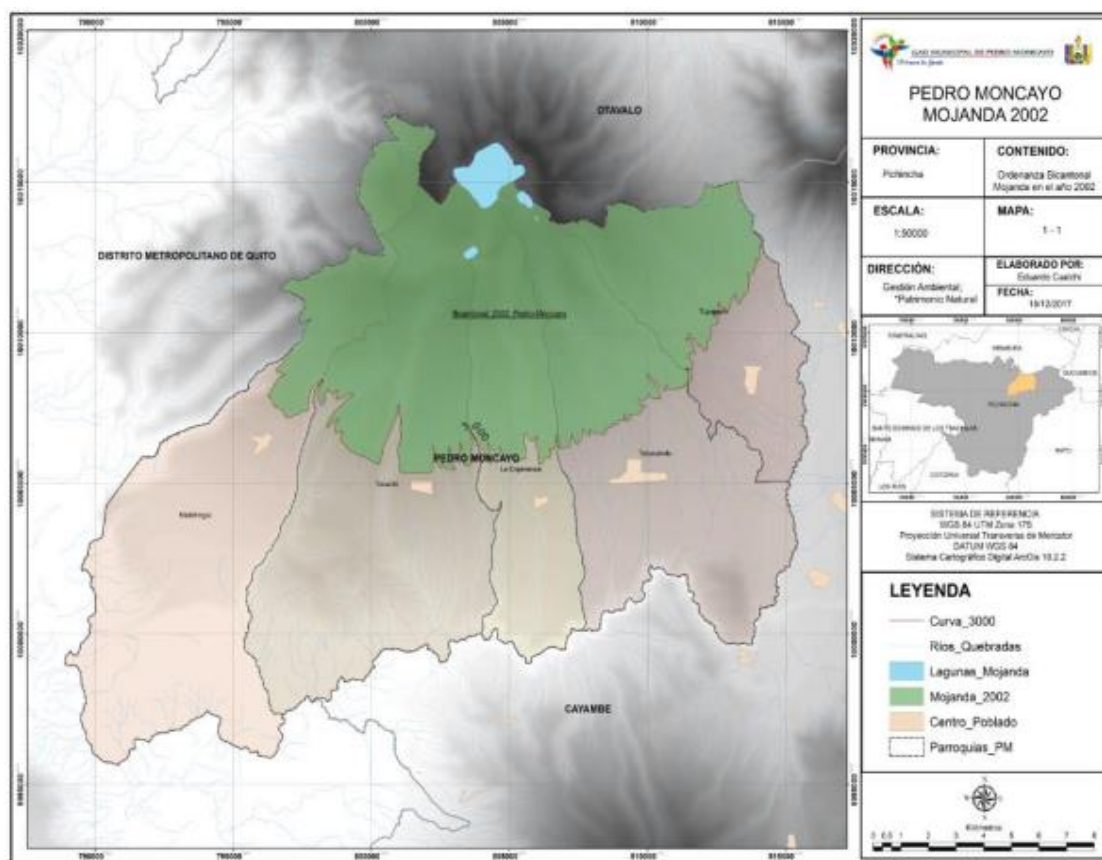


Figura 1. Mapa base del Cantón Pedro Moncayo

Fuente: GAD 2018

4.2.1.2. Establecimiento de los puntos de muestreo

Para realizar la colecta de las semillas del *Polylepis incana* se tuvieron 2 salidas de campo a la laguna de Mojanda donde por medio de la evaluación de parámetros fenotípicos resultó que 16 árboles tienen las condiciones adecuadas para realizar la colecta de semillas, de estos solo 2 fueron árboles plus y los otros 14 son árboles candidatos. Para la toma de las coordenadas lo que se tomó como referencia es a todos los árboles que se evaluaron para árboles plus. (FAO, 1991)

Se utilizó un GPS Garmin para la toma de puntos en la zona de estudio, donde se registraron las coordenadas correspondientes de los puntos en los cuales se encontró el material botánico.

4.2.1.3. Caracterización de la zona de estudio

Para la caracterización de la zona de estudio, se hizo la recopilación de información con la ayuda de datos obtenidos en la fase de campo, por medio de referencias bibliográficas, publicaciones, artículos y documentos, donde se describe los siguientes aspectos: el área general y específica que abarca la investigación. (GAD Pedro Moncayo, 2018)

Para la georreferenciación de la zona de estudio, se tomó en cuenta un punto de muestreo, donde a partir de estos se realizaron diferentes mapas mediante una herramienta de SIG (Sistema de Información geográfica), en el que consta; un mapa base de la laguna de Mojanda o zona de estudio, un mapa general de la laguna de Mojanda en el sector de Tabacundo y un mapa de los puntos de muestreo, donde se colectó las semillas de *Polylepis incana*. (Gold, 2005)

4.2.1.4. Selección del árbol plus

En la tabla 1 para la selección de los dos árboles plus lo que se realizó fue una evaluación de parámetros fenotípicos de árboles y de acuerdo al puntaje calculado en la valoración fenotípica se establece en qué condiciones se encuentran los árboles y si son aptos para realizar la colecta de semillas.

De acuerdo al Ministerio de Ambiente se realizan transectos únicos (1) en zonas de estudio que cuentan con especies vulnerables. Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse (MAE, 2000)

Tabla 1.

Valoración de árbol plus

Clasificación	Descripción	Clase
Excelente (27-31 puntos)	Árboles excelentes: Dominantes o codominantes, rectos, sin bifurcaciones de ramas más delgadas y horizontales que el promedio, sano y vigoroso. Observación: Se conserva como árbol semillero.	1
Buena (19-26 puntos)	Árboles buenos: Dominantes o codominantes, rectos, sin bifurcaciones con sinuosidades leves en el fuste o malas características de ramificación. Observación: Se puede conservar como semillero cuando no hay suficientes de la clase anterior.	2
Regular (<19 puntos)	Árboles inaceptables: Árboles suprimidos o enfermos con defectos importantes en el fuste o en la copa. Observaciones: se elimina del rodal o lote.	3

Fuente: (FAO, 1991)

4.2.1.5. Colecta de las semillas de *Polylepis incana*.

- **Caída natural:** En el caso de varios géneros que poseen frutos de gran tamaño es habitual recolectar del suelo del bosque los frutos una vez que éstos han caído de manera natural y se han abierto. Es un procedimiento económico y no exige una mano de obra tan calificada. (FAO, 1991)
- **Sacudimiento manual:** Cuando los frutos se separan con facilidad, pero la caída natural de los frutos no está suficientemente concentrada en el tiempo, puede inducirse la caída de los frutos por medios artificiales. Una posibilidad consiste en sacudir directamente con la mano los troncos de árboles pequeños y las ramas bajas. Las ramas superiores pueden sacudirse con ayuda de una vara larga terminada en un gancho, o con una cuerda. (FAO, 1991)
- **Sacudimiento mecánico:** Los primeros aparatos para sacudir mecánicamente los árboles se crearon para los huertos de frutos y nueces, pero desde 1965 aproximadamente se viene utilizando también esta técnica en algunos árboles forestales, sobre todo en los pinos meridionales de los Estados Unidos. Estas máquinas son costosas, necesitan un terreno llano para que puedan funcionar con eficacia y es esencial contar con operadores experimentados para evitar dañar en exceso los árboles. (FAO, 1991)

4.2.1.6. Transporte de la semilla

Las semillas colectadas fueron guardadas dentro de un cooler plástico, posteriormente se hizo el traslado de estas al herbario de la PUCE-SI siguiendo los protocolos de manejo del Herbario, para continuar con la investigación. (Jiménez, 2014)

4.2.1.7. Caracterización de las semillas

Inicialmente se procedió a realizar la caracterización general de la semilla de *Polylepis incana*, mediante una revisión bibliográfica; donde se pudo identificar, información general, abundancia, usos y la descripción morfológica. (Segovia, 2010)

Siguiendo los protocolos de manejo del Herbario de la PUCESI se realizó la determinación del número total de semillas y peso total. Para la determinación del peso de las semillas se utilizó una balanza analítica, de la cual se obtuvo los resultados en gramos (unidad de masa) de cada una de las muestras.

4.2.2. Fase de Laboratorio

En la fase se dan a conocer los diferentes métodos de germinación y los protocolos de crio conservación en semillas de *Polylepis incana* para mantener su viabilidad.

4.2.2.1. Viabilidad de las semillas

Para evaluar la viabilidad de las semillas, se procedió a realizar tres pruebas de germinación antes, durante y después de la investigación, de esta manera saber cuál es el mejor método germinativo y así comprobar que la crio conservación de semillas a largo plazo es eficaz.

Se realizaron tres métodos de germinación para saber cuál de ellos es el más efectivo al momento de germinar las semillas de *Polylepis incana*:

a) Método de cajas Petri

Este método se utilizó para medir la germinación de las semillas, donde se tomó 1 gramo de la semilla (100 semillas), seguido se procedió a colocar las muestras en

cajas petri, que fueron cubiertas con papel filtro absorbente en su interior y a la vez se las humedeció con agua destilada. Estas muestras fueron sometidas en la cámara germinadora a una temperatura de 27°C, una humedad relativa del 60% y con una luminosidad del 50%, por un periodo de 21 días.

Transcurridos los 21 días, se realizó un conteo manual para determinar las semillas germinadas, no germinadas y contaminadas, por cada una de las muestras. (Araya; Martínez, 2013)

b) Método en papel toalla

El método de papel toalla se considera uno de los más apropiados y de fácil aplicación para medir la germinación de las semillas. Los pasos a seguir fueron los siguientes:

Se tomó 1 gramo de las semillas (100 semillas), posteriormente se cortó dos pliegos de 30 cm de papel toalla y tres tiras de piola de 20 cm. Se puso un pliego de papel toalla sobre una superficie plana, el cual fue humedecido con agua destilada, después se colocó las semillas desde el borde del papel toalla con espacios de 1,5 cm, formando una hilera horizontal, a la vez se puso encima el otro pliego de papel toalla y se volvió a humedecer con agua destilada, se empezó a arrollar el papel toalla dando un giro. Luego de arrollar todo el papel se lo amarró en la parte superior, central e inferior del rollo. La muestra obtenida se colocó en un recipiente plástico de un litro con 250 ml de agua destilada.

Una vez obtenidas todas las muestras se las sometió a la cámara germinadora, a una temperatura de 27°C, con una humedad relativa del 60% y una luminosidad del 50%, por un periodo de 21 días.

Transcurridos los 21 días, se realizó un conteo manual para determinar las semillas germinadas, no germinadas y contaminadas, por cada una de las muestras (Araya; Martínez, 2013)

c) Método en cajas con arena

El último método para medir la germinación de las semillas es con arena en bandejas plásticas, a continuación, se detalla el proceso:

Para desarrollo del método se adquirió 3 bandejas, la dimensión de cada bandeja fue; el largo de 40 cm, el ancho de 25 cm y una profundidad de 12 cm. Se colocó una mezcla de arena con tierra fértil y hojarasca en cada una de las bandejas. Se tomó 1 gramo de las semillas (100 semillas), las cuales fueron sembradas en las bandejas por un periodo de 21 días al ambiente. Para obtener mejores resultados se regó pasando 2 días y se removió la tierra a los 7 días.

Transcurridos los 21 días, se realizó un conteo manual para determinar las semillas germinadas y no germinadas, por cada una de las muestras. (Araya; Martínez, 2013)

Análisis del mejor método de germinación

Terminado los 21 días de germinación en los tres métodos el más eficaz o el método que proporcionó mejores resultados es el método de cajas Petri ya que en este método fue el único que tuvo mayor número de semillas germinadas y en los otros métodos no se obtuvieron resultados favorables.

4.2.2.2. Crio conservación

El método de crio conservación consistió en someter las semillas de *Polylepis incana*, desde su temperatura ambiente normal, hasta temperaturas muy bajas (generalmente en nitrógeno líquido a -196°C .), con el fin de que el material botánico sea almacenado a largo plazo y pueda mantener su viabilidad. Además como comparador estas mismas semillas se almacenaron en frío (en un congelador entre -10 y -20°C). Estas dos técnicas se realizaron conjuntamente por 6 meses. (Roca; Kartha, 1991)

A continuación, se detallan las técnicas utilizadas en el proceso de crio conservación.

4.2.2.3. Técnicas de almacenamiento en frío de semillas

Para esta técnica comparativa se tomaron 24 muestras de semillas, cada muestra pesaba 1 gramo y contenía 100 semillas estas al igual fueron colocadas en fundas ziploc conjuntamente con 1 gramo de sílica gel, con el fin de absorber la humedad de las semillas, luego se las sello y se puso su respectiva etiqueta. Se colocaron 24 muestras ya que cada una de estas corresponde al Árbol plus 1: solo semillas (6), semillas con flores (6). Árbol plus 2: solo semillas (6), semillas con flores (6).

- **Congelamiento**

Para el congelamiento de las semillas de *Polylepis incana*, se utilizó un congelador con tres compartimentos, en cada compartimento se almacenó 24 muestras, a una temperatura de -10 a -20°C y por un periodo de 6 meses. Se colocaron 24 muestras ya que cada una de estas corresponde al Árbol plus 1: solo semillas (6), semillas con flores (6). Árbol plus 2: solo semillas (6), semillas con flores (6).

(Esquivel, 2007)

- **Descongelamiento y viabilidad**

Culminado el segundo mes se sacó las muestras de semillas de un compartimento del congelador, estas fueron sometidas a temperatura ambiente por un periodo de diez minutos para su descongelación.

Una vez descongeladas las muestras se sometieron a una prueba de viabilidad a través del mejor método germinativo, que es el de cajas Petri, de esta manera se hizo germinar las semillas.

Este proceso se realizó a los dos compartimentos sobrantes del congelador, al cumplir el cuarto y el sexto mes. Posteriormente se comparó los resultados obtenidos con la técnica de desecación y congelamiento rápido de semillas. (Hernández, 2014)

4.2.3. Análisis de resultados

En la presente investigación se utilizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon Rank Sum a través del programa Statistix 10, que nos ayudó para determinar si hay una diferencia significativa entre los dos tratamientos.

4.2.4. Socialización

La socialización de los resultados se realizó por medio de una conferencia en Google meet debido a la emergencia nacional, mediante una charla se dio a conocer los resultados de la investigación que fueron plasmados en diapositivas.

Una vez culminada la socialización, se procedió a realizar el registro de asistencia y una encuesta a cada uno de los participantes, con el fin de evaluar la organización y ejecución del evento por parte del expositor y la medición del impacto de la investigación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Fase de Campo

La fase de campo se desarrolló en la laguna de Mojanda donde se realizó la colecta de las semillas de los dos árboles plus de *Polylepis incana*, a la vez se realizó la descripción general y detallada de la zona de estudio.

5.1.1. Información general de la Laguna de Mojanda

Las lagunas de Mojanda se encuentran ubicadas entre las provincias de Imbabura y Pichincha en la cima de un sistema montañoso que forma el nudo Mojanda-Cajas. Está compuesta por 3 lagunas Huarmicocha o Lago mujer, Caricocha o Lago hombre, es la mayor y Fuya-Fuya o laguna negra. Las tres están enlazadas por senderos de páramo y defendidas por dos montañas, rodeadas por extensos pajonales y remanentes de bosque nativo que mantienen una biodiversidad representativa de los páramos del septentrión andino (Gómez, Vargas, 2013).

Para una mejor identificación del área de estudio, se realizó un mapa base del Cantón Pedro Moncayo delimitando las lagunas de Mojanda ver (Figura 2), que es donde se desarrolló la investigación con su fase de campo.

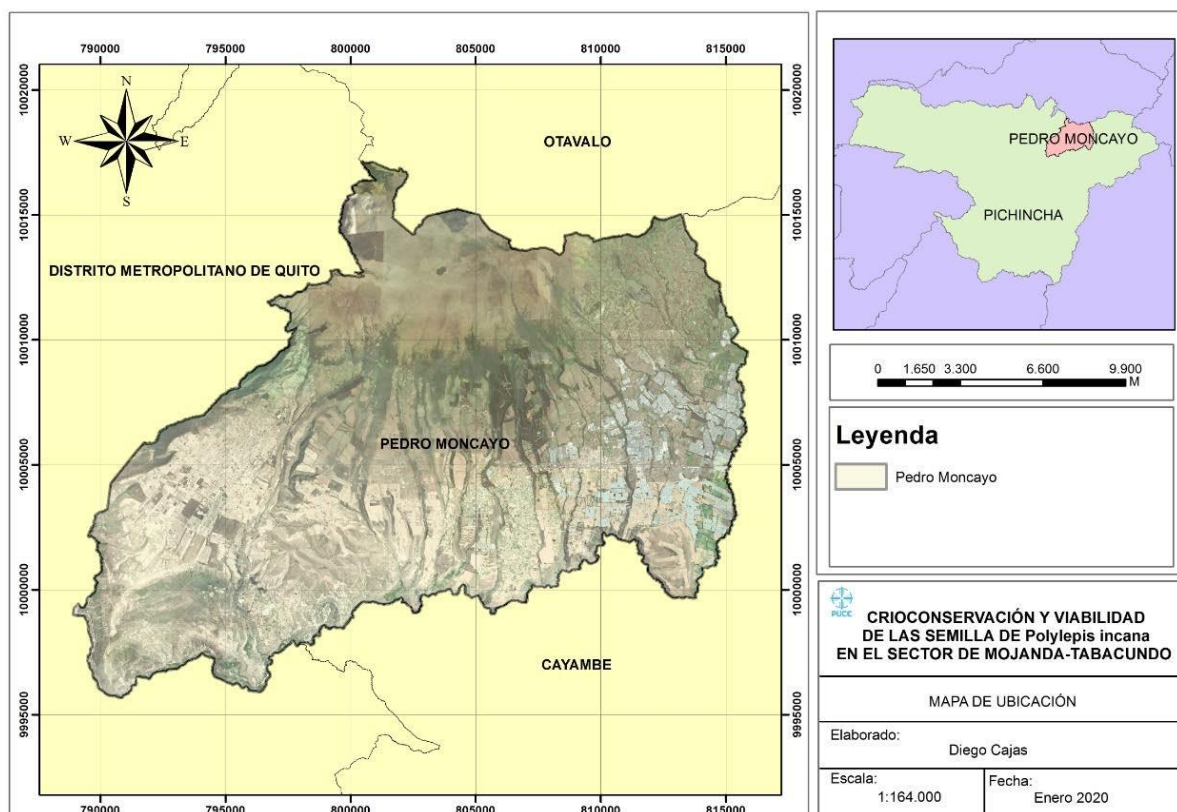


Figura 2. Mapa base del Cantón Pedro Moncayo.
Fuente: (GAD Pedro Moncayo, 2018)

A través del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pedro Moncayo (PDOT), se obtuvo un diagnóstico general de la zona de estudio, el cual se detalla a continuación:

5.1.1.1. Límites políticos administrativos

Los límites políticos del Cantón Pedro Moncayo que abarca el área de estudio son:

Norte: Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura. Sur: Distrito Metropolitano de Quito y Cantón Cayambe. Este: Cantón Cayambe Oeste: Distrito Metropolitano de Quito.

5.1.1.2. Altitud y clima

El área del Cantón Pedro Moncayo va desde los 1.730 hasta 4.300 m.s.n.m. (Cartas IGM, 1996), con una temperatura promedio anual de 13,7°C, con valores máximos de 25,6 °C y mínimos de 3 °C.

Posee varias zonas de vida correspondientes a; Bosque Muy Húmedo Sub Alpino, Bosque Muy Húmedo Montano, Bosque Húmedo Montano, Bosque Seco Montano Bajo, Estepa Montano y Estepa Espinosa Montano Bajo cuyo equivalente son Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes, Bosque siempreverde del Páramo, Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes, Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes, Bosque y Arbustal semidecídico del norte de los Valles, Herbazal del Páramo según la clasificación actual que mantiene el Ministerio del Ambiente (GAD Pedro Moncayo, 2018)

5.1.1.3. División Política

El Cantón está organizado en parroquias urbanas y rurales. Parroquia urbana es Tabacundo siendo esta la cabecera cantonal. Parroquias rurales son: La Esperanza, Tocachi, Malchingui, Tupigachi. (GAD Pedro Moncayo, 2018)

5.1.1.4. Actividad económica

La población económicamente activa constituye 14.592 personas, de las cuales son ocupadas 14.085 personas, teniendo un desempleo alrededor de 3% que representa 407 desempleados. Como podemos ver la ocupación en el sector primario está constituido en un 99,80% por el sector agrícola, y un 0,20%, es decir 16 personas, está ocupada en minas y canteras.

Por otro lado, en el sector secundario se emplea al 13,05% de la población ocupada del cual se dedican especialmente a construcción e industrias manufactureras que sumadas concentran el 97% de la población ocupada en el sector: la construcción y la manufactura teniendo el 57,21% y 40,25% la industria manufacturera sobre las personas ocupadas por mencionado sector.

Por su parte, el sector terciario absorbe el 25,79% de la población ocupada del cual la principal actividad es el comercio al por mayor y menor ya que ocupa el 29% de la población de trabajadores de este sector, mismo que al tener más actividades que los demás sectores tiene una concentración de fuerza laboral mayor en términos relativos. Finalmente, otras actividades que más ocupan son el transporte y almacenamiento, y la administración pública (Gómez, Vargas, 2013).

5.1.2. Punto de muestreo de la colecta de semillas

En la laguna de Mojanda en el sector de Tabacundo se hizo la colecta de las semillas de los árboles plus seleccionados. Se colectó 50 gramos de semillas de cada árbol plus. Estas fueron colocadas en fundas de papel, se colocó una etiqueta con su respectivo nombre y lugar de colecta para su posterior identificación. (Esquivel, Alfaro, 2007)

En la figura 3, representa un mapa de las lagunas de Mojanda con los puntos de los 2 árboles plus y el punto de muestreo donde se realizó la colecta de las semillas.

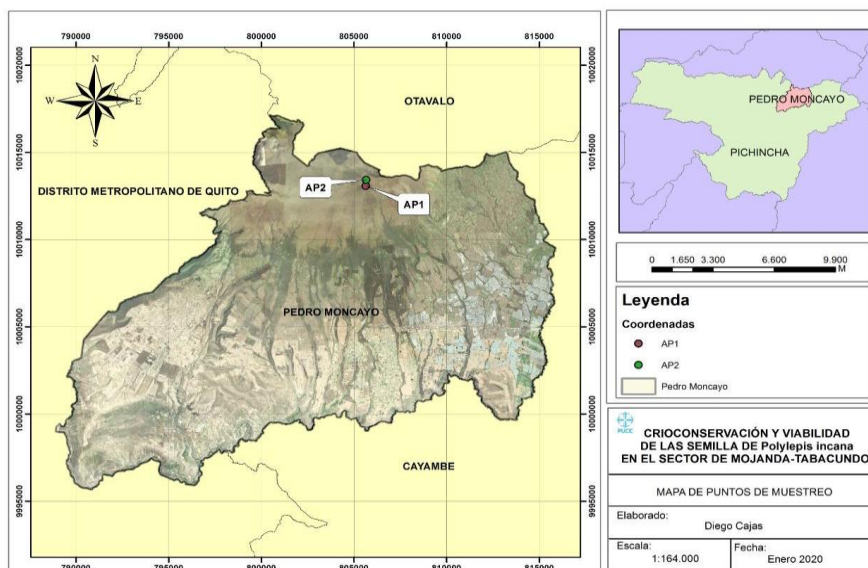


Figura 3. Puntos de muestreo.
Fuente: (GAD Pedro Moncayo, 2018)

5.1.3. Selección de árbol plus

A continuación, por medio de la tabla 2 se evaluaron parámetros fenotípicos para la identificación del árbol plus, de acuerdo a la calificación cualitativa de los árboles se puede saber si son considerados o no.

Tabla 2.

Parámetros evaluación árbol plus.

Parámetro a evaluar	Características	Valor Ponderado	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
Altura Bifurcación	No bifurcado	6																
	Bifurcado en el 1/3 superior	4																
	Bifurcado en el 1/3 medio	3		X	X					X	X	X	X			X		X
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1	X			X	X	X	X					X	X			X
	Recto	6																

Continuación tabla 2

	Torcedura leve	4			X									
Forma del fuste	Torcedura aguda	3	X	X				X	X	X		X	X	X
	Muy torcido	1				X	X	X			X	X	X	X
	Copa vigorosa	7			X					X				
Diámetro de la copa	Copa promedio	3	X	X		X	X	X	X		X	X		X
	Copa pequeña	1									X		X	X
	Circular	6												
Forma de la copa	Circular irregular	5			X						X			
	Medio circulo	4												
	Menos de medio circulo	3	X	X		X	X	X	X		X	X		X

Continuación tabla 2

	Pocas ramas	2									X		X		X	
	Principalmente rebrotes	1														
Ángulo de inserción de las ramas	De 45° a 90°	1	X		X	X	X			X	X	X	X		X	
	De 0° a 45°	0		X				X	X		X			X	X	X
	Delgadas	2														
Grosor de las ramas	Medianas	1			X	X				X	X					
	Gruesas	0	X	X			X	X	X		X	X	X	X	X	X
Gambas o aletones	Ausencia	1			X	X	X			X		X	X		X	X
	Presencia	0	X	X				X	X		X	X		X		X
Nudos – Muñones	Ausencia	1	X		X	X	X			X	X	X		X		
	Presencia	0		X				X	X		X		X	X	X	X

Continuación tabla 2

Grano en espiral	Ausencia	1																
	Presencia	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sanidad	Árbol sano	1			X		X			X	X	X	X	X	X	X		
	Árbol enfermo	0	X	X		X		X	X								X	X
TOTAL	32		12	12	25	12	12	8	10	24	14	13	13	11	12	10	8	10

Elaborado por: El Autor.

5.2. Fase de Laboratorio

La fase de laboratorio se realizó en el herbario y en el laboratorio de semillas de la PUCE-SI. Donde se realizó tres pruebas de germinación, que sirvieron para escoger el método más eficaz de viabilidad de las semillas (cajas petri). Posteriormente se desarrolló el protocolo de crio conservación utilizando la técnica de desecación y congelación rápida de semillas en nitrógeno líquido, como comparador se utilizó la técnica tradicional de almacenamiento en frío de semillas. Estas dos técnicas fueron empleadas para las semillas de *Polylepis incana*, por un periodo de 6 meses. La crio conservación fue comprobada mediante el mejor método de viabilidad.

5.2.1. Viabilidad de las semillas de *Polylepis incana*

Para la evaluación de la viabilidad, se realizaron tres pruebas de germinación las cuales fueron; método en cajas Petri, método en papel toalla y el método en cajas con arena, a las semillas de *Polylepis incana*, de esta manera se determinó el método más eficaz.

A continuación, se detallan los resultados de los tres métodos de germinación:

a) Método en cajas Petri

Este método se lo realizó en un periodo de 21 días, donde fueron sometidas las 24 muestras de 100 semillas cada una a una cámara germinadora en condiciones ambientales controladas (temperatura de 27°C, humedad relativa del 60% y luminosidad del 50%), para medir la germinación de las semillas. Mediante un conteo manual se logró determinar las semillas germinadas, no germinadas y contaminadas. En la tabla 3 se detallan los resultados obtenidos del método en cajas Petri.

Tabla 3.

Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri

Especie	Árbol Plus	# Semillas	Peso	Fecha inicio	Fecha a los 21 días	Germinadas	No germinadas	Contaminadas	
<i>Polylepis incana</i>	AP1 ¹	SS ²	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	7	41	52
<i>Polylepis incana</i>		SF	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	6	52	42
<i>Polylepis incana</i>	AP2 ³	SS	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	6	50	44
<i>Polylepis incana</i>		SF ⁴	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	6	48	46

Elaborado por: El autor.

En la tabla 3 el método de cajas Petri se tomaron en cuenta los siguientes datos: especie, árbol plus, peso de semillas. Además, se realizó un conteo de semillas germinadas, no germinadas y contaminadas de cada uno de los árboles plus para así poder determinar el porcentaje de germinación.

¹ AP1: Árbol plus 1

² SS: Solo semillas

³ AP2: Árbol plus 2

⁴ SF: Semillas con flor

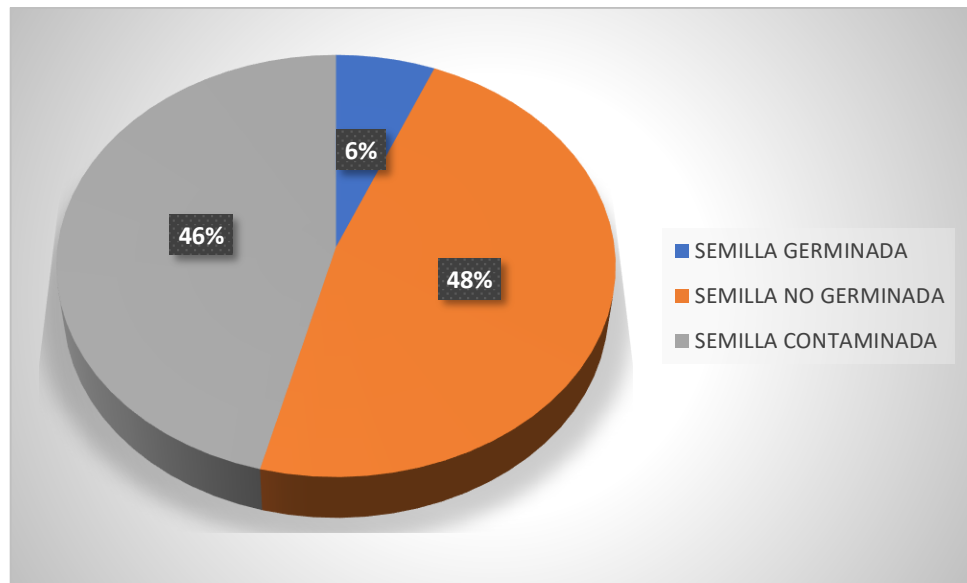


Figura 4: Gráfica de porcentaje de germinación del método cajas Petri
Elaborado por: El autor.

En la Figura 4 se puede observar el porcentaje de germinación de la semilla de *Polylepis incana*, por medio del método de cajas petri indica que el 6% de las semillas germinaron, el 48% de las semillas no germinaron y el 46% de las semillas estuvieron contaminadas.

b) Método en papel toalla

Este fue otro método que sirvió para medir la germinación de las 100 semillas, donde fueron sometidas a una cámara germinadora en condiciones ambientales controladas temperatura de 27°C, humedad relativa del 60% y luminosidad del 50% en un periodo de 21 días. Finalmente se realizó un conteo manual donde se determinó las semillas germinadas, no germinadas y contaminadas.

Tabla 4.

Resultados de viabilidad por el método de papel toalla

Especie	Árbol Plus		# Semillas	Peso	Fecha inicio	Fecha a los 21 días	Germinadas	No germinadas	Contaminadas
<i>Polylepis incana</i>	AP1 ⁵	SS	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	1	50	49
<i>Polylepis incana</i>		SF	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	0	50	50
<i>Polylepis incana</i>	AP2 ⁶	SS ⁷	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	0	50	50
<i>Polylepis incana</i>		SF ⁸	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	2	50	48

Elaborado por: El Autor.

En la tabla 4 el método de papel toalla se tomaron en cuenta los siguientes datos: especie, árbol plus, peso de semillas. Además, se realizó un conteo de semillas germinadas, no germinadas y contaminadas de cada uno de los árboles plus para así poder determinar el porcentaje de germinación.

⁵ AP1: Árbol plus 1

⁶ AP2: Árbol plus 2

⁷ SS: Solo semillas

⁸ SF: Semillas con flor

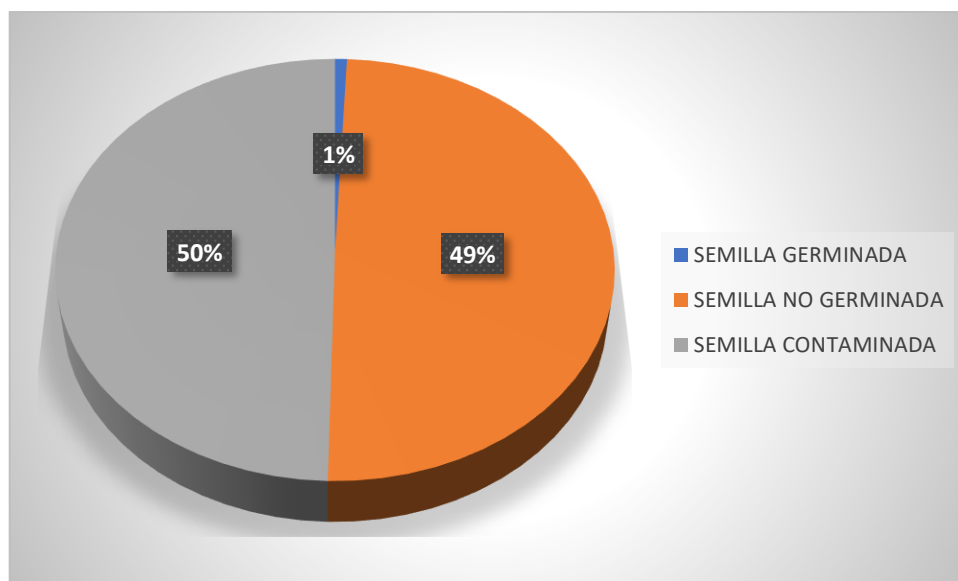


Figura 5 : Gráfica de porcentaje de germinación del método de papel toalla
Elaborado por: El Autor.

En la Figura 5 se puede observar el porcentaje de germinación de la semilla de *Polylepis incana*, por medio del método de papel toalla indica que el 1% de las semillas germinaron, el 49% de las semillas no germinaron y el 50% de las semillas estuvieron contaminadas.

c) Método de cajas con arena

Este método se lo realizó en un periodo de 21 días, donde fueron colocadas las 100 semillas en bandejas semilleras para medir la germinación de las semillas. Mediante un conteo manual se logró determinar las semillas germinadas, no germinadas y contaminadas. se detallan los resultados obtenidos del método en cajas con arena. (Pineda, 2013)

Tabla 5.

Resultados de viabilidad por el método de cajas con arena

Especie	Árbol Plus	# Semillas	Peso	Fecha inicio	Fecha a los 21 días	Germinadas	No germinadas	Contaminadas	
<i>Polylepis incana</i>	AP1 ⁹	SS	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	0	60	40
<i>Polylepis incana</i>		SF	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	2	53	45
<i>Polylepis incana</i>	AP2 ¹⁰	SS ¹¹	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	2	50	48
<i>Polylepis incana</i>		SF ¹²	100	1gr	30/07/2019	20/08/2019	1	40	59

Elaborado por: El Autor.

En la tabla 5 el método de cajas con arena se tomó en cuenta los siguientes datos: especie, árbol plus, peso de semillas. Además, se realizó un conteo de semillas germinadas, no germinadas y contaminadas de cada uno de los árboles plus para así poder determinar el porcentaje de germinación.

⁹ AP1: Árbol plus 1

¹⁰ AP2: Árbol plus 2

¹¹ SS: Solo semillas

¹² SF: semillas con flor

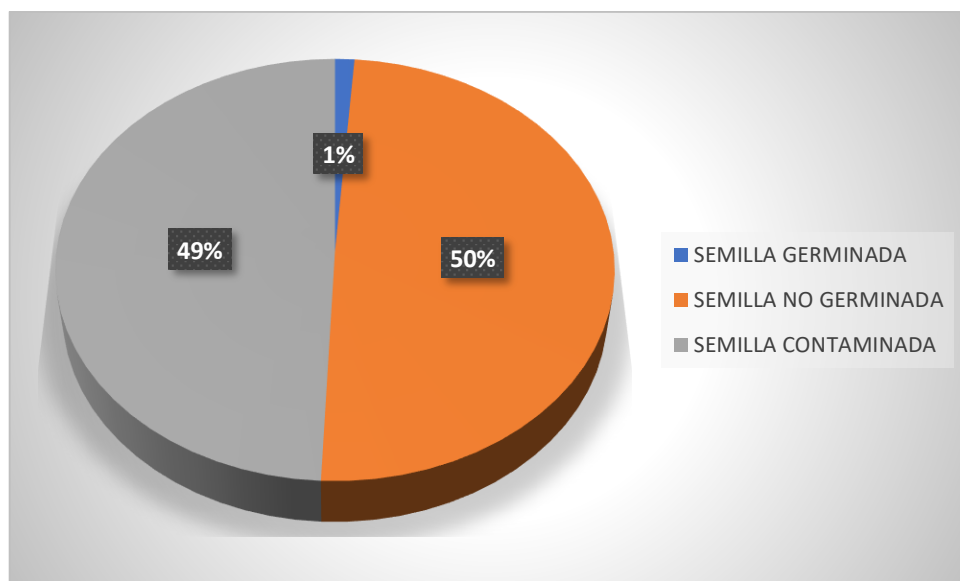


Figura 6: Gráfica de porcentaje de germinación del método de cajas con arena
Elaborado por: El Autor.

En la Figura 6 se puede observar el porcentaje de germinación de la semilla de *Polylepis incana*, por medio del método de cajas con arena indica que el 1% de las semillas germinaron, el 50% de las semillas no germinaron y el 49% de las semillas estuvieron contaminadas.

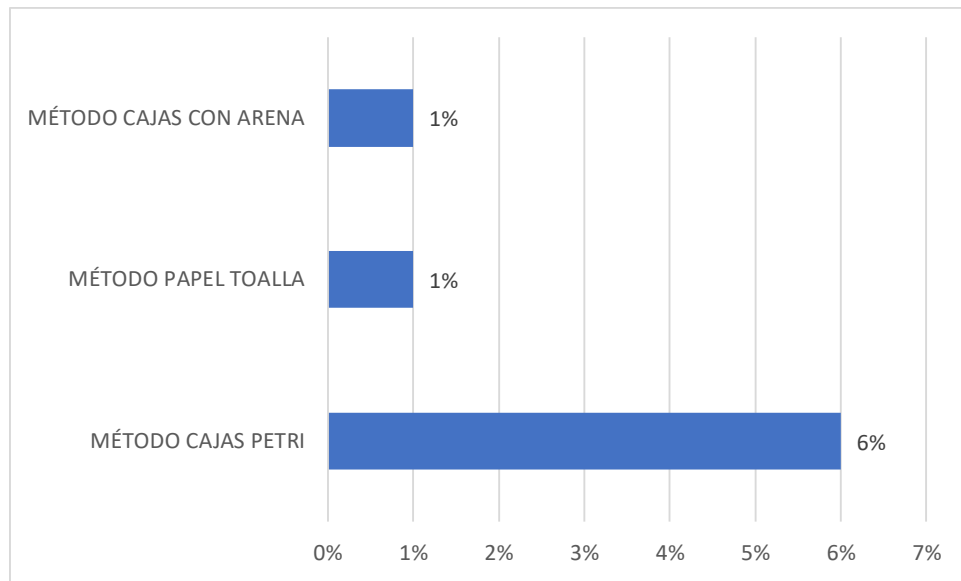


Figura 7. Grafica de comparación de porcentajes de germinación de los 3 métodos de viabilidad
Elaborado por: El Autor.

Figura 7 se puede observar los porcentajes de germinación de cada uno de los métodos, el que mejor resultados tuvo fue el método de cajas Petri con un 6% de germinación, el método de papel toalla y el método de cajas con arena tuvieron 1% de semillas germinadas.

5.2.2. Crio conservación de las semillas de *Polylepis incana*

Para la comparación del método de crio conservación se utilizó la técnica de desecación y congelación rápida de semillas, que consistió en someter las de semillas *Polylepis incana*, a temperaturas muy bajas (-196 °C. Nitrógeno líquido), con el fin de almacenar y mantener la viabilidad a largo plazo del material botánico. Además, como comparador, se utilizó la técnica tradicional de almacenamiento en frío (Congelador) que consistió en someter las semillas de *Polylepis incana* a una temperatura de -10 y -20 °C.

Las dos técnicas se desarrollaron conjuntamente en un periodo de 6 meses, donde cada dos meses se realizaron pruebas de germinación de las semillas, a través del método de cajas Petri. Los parámetros que se tomó en cuenta para medir la viabilidad de las semillas fueron los siguientes; el número de semillas germinadas, no germinadas, altura promedio de la planta y la longitud promedio de la raíz.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de las dos técnicas empleadas:

Tabla 6.

Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri del segundo mes

VIABILIDAD EN CAJAS PETRI: SEGUNDO MES										
		NITROGENO LIQUIDO					CONGELADOR			
NOMBRE CIENTÍFICO	ÁRBOL PLUS		N° DE SEMILLAS GERMINADAS	N° DE SEMILLAS NO GERMINADAS	ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAIZ	N° DE SEMILLAS GERMINADAS	N° DE SEMILLAS NO GERMINADAS	ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAIZ
<i>Polylepis incana</i>	AP1 ¹³	SS	13	64	1,44	2,17	3	75	1,16	1,93
<i>Polylepis incana</i>		SF	9	77	1,47	2,13	3	75	1,6	1,93
<i>Polylepis incana</i>	AP2 ¹⁴	SS ¹⁵	10	65	1,51	2,19	2	71	1,6	1,75
<i>Polylepis incana</i>		SF ¹⁶	8	72	3,93	2,28	2	75	1,5	1,8
SUMA			40	278	8,35	8,77	10	296	5,86	7,41
PROMEDIO			10	69,5	2,0875	2,1925	2,5	74	1,465	1,8525

Elaborado por: El Autor.

En la tabla 6 indica los resultados obtenidos de la viabilidad de las semillas al segundo mes, a través del método de cajas petri, para las muestras de las dos técnicas; desecación y congelación rápida de semillas (NL) y almacenamiento en frío de semillas (congelador), los parámetros para evaluar la viabilidad fueron los siguientes; el número de semillas germinadas, no germinadas, altura promedio de la planta y longitud promedio de la raíz, esto se realizó para cada árbol plus.

¹³ AP1: Árbol plus 1

¹⁴ AP2: Árbol plus 2

¹⁵ SS: Solo semillas

¹⁶ SF: Semillas con flor

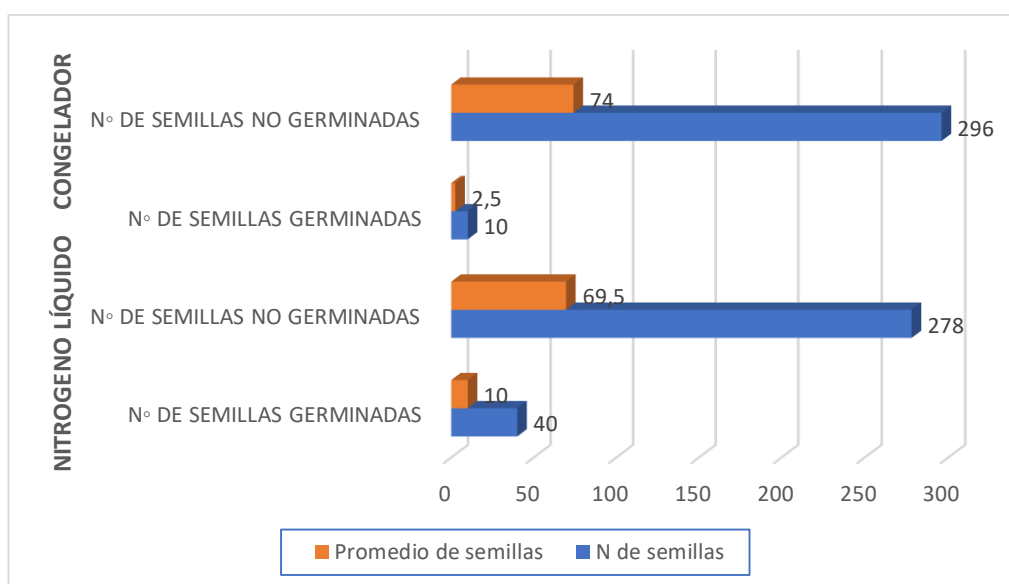


Figura 8. Germinación de semillas al segundo mes
Elaborado por: El Autor.

En la figura 8 se detallan los datos de germinación que se obtuvieron en el segundo mes, por medio de la técnica de nitrógeno líquido se obtuvo un porcentaje del 10% de semillas germinadas y un porcentaje de 69,5% de semillas no germinadas. Mediante la técnica de almacenamiento en frío (congelador), se tuvo un porcentaje de 2,5% de semillas germinadas y un porcentaje de 74% de semillas no germinadas.

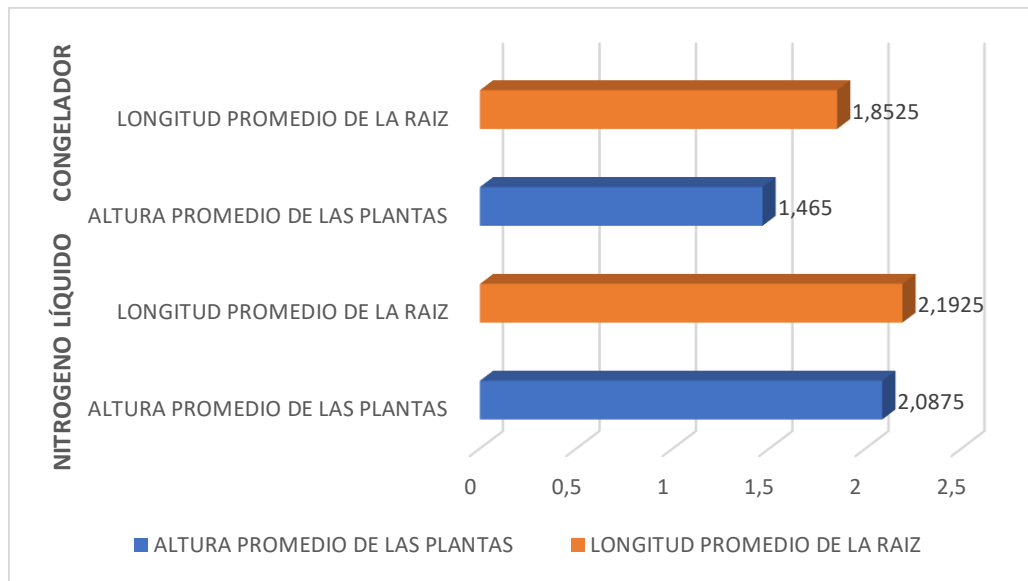


Figura 9. Germinación de semillas al segundo mes
Elaborado por: El Autor

Para medir la viabilidad de las semillas al segundo mes se midieron dos parámetros (altura de la planta – longitud de raíz), a través de la técnica de nitrógeno líquido se obtuvo una altura promedio de la planta de 2,08cm y en la longitud promedio de la raíz se obtuvo 2,19cm. Por otro lado, por a técnica de almacenamiento en frío (congelador), se obtuvo una altura promedio de la planta de 1,46 cm y una longitud promedio de la raíz de 1,85 cm.

Tabla 7.

Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri del cuarto mes

VIABILIDAD EN CAJAS PETRI: CUARTO MES

NOMBRE CIENTÍFICO	NITROGENO LIQUIDO					CONGELADOR				
	ÁRBOL PLUS		N° DE SEMILLAS GERMINADAS	N° DE SEMILLAS NO GERMINADAS	ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAIZ	N° DE SEMILLAS GERMINADAS	N° DE SEMILLAS NO GERMINADAS	ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAIZ
<i>Polylepis incana</i>	AP1	SS	15	68	1,84	3,76	2	87	1,3	1,5
<i>Polylepis incana</i>		SF	12	61	1,85	2,58	1	74	1,1	1,3
<i>Polylepis incana</i>	AP2	SS	12	76	2,01	3,23	1	82	1,2	1,5
<i>Polylepis incana</i>		SF	10	69	1,92	2,4	1	73	1,2	1,4
SUMA			49	274	7,62	11,97	5	316	4,8	5,7
PROMEDIO			12,25	68,5	1,905	2,9925	1,25	79	1,2	1,425

Elaborado por: El Autor.

En la tabla 7 indica los resultados obtenidos de la viabilidad de las semillas al cuarto mes, a través del método de cajas petri, para las muestras de las dos técnicas; desecación y congelación rápida de semillas (NL) y almacenamiento en frío de semillas (congelador), los parámetros para evaluar la viabilidad fueron los siguientes; el número de semillas germinadas, no germinadas, altura promedio de la planta y longitud promedio de la raíz, esto se realizó para cada árbol plus.

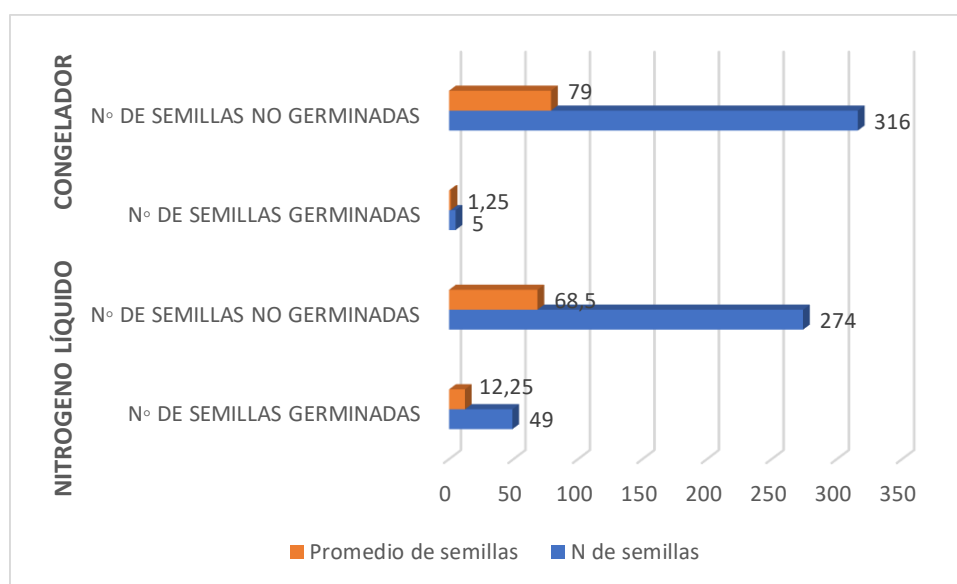


Figura 10. Germinación de semillas al cuarto mes
Elaborado por: El Autor.

En la figura 10 se detallan los datos de germinación que se obtuvieron en el cuarto mes, por medio de la técnica de nitrógeno líquido se obtuvo un porcentaje de 12,25% de semillas germinadas y un porcentaje de 68,5% de semillas no germinadas. Mediante la técnica de almacenamiento en frío (congelador), se tuvo un porcentaje de 1,25% de semillas germinadas y un porcentaje de 79% de semillas no germinadas.

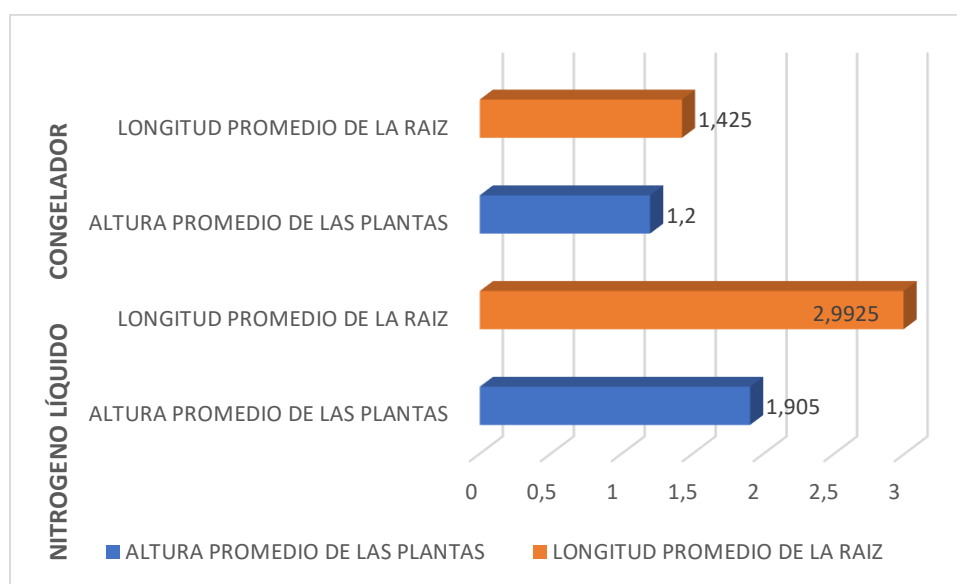


Figura 11. Germinación de semillas al cuarto mes
Elaborado por: El autor

Para medir la viabilidad de las semillas al cuarto mes se midieron dos parámetros (altura de la planta – longitud de raíz), a través de la técnica de nitrógeno líquido se obtuvo una altura promedio de la planta de 1,90 cm y en la longitud promedio de la raíz se obtuvo 2,99cm. Por otro lado, por la técnica de almacenamiento en frío (congelador), se obtuvo una altura promedio de la planta de 1,2cm y una longitud promedio de la raíz de 1,42cm.

Tabla 8.

Resultados de viabilidad por el método de cajas Petri del sexto mes

VIABILIDAD EN CAJAS PETRI: SEXTO MES										
NITROGENO LIQUIDO										
CONGELADOR										
NOMBRE CIENTÍFICO	ÁRBOL PLUS		N° DE SEMILLAS GERMINADAS	N° DE SEMILLAS NO GERMINADAS	ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAIZ	N° DE SEMILLAS GERMINADAS	N° DE SEMILLAS NO GERMINADAS	ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS	LONGITUD PROMEDIO DE LA RAIZ
<i>Polylepis incana</i>	AP1	SS	21	64	2,12	2,9	0	69	0	0
<i>Polylepis incana</i>		SF	16	72	1,52	2,3	1	73	1,7	2,1
<i>Polylepis incana</i>	AP2	SS	16	70	2,2	3,46	2	65	1,8	2,2
<i>Polylepis incana</i>		SF	14	69	1,71	2,39	1	72	1,7	2
SUMA			67	275	7,55	11,05	4	279	5,2	6,3
PROMEDIO			16,75	68,75	1,8875	2,7625	1	69,75	1,3	1,575

Elaborado por: El autor

En la tabla 8 indica los resultados obtenidos de la viabilidad de las semillas al sexto mes, a través del método de cajas petri, para las muestras de las dos técnicas; desecación y congelación rápida de semillas (NL) y almacenamiento en frío de semillas (congelador), los parámetros para evaluar la viabilidad fueron los siguientes; el número de semillas germinadas, no germinadas, altura promedio de la planta y longitud promedio de la raíz, esto se realizó para cada árbol plus.

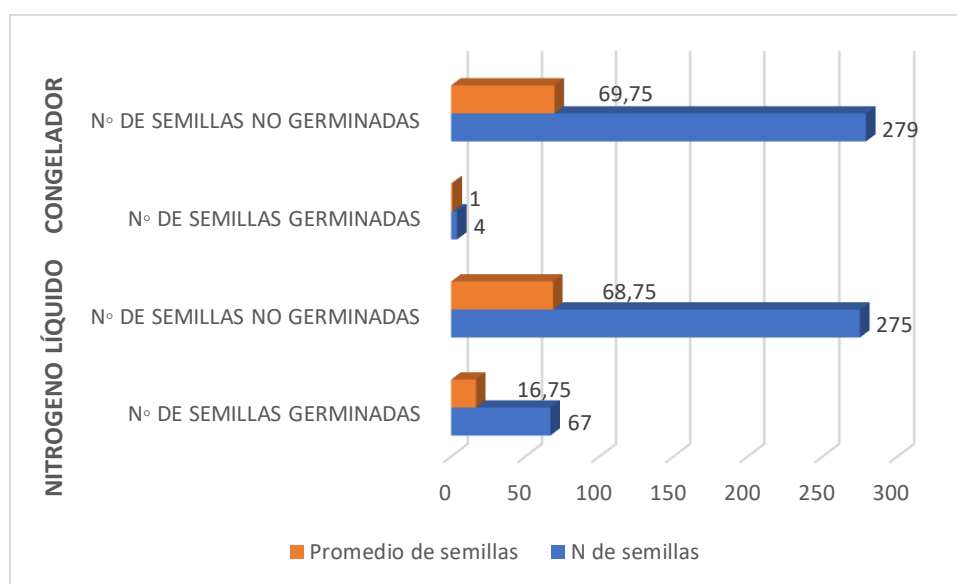


Figura 12. Germinación de semillas al sexto mes
Elaborado por: El autor

En la figura 12 se detallan los datos de germinación que se obtuvieron en el sexto mes, por medio de la técnica de nitrógeno líquido se obtuvo un porcentaje de 16,75% de semillas germinadas y un porcentaje de 68,75% de semillas no germinadas. Mediante la técnica de almacenamiento en frío (congelador), se tuvo un porcentaje de 1% de semillas germinadas y un porcentaje de 69,75% de semillas no germinadas.

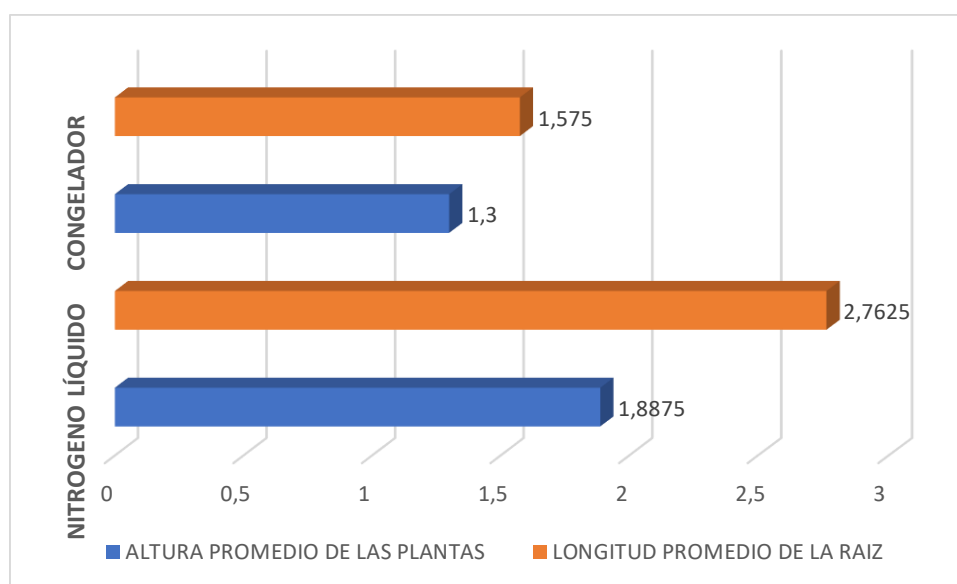


Figura 13. Germinación de semillas al sexto mes
Elaborado por: El autor

Para medir la viabilidad de las semillas al sexto mes se midieron dos parámetros (altura de la planta – longitud de raíz), a través de la técnica de nitrógeno líquido se obtuvo una altura promedio de la planta de 1,88 cm y en la longitud promedio de la raíz se obtuvo 2,76 cm. Por otro lado, por la técnica de almacenamiento en frío (congelador), se obtuvo una altura promedio de la planta de 1,3cm y una longitud promedio de la raíz de 1,57cm.

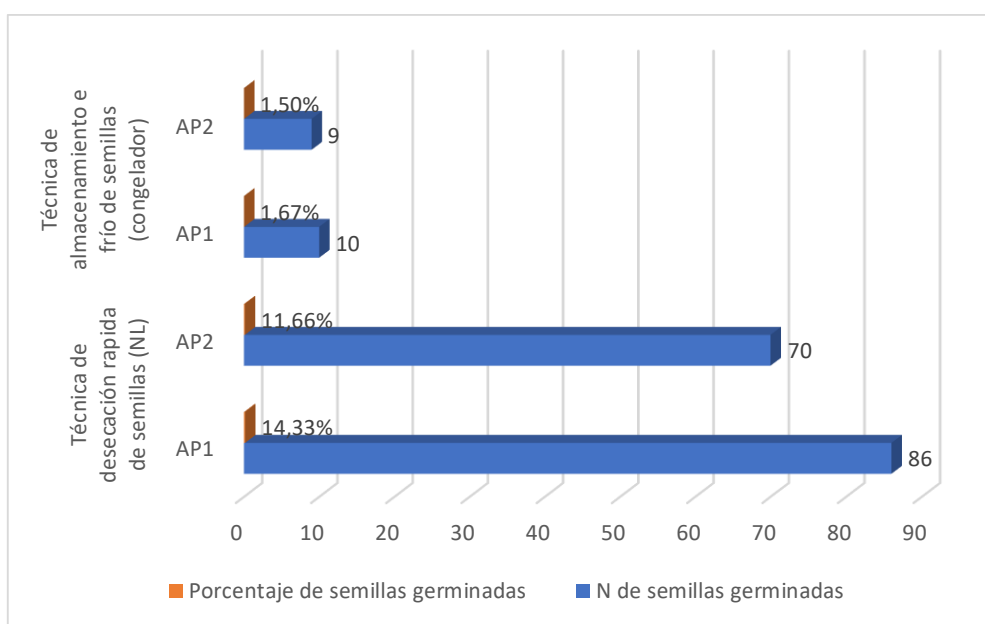


Figura 14. Gráfica comparativa de las técnicas de conservación de semillas de Polyepis incana
Elaborado por: El autor

En la Figura 14 se detalla el porcentaje de viabilidad que se obtuvo al terminar los 6 meses, la técnica de desecación rápida de semillas (NL) en su árbol plus 1 obtuvo un porcentaje de 14,33% que equivale a 86/600 semillas germinadas, el árbol plus 2 obtuvo un porcentaje de 11,66% que equivale a 70/600 semillas germinadas. De esta manera podemos comprobar que las semillas después de ser sometidas a la técnica de desecación rápida mantienen su viabilidad.

En la técnica de almacenamiento en frío (congelador) se obtuvo un promedio final negativo ya que en el árbol plus 1 se tuvo un porcentaje de 1,67% que equivale a 10/600 semillas germinadas, en el árbol plus 2 se obtuvo un porcentaje de 1,50% que equivale a 9/600 semillas germinadas, por lo que la técnica de almacenamiento en frío pierde la viabilidad de las semillas en función del tiempo.

5.3. Análisis de los métodos de conservación de semillas de *Polylepis incana*.

En la investigación que se realizó se compararon dos técnicas de conservación de semillas; la técnica de desecación y congelamiento rápido de semillas, que estuvieron en un tanque de nitrógeno líquido a -196°C y la técnica de almacenamiento en frío de semillas, sometidas a una temperatura de -10°C . Para este estudio se utilizaron 4 variables que fueron semillas germinadas, semillas no germinadas, altura de planta y longitud de la raíz, mediante estos datos se realizó una Prueba no paramétrica Wilconxon Rank Sum a través del programa Statistix 10, este programa nos ayudó a comprobar que si existe una diferencia significativa y demostró que la técnica con mejores resultados es la del nitrógeno líquido.

5.3.1. Número de semillas germinadas árbol plus 1

Tabla 9.

Datos del promedio de semillas germinadas a los seis meses

TRATAMIENTO 1	SEMILLA GERMINADA
Nitrógeno líquido (segundo mes)	11
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	13,5
Nitrógeno líquido (sexto mes)	18,5
Congelador (segundo mes)	3
Congelador (cuarto mes)	1,5
Congelador (sexto mes)	0,5

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 10, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 14,3 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,6. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene más semillas germinadas.

Tabla 10.

Prueba de Wilconxon para el número de semillas germinada

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	43	14,3	a
Congelador (T2)	5	1,6	b

Elaborado por: El autor

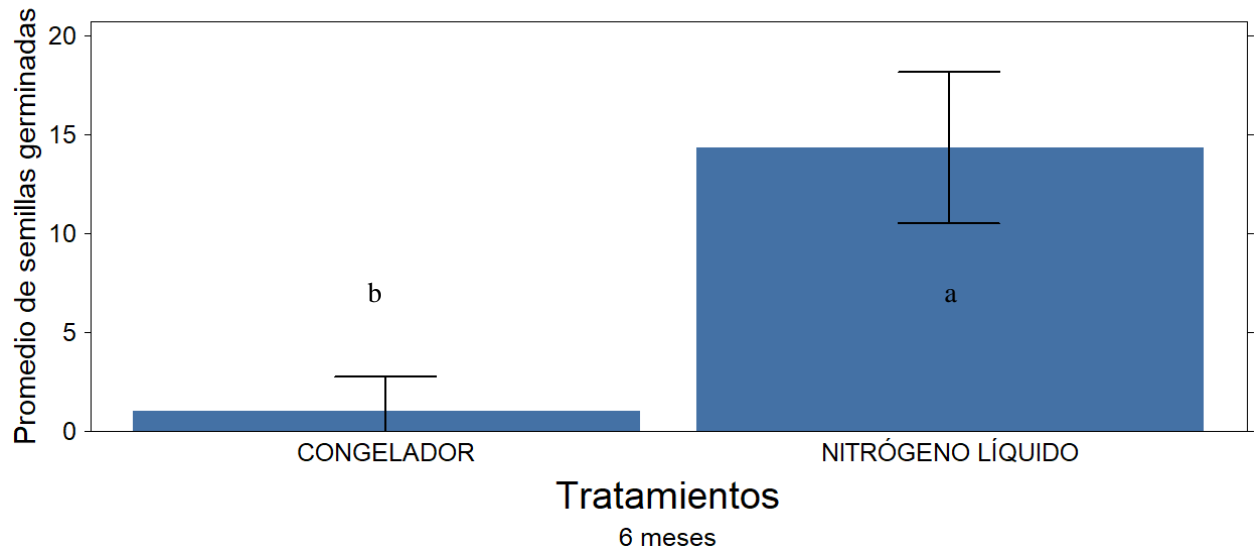


Figura 15. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon

Elaborado por: El autor

5.3.2. Numero de semillas no germinadas árbol plus 1

Tabla 11.

Datos del promedio de semillas no germinadas a los seis meses

TRATAMIENTO 1	SEMILLA NO GERMINADA
Nitrógeno líquido (segundo mes)	70,5
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	64,5
Nitrógeno líquido (sexto mes)	68
Congelador (segundo mes)	75
Congelador (cuarto mes)	80,5
Congelador (sexto mes)	71

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 12, en el grupo b (Congelador) tiene un mayor rango de promedio con 75,5 en comparación con el grupo a (Nitrógeno líquido) que tiene un rango promedio de 67,6. El método del Congelador después de los seis meses tuvo mayor número de semillas no germinadas.

Tabla 12.

Prueba de Wilconxon para el número de semillas no germinada

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	203	67,6	a
Congelador (T2)	226,5	75,5	b

Elaborado por: El autor

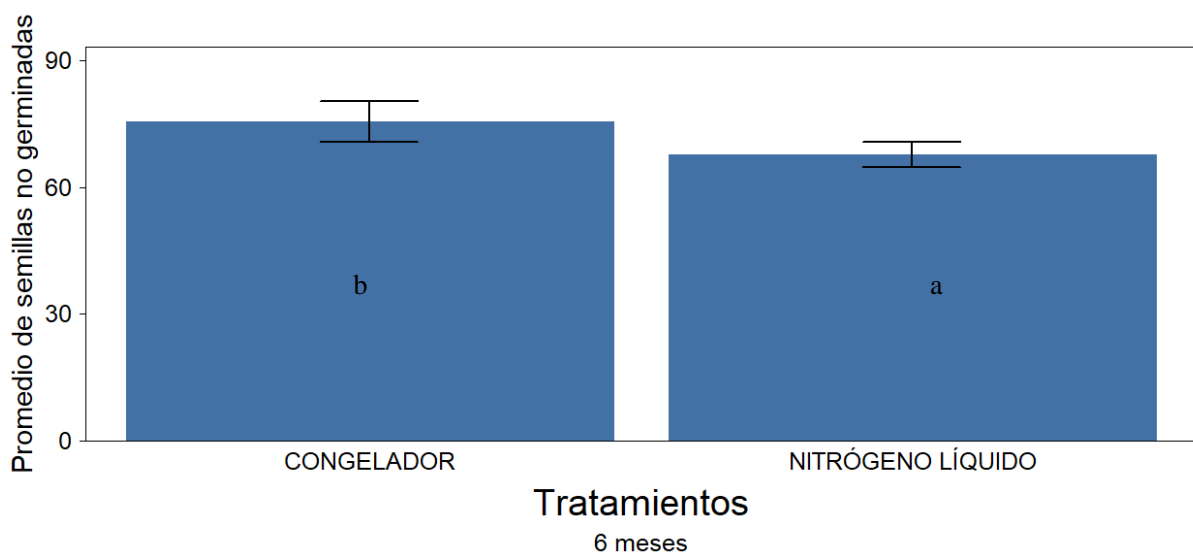


Figura 16. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon
Elaborado por: El autor

5.3.3. Altura de plantas árbol plus 1 solo semilla

Tabla 13.

Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses

TRATAMIENTO 1	ALTURA DE PLANTAS (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	1,4
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	1,8
Nitrógeno líquido (sexto mes)	2,1
Congelador (segundo mes)	1,1
Congelador (cuarto mes)	1,3
Congelador (sexto mes)	0

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 14, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 1,7 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 0,8. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor numero en promedio de altura de plantas.

Tabla 14.

Prueba de Wilconxon para la altura de plantas

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	5,3	1,7	a
Congelador (T2)	2,4	0,8	b

Elaborado por: El autor

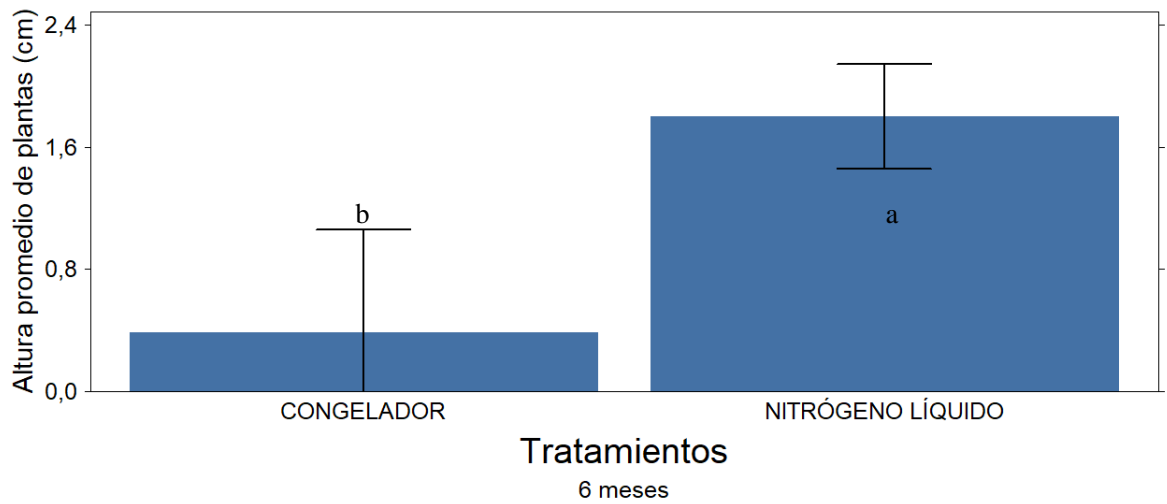


Figura 17. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon

Elaborado por: El autor

5.3.4. Altura de plantas árbol plus 1 semilla con flor

Tabla 15.

Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses

TRATAMIENTO 1	ALTURA DE PLANTAS (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	1,47
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	1,85
Nitrógeno líquido (sexto mes)	1,52
Congelador (segundo mes)	1,6
Congelador (cuarto mes)	1,1
Congelador (sexto mes)	1,7

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 16, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 1,6 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,4. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor número en promedio de altura de plantas.

Tabla 16.

Prueba de Wilconxon para la altura de plantas

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	4,8	1,6	a
Congelador (T2)	4,4	1,4	b

Elaborado por: El autor

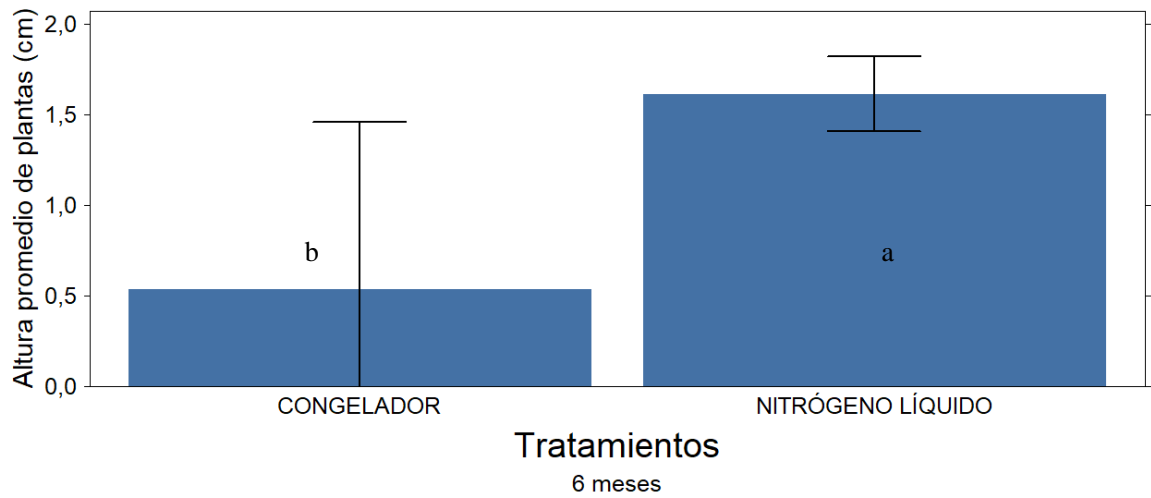


Figura 18. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon
Elaborado por: El autor

5.3.5. Longitud de raíz árbol plus 1 solo semilla.

Tabla 17.

Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses

TRATAMIENTO 1	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	2,17
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	3,76
Nitrógeno líquido (sexto mes)	2,9
Congelador (segundo mes)	1,93
Congelador (cuarto mes)	1,5
Congelador (sexto mes)	0

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 18, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 2,9 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,14. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor número en promedio de longitud de raíz.

Tabla 18.

Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz.

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	8,8	2,9	a
Congelador (T2)	3,4	1,14	b

Elaborado por: El autor

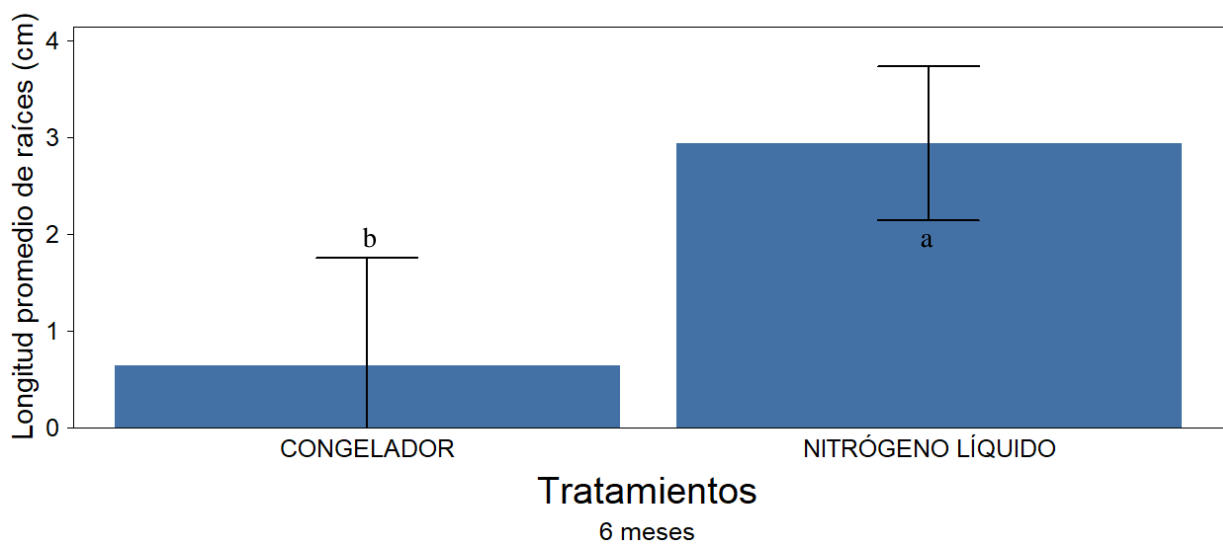


Figura 19. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon

Elaborado por: El autor

5.3.6. Longitud de raíz árbol plus 1 semilla flor

Tabla 19.

Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses

TRATAMIENTO 1	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	2,13
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	2,58
Nitrógeno líquido (sexto mes)	2,3
Congelador (segundo mes)	1,93
Congelador (cuarto mes)	1.3
Congelador (sexto mes)	2,1

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 20, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 2,3 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 0,6. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor número en promedio de longitud de raíz.

Tabla 20.

Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	7	2,3	a
Congelador (T2)	5,3	1,7	b

Elaborado por: El autor

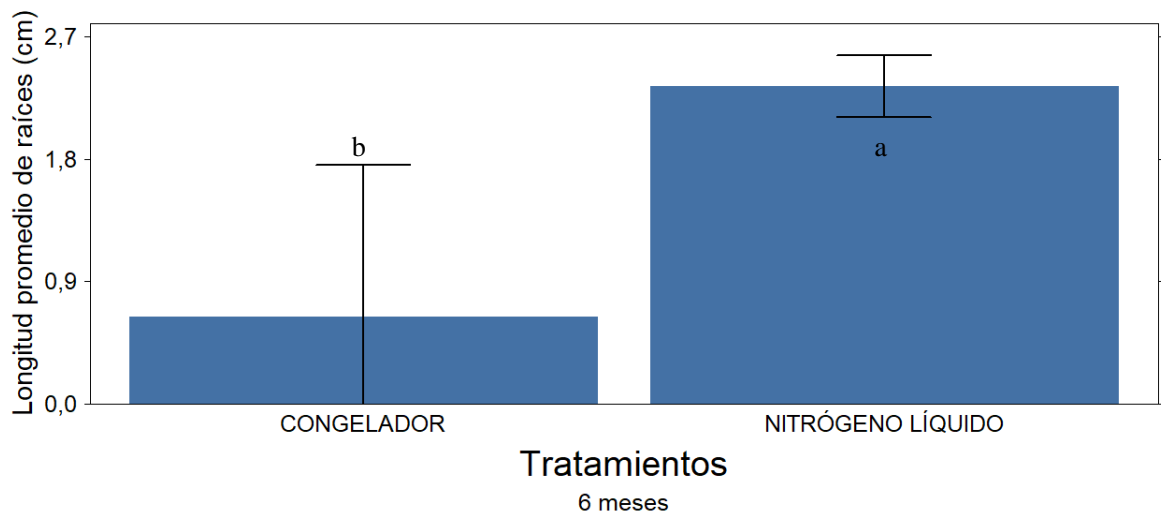


Figura 20. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon
Elaborado por: El autor

5.3.7. Número de semillas germinadas árbol plus 2

Tabla 21.

Datos del promedio de semillas germinadas a los seis meses

TRATAMIENTO 2	SEMILLAS GERMINADAS
Nitrógeno líquido (segundo mes)	9
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	11
Nitrógeno líquido (sexto mes)	15
Congelador (segundo mes)	2
Congelador (cuarto mes)	1
Congelador (sexto mes)	1,5

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 22, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 11,6 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,5. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor promedio de semillas germinadas.

Tabla 22.

Prueba de Wilconxon para el número de semillas germinadas

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	35	11,6	a
Congelador (T2)	4,5	1,5	b

Elaborado por: El autor

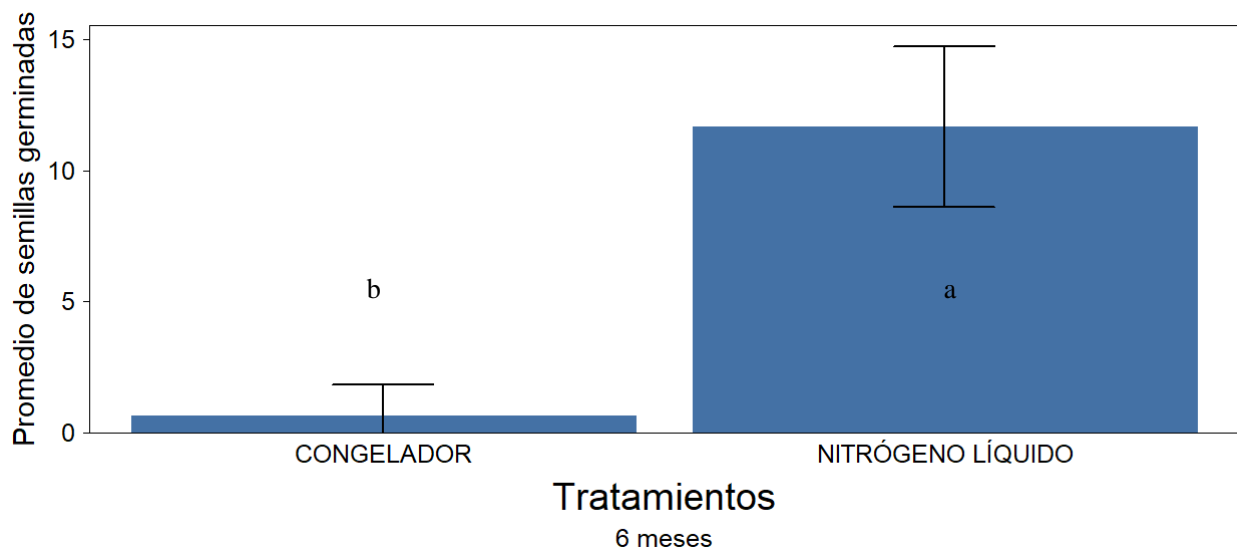


Figura 21. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon

Elaborado por: El autor

5.3.8. Número de semillas no germinadas árbol plus 2

Tabla 23.

Datos del promedio de semillas no germinadas a los seis meses

TRATAMIENTO 2	SEMILLAS NO GERMINADAS
Nitrógeno líquido (segundo mes)	68,5
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	72,5
Nitrógeno líquido (sexto mes)	69,5
Congelador (segundo mes)	73
Congelador (cuarto mes)	77,5
Congelador (sexto mes)	68,5

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 24, en el grupo b (Congelador) tiene un mayor rango de promedio con 73 en comparación con el grupo a (Nitrógeno líquido) que tiene un rango promedio de 70,1. El método del Congelador después de los seis meses tuvo mayor número de semillas no germinadas.

Tabla 24.

Prueba de Wilconxon para el número de semillas no germinadas

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	210,5	70,1	a
Congelador (T2)	219	73	b

Elaborado por: El autor

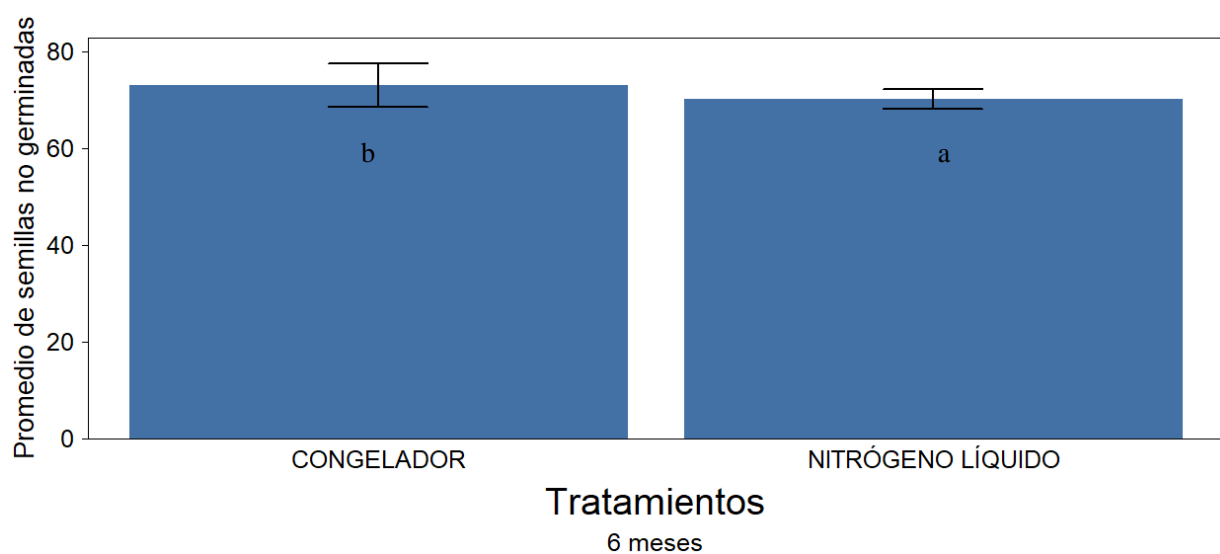


Figura 22. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon
Elaborado por: El autor

5.3.9. Altura de plantas árbol plus 2 solo semilla

Tabla 25.

Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses

TRATAMIENTO 2	ALTURA DE PLANTAS (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	1,51
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	2,01
Nitrógeno líquido (sexto mes)	2,2
Congelador (segundo mes)	1,6
Congelador (cuarto mes)	1,2
Congelador (sexto mes)	1,8

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 26, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 1,9 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,5. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor número en promedio de altura de plantas.

Tabla 26.

Prueba de Wilconxon para la altura de plantas

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	5,7	1,9	a
Congelador (T2)	4,6	1,5	b

Elaborado por: El autor

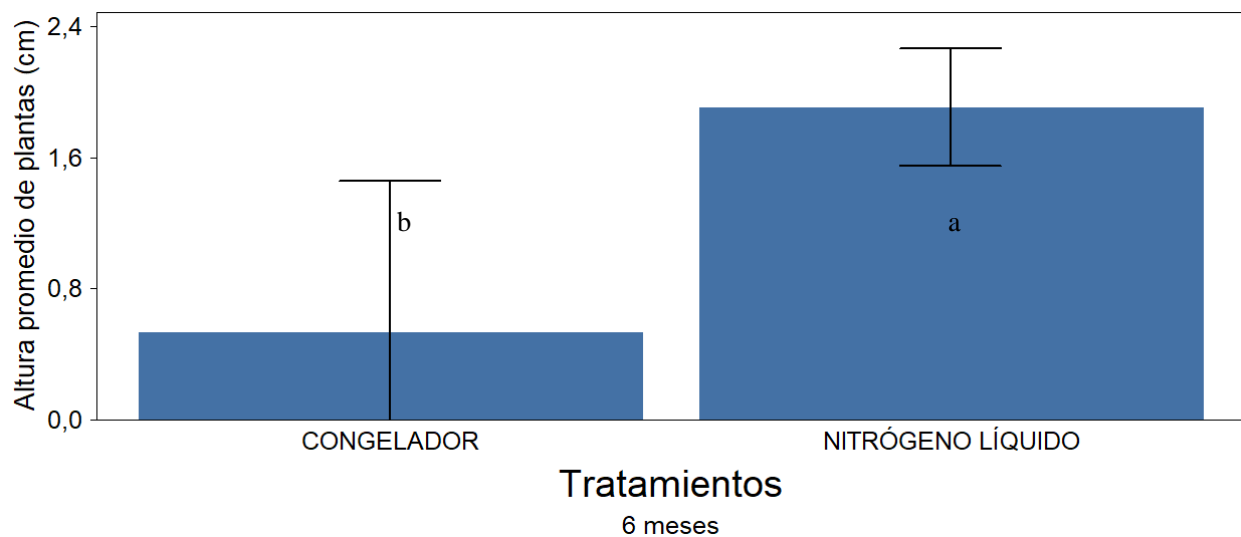


Figura 23. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon

Elaborado por: El autor

5.3.10. Altura de plantas árbol plus 2 semilla flor

Tabla 27.

Datos del promedio de altura de plantas a los seis meses

TRATAMIENTO 2	ALTURA DE PLANTAS (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	3,93
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	1,92
Nitrógeno líquido (sexto mes)	1,71
Congelador (segundo mes)	1,5
Congelador (cuarto mes)	1,2
Congelador (sexto mes)	1,7

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 28, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 2,5 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,46. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor número en promedio de altura de plantas.

Tabla 28.

Prueba de Wilconxon para la altura de plantas

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	7,5	2,5	a
Congelador (T2)	4,4	1,46	b

Elaborado por: El autor

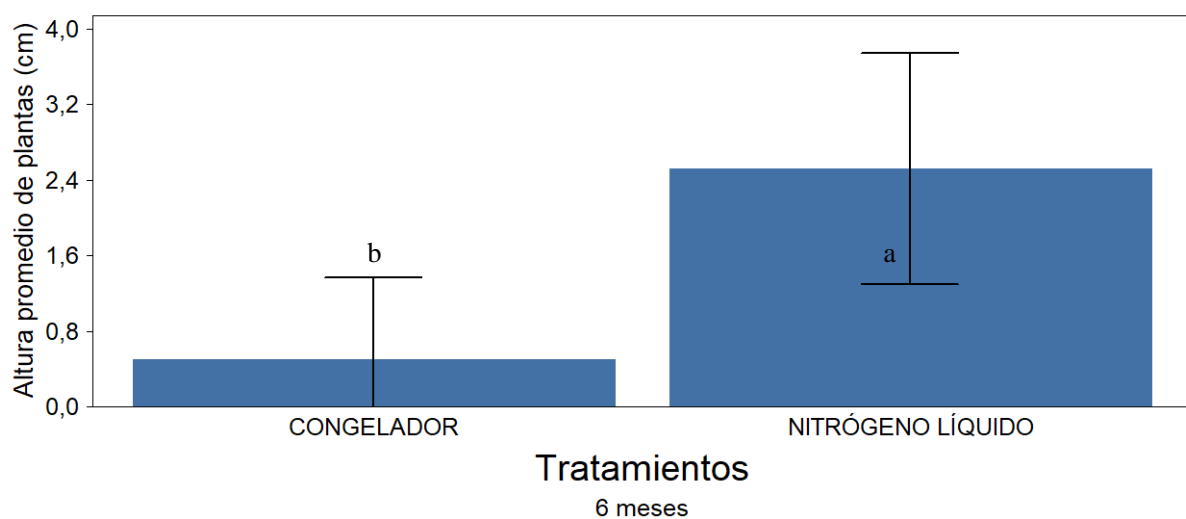


Figura 24. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon
Elaborado por: El autor

5.3.11. Longitud de raíz árbol plus 2 solo semilla

Tabla 29.

Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses

TRATAMIENTO 2	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	2,19
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	3,23
Nitrógeno líquido (sexto mes)	3,46
Congelador (segundo mes)	1,75
Congelador (cuarto mes)	1,5
Congelador (sexto mes)	2,2

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 30, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 2,9 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,8. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor número en promedio de longitud de raíz.

Tabla 30.

Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz.

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	8,8	2,9	a
Congelador (T2)	5,4	1,8	b

Elaborado por: El autor

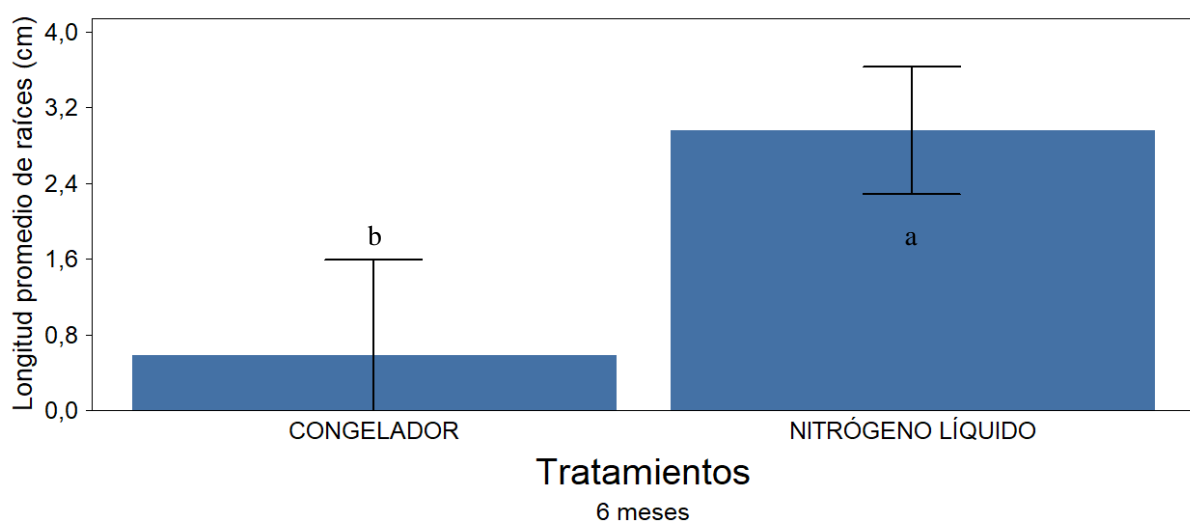


Figura 25. Representación gráfica de la prueba de Wilconxon

Elaborado por: El autor

5.3.12. Longitud de raíz árbol plus 2 semilla flor

Tabla 31.

Datos del promedio de longitud de raíz a los seis meses

TRATAMIENTO 2	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
Nitrógeno líquido (segundo mes)	2,28
Nitrógeno líquido (cuarto mes)	2,4
Nitrógeno líquido (sexto mes)	2,39
Congelador (segundo mes)	1,8
Congelador (cuarto mes)	1,4
Congelador (sexto mes)	2

Elaborado por: El autor

Prueba de la suma de rangos Wilconxon

Por medio de la prueba paramétrica Wilconxon, se dio a conocer que entre los tratamientos existe un valor p significativo de 0,1, además hay dos grupos significativos a y b que se pueden observar en la Tabla 32, en el grupo a (Nitrógeno líquido) tiene un mayor rango de promedio con 2,3 en comparación con el grupo b (Congelador) que tiene un rango promedio de 1,7. El mejor método después de los seis meses fue el de Nitrógeno líquido ya que tiene mayor número en promedio de longitud de raíz.

Tabla 32.

Prueba de Wilconxon para la longitud de raíz

Tratamientos	Suma de rangos	Rango promedio	Grupo representativo
Nitrógeno líquido (T1)	7	2,3	a
Congelador (T2)	5,2	1,7	b

Elaborado por: El autor

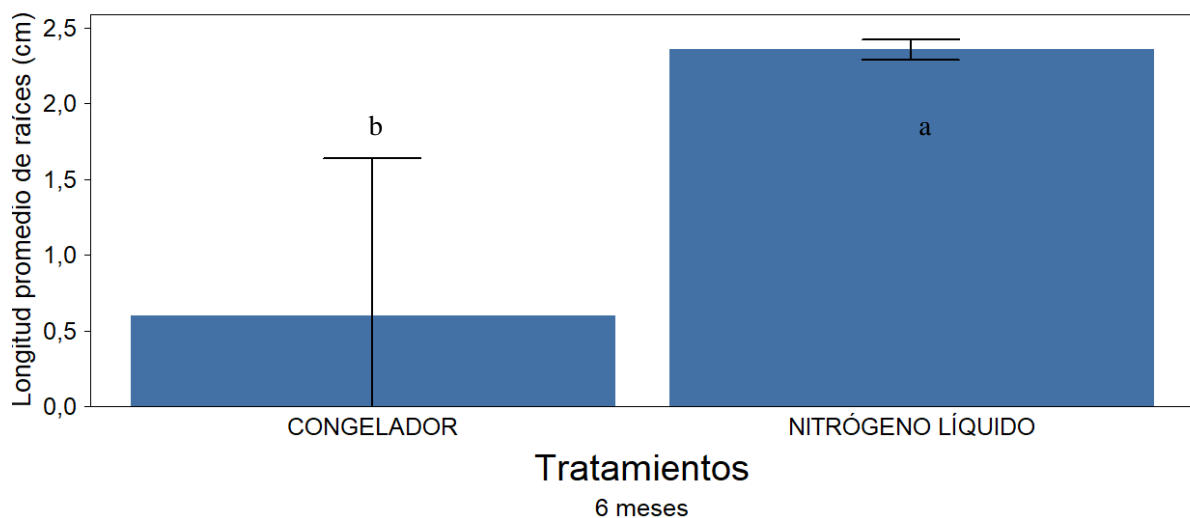


Figura 26. Representación gráfica de la prueba de Wilcoxon
Elaborado por: El autor

Según (Canales, Huarasa, 2020) las semillas de *Polylepis incana* poseen un bajo porcentaje de germinación pudiendo alcanzar solo entre en 3% y 5%. Después de haber realizado todos los estudios y pasar por diferentes tratamientos podemos afirmar que la respuesta germinativa de las semillas de *Polylepis incana* es de un 13% en Nitrógeno líquido y de 1,56% en congelador obteniendo los resultados esperados.

En esta investigación, se logró obtener un 13 % de poder germinativo de las semillas de *P. incana* en nitrógeno líquido, mientras que, en forma natural, sólo son viables hasta 3 %. Esta situación, es alentadora para nuestros resultados, debido a que las especies nativas poseen un bajo nivel de regeneración

5.4. Socialización de la investigación

La socialización de la presente investigación se realizó en un curso por medio de Google meet, el día 15 de octubre del 2020 hubo un total de 11 participantes, en la cual se dieron a conocer los resultados obtenidos de este proyecto de investigación.

La exposición de la investigación se realizó por medio de diapositivas a través de Google meet donde se dieron a conocer todos los resultados.

Al finalizar la exposición se le entregó a cada uno de los participantes una encuesta con 9 preguntas planteadas, para conocer su criterio acerca de la investigación realizada, por lo cual se obtuvo los siguientes resultados que se detallan a continuación.

Organización del evento de la socialización

Pregunta 1. ¿Considera usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?

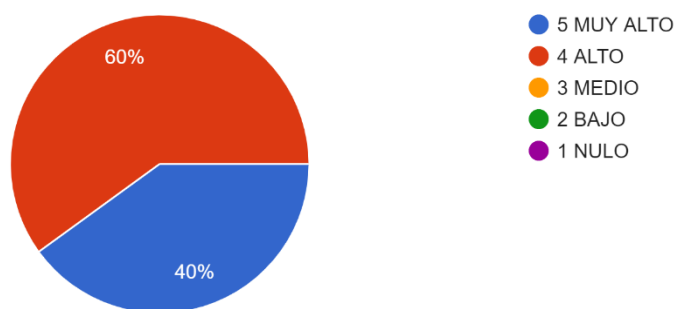


Figura 27. Gráfico de las comodidades del evento
Elaborado por: El autor

Según las personas encuestadas como se puede apreciar en la figura 27, el 60% de personas indicaron que el evento de la socialización tiene un muy alto nivel de brindar las comodidades necesarias, sin embargo, ninguna persona catalogó el evento con un nivel bajo o nulo.

Pregunta 2. ¿Considera usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?

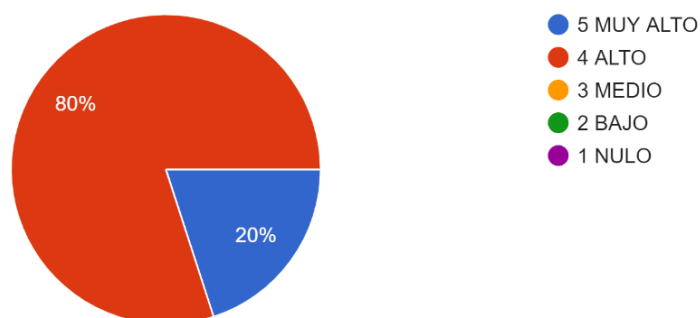


Figura 28. Gráfico del material audiovisual utilizado en la presentación.
Elaborado por: El autor

En la figura 28 se puede apreciar que el 20% de las personas encuestadas dicen que el material audiovisual tiene un nivel muy alto para exponer el tema investigado, por otro lado, el 80% de las personas encuestadas manifestaron que se tiene un nivel alto en el material audiovisual y ninguna persona opino que se tiene nivel bajo o nulo.

Ejecución del evento por parte del expositor

Pregunta 3. ¿Considera usted que el expositor mostró dominio del tema?

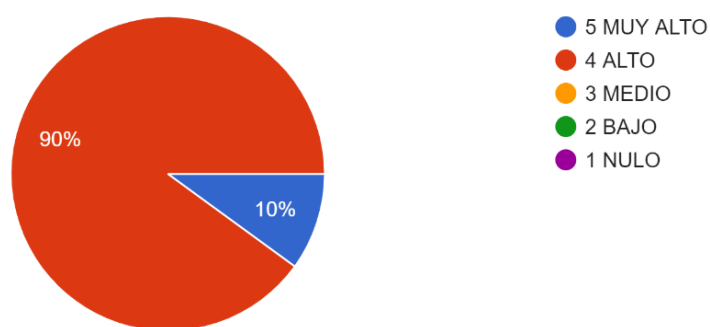


Figura 29. Gráfico de como domino el tema el expositor
Elaborado por: El autor

En la figura 29 se indica acerca del dominio del tema, donde un 90% de las personas encuestadas manifestaron que el expositor tiene un nivel alto al momento de la socialización, mientras un 10% de las personas encuestadas opinaron que el expositor tiene un nivel muy alto sobre el dominio del tema.

Pregunta 4. ¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?

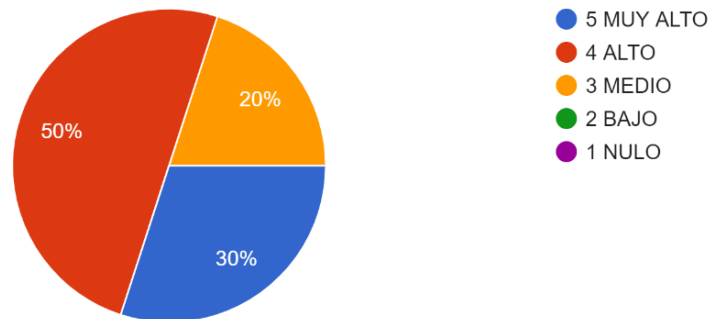


Figura 30. Gráfico del manejo del auditorio por parte del expositor
Elaborado por: El autor

En la figura 30 se puede apreciar la ejecución del evento por parte del expositor un 30% de los encuestados manifestaron que el manejo del auditorio por parte del expositor fue muy alto, por otro lado, el 50% de los encuestados dijeron que el expositor tuvo un manejo del auditorio alto y un 20% de los encuestados dijeron que el expositor tuvo un dominio medio del auditorio.

Pregunta 5. ¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión?

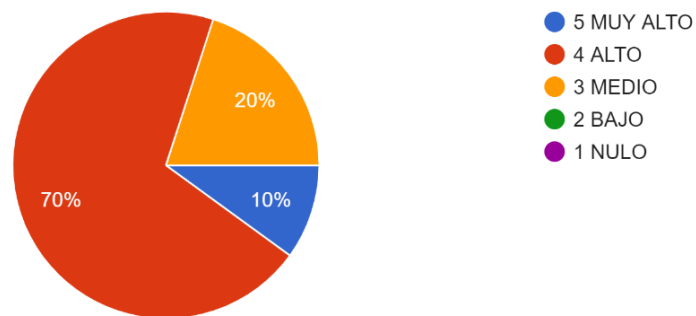


Figura 31. Gráfico de la facilidad de expresión del expositor
Elaborado por: El autor

En la figura 31 se detalla la facilidad que tuvo el expositor al momento de la socialización donde un 10% de los encuestados consideran que la facilidad que tuvo el expositor fue muy alta, mientras el 70% de los encuestados manifestaron que demostró una facilidad alta de expresión.

Medición de impacto de la investigación

Pregunta 6. ¿Considera usted que el tema investigativo posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?

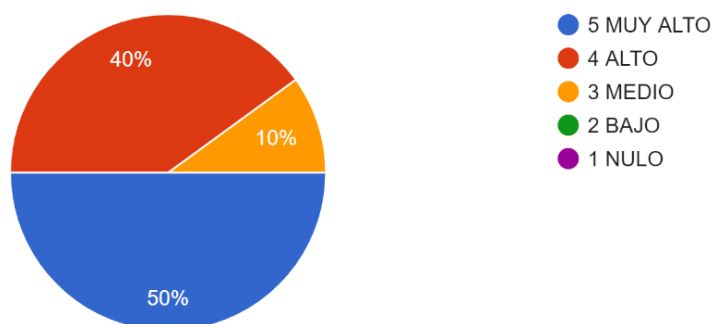


Figura 32. Gráfico de la relevancia que posee el tema investigativo
Elaborado por: El autor

En la figura 32 se puede apreciar que el 50% de los encuestados manifestaron que el tema de investigación posee una relevancia muy alta en el sector y en la sociedad, por otro lado, el 40% de los encuestados dijeron la investigación posee una relevancia alta y ningún encuestado opino que tiene relevancia baja o nula la investigación.

Pregunta 7. ¿Considera usted que esta investigación posee perspectiva para estudios complementarios posteriores?

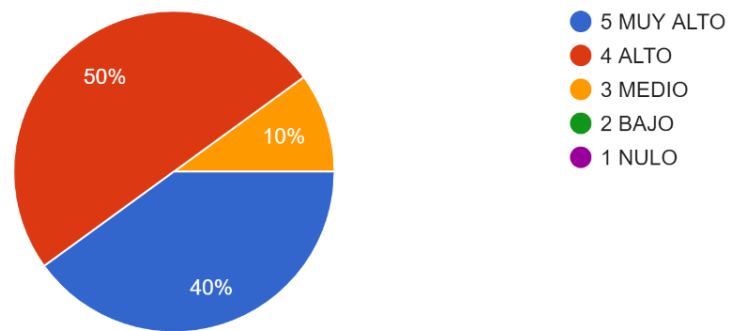


Figura 33. Gráfico de la perspectiva que posee la investigación para estudios posteriores
Elaborado por: El autor

En la figura 33 se detalla que un 40% de las personas encuestadas consideran que la investigación posee una perspectiva muy alta para estudios complementarios posteriores o a futuro, mientras el 50% de las personas encuestadas cree que la investigación tiene una perspectiva alta para estudios complementarios posteriores.

Pregunta 8. ¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización empresa pública o privada, comunidad o institución?

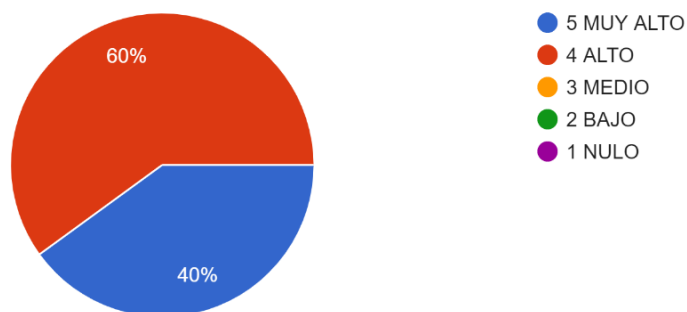


Figura 34. Gráfico del beneficio que posee el tema de investigación
Elaborado por: El autor

En la figura 34 da a conocer que el 40% de las personas encuestadas considera que el tema investigado genera actualmente o a futuro un muy alto beneficio para alguna organización, empresa, comunidad o institución. Mientras un 60% de las personas encuestadas considera que el tema investigado genera un beneficio alto para alguna organización y ninguna persona cree que la investigación es baja o nula para un beneficio a futuro.

Pregunta 9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que éstos se cumplieron?

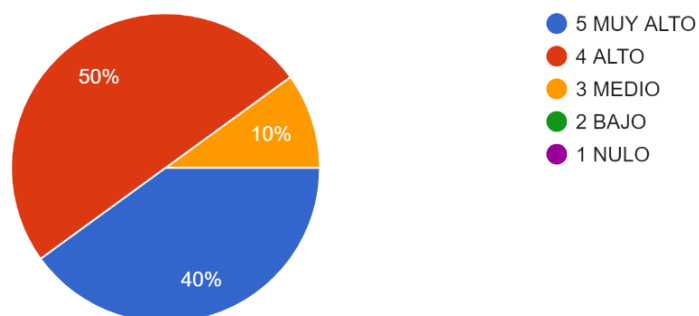


Figura 35. Gráfico del cumplimiento de los objetivos planteados
Elaborado por: El autor

En la figura 35 el 40% de las personas encuestadas consideran que los objetivos planteados se cumplieron en su totalidad, mientras el 50% de las personas encuestadas considera que los objetivos se cumplieron de manera alta, ninguno de los encuestados manifestó que no se cumplieron los objetivos planteados en la investigación.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- El mejor método para realizar la conservación a largo plazo de semillas es el de cajas petri por medio de la técnica de desecación y congelación rápida de semillas (nitrógeno líquido.)
- Para demostrar la viabilidad de la semilla de *Polylepis incana* se realizó tres pruebas germinativas (método en cajas Petri, método en papel toalla y el método en cajas con arena) por un periodo de 21 días, obteniendo los mejores resultados el método en cajas petri con un 6% de semillas germinadas, seguido el método de cajas con arena con un 1% y finalmente el método en papel toalla con un 1% de semillas germinadas.
- Comparando los datos obtenidos en el presente estudio con otras publicaciones realizadas se demuestra que con la técnica de desecación y congelación rápida de semillas (nitrógeno líquido) se pudo obtener un 13% de semillas germinadas a comparación de los otros que tienen un rango de 2% al 5%.
- Para el método de crio conservación se utilizó la técnica de desecación y congelación rápida de semillas (nitrógeno líquido) con un porcentaje de 13% de semillas germinadas, comprobando que mantienen su viabilidad a largo plazo, como comparador se empleó la técnica tradicional de almacenamiento en frío de semillas (congelador) con un porcentaje de 1,58% de semillas germinadas, perdiendo su viabilidad en función del tiempo, por un periodo de 6 meses.
- La técnica de desecación y congelación rápida de semillas (NL) obtuvo un porcentaje de 68,91% de semillas no germinadas. La técnica de almacenamiento en frío de semillas (congelador) obtuvo un porcentaje de 74,25% de semillas no germinadas, concluyendo que a partir del segundo mes de conservación las semillas sometidas a esta técnica fueron perdiendo su poder germinativo.

- La viabilidad de las semillas de *Polylepis incana* fueron medidas a través de dos parámetros (altura de las plantas – longitud de las raíces), la técnica de desecación y congelación rápida de semillas (NL) obtuvo una altura promedio de las plantas de 7,84 cm y una longitud promedio de las raíces de 6,25cm, mientras que la técnica de almacenamiento en frío de semillas (congelador) obtuvo una altura promedio de las plantas de 9,62 cm y una longitud promedio de las raíces de 6,47cm. Demostrándose que las semillas sometidas en nitrógeno líquido mantienen su viabilidad a largo plazo, comprobando la eficacia de la crio conservación, mientras que las semillas sometidas en el congelador perdieron su viabilidad conforme aumenta el tiempo de conservación.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con el estudio de crio conservación en semillas nativas de *Polylepis*, aumentando el tiempo de almacenamiento en nitrógeno líquido para tener nuevos resultados.
- Las semillas de *Polylepis incana* al tener bajo porcentaje germinativo se recomienda realizar estudios similares con estacas o esquejes de la misma especie para lograr conservar la especie y esta no llegue a desaparecer.
- Se recomienda realizar estudios similares con semillas de otras especies que presentan pérdida de viabilidad, a fin de poder prolongar y reproducirlas en la (s) época (s) de escasa o nula producción de semillas.
- Se recomienda a los GADS que realicen estudios relacionados a la crioconservación de semillas en especies amenazadas o en peligro de extinción ya que así ayudarían a que no se extingan las especies vegetales navitas de nuestro país.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Ordóñez, Hofstede. (2012). *Comportamiento inicial de especies forestales plantadas en el páramo*. ECOPAR, Quito.
- Araya, R; Martínez, C. (2013). Método en cajas petri, Método en papel toalla, Método en cajas con arena. En *Protocolo para el manejo de semillas* (págs. 11-13). Costa Rica: FAO.
- Cabezas, M. (16 de 04 de 2011). *Cacteristicas de la semilla* . Obtenido de <https://www.gob.mx/sagarpa>
- Centro Ecuatoriano De Invetigación Geografica. (1989). LA EROSION EN EL ECUADOR. Quito, Pichicncha, Ecuador.
- Espitia, M, Aramendiz, C. (2017). *Morfología y viabilidad de semillas*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193254602009.pdf>
- Esquivel, A. (2007). Estudios Preliminares para la crio-conservación de especies. *Tecnología en marcha*, 6.
- Esquivel; Rojas; Alfaro . (2017). *Estudios preliminares para la crioconservación de especies*. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7218/Estudios_crioconservacion_especies_forestales_arboreas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FAO. (1990). Evaporación del cultivo en condicione estándar - Introduccion a la Evaporación del Cultivo.
- FAO. (1991). *Manipulacion semillas forestales*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s04.htm>
- GAD Pedro Moncayo. (2018). *PDOT*. Obtenido de http://www.pedromoncayo.gob.ec/documentos/ord2018/028_2018%20ANEXO%201%20PDOT%20PEDRO%20MONCAYO.pdf

- Garzón, L. (2012). *Perdida de semillas nativas*. Quito: Don Bosco. Obtenido de <http://lahora.com.ec/noticias/show/1101427736#.WBiGGtLhDIV>
- Gold. (2005). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres*. Obtenido de http://www.inia.cl/recursosgeneticos/descargas/manual_de_semillas.pdf
- Gómez, A, Vargas, P. (2013). *Crio conservacion de semillas de teca*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v37n1/a04v37n1.pdf>
- Harten A.M. (1974). Coriander. *The history of an old crop*(86), 58-64.
- Hernández, F. (2014). *Uso del nitrógeno líquido*. Quito: Invima.
- Jiménez, V. (2014). *Técnicas de conservación in vitro para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales*. México: Agronomía Mesoamericana.
- Jumbo, C. (2018). *Introduccion de Polylepis racemosa*. Quito.
- Kessler, M. (2006). *Bosques de Polylepis*. Obtenido de <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2007.pdf>
- León, D. (2009). *Propagación de dos especies de yagual utilizando enraizadores organicos*. Obtenido de <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/754/1/13T651%20.pdf>
- MAE. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Obtenido de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Oliva, Pérez, . (2014). *Manual de recolección de semillas d especies forestales*. Chachapoyas.
- Padilla. (2015). *conservar semillas*. Quito. Obtenido de <http://www.pressreader.com/ecuador/nan-magazine/20150801/281612419198127>
- Paredes, C. (2015). *La Semilla* . Lima: Portal Agrario Regional.
- Pérez, F. (2015). *Viabilidad y la conservación de semillas*. Obtenido de <http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/conservaci%C3%B3n%20semillas.pdf>

- Pineda, D. (2013). *Vigor de las semillas*. Quito: Planeta Ecuador. Obtenido de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2016/Art.%20Bioconservaci%C3%B3n%20de%20los%20Alimentos.pdf>
- Pita, J, Cardoso, F. (2012). *Efecto de la crioconservación sobre la germinación de semillas*. Obtenido de <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev21/Art218.pdf>
- Roca, W; Kartha, K. (1991). Crioconservación del germoplasma. En *Cultivo de tejidos en la agricultura* (págs. 715-730).
- Salazar, J. (2012). *Bnaco de Germoplasma*. España: Universidad de Valencia.
- Sandoval, J. (2015). *Crio-conservación*. Quito: Don Bosco.
- Segovia. (2010). *La importancia de conservar semillas autóctonas*. Obtenido de <http://www.abc.es/20100822/comunidad-castillaleon/agricultores-destacan-importancia-conservar-20100822.html>
- Vallejos, et al. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. En *Agronomía Costarricense* (págs. 105-119.).

ANEXOS

Tabla 33.
Base de datos segundo mes

NITRÓGENO LÍQUIDO					
ARBOL PLUS	N SEMILLAS GERMINADAS	ALTURA DE PLANTA	LONGUITUD DE RAIZ	N SEMILLAS NO GERMINADAS	
AP1	SOLO SEMILLA	1	1,5	2,1	64
		2	1,6	2	
		3	1,1	1,8	
		4	2,2	3	
		5	1,2	2,4	
		6	1,1	1,7	
		7	0,9	1,5	
		8	1,2	2,2	
		9	2,3	3	
		10	1,4	2	
		11	1,6	2,4	
		12	1,2	2,2	
		13	1,5	2	
AP2	SEMILLA CON FLOR	1	2,3	3,1	77
		2	1,3	1,8	
		3	1,4	2,2	
		4	1,1	1,9	
		5	0,8	1,3	
		6	1,9	2,4	
		7	1,5	2	
		8	1,4	2,1	
		9	1,6	2,4	
AP2	SOLO SEMILLA	1	1	1,5	65
		2	1,2	1,6	
		3	1,6	2,7	
		4	1,3	1,8	
		5	2,3	3,4	
		6	1,8	2,6	
		7	1,7	2,3	
		8	1,8	2,8	
		9	1,1	1,5	
		10	1,3	1,7	
AP2	SEMILLA CON FLOR	1	1,6	1,9	72
		2	1,8	2,7	
		3	2,4	3,3	

4	21,2	3
5	1,2	2,1
6	0,9	1,4
7	1,1	1,8
8	1,3	2,1

CONGELADOR				
ARBOL PLUS	N SEMILLAS GERMINADAS	ALTURA DE PLANTA	LONGUITUD DE RAIZ	N SEMILLAS NO GERMINADAS
AP1	SOLO SEMILLA	1	1,2	2,3
		2	0,9	1,4
		3	1,4	2,1
	SEMILLA CON FLOR	1	1,6	2
		2	1,3	1,6
		3	1,9	2,2
AP2	SOLO SEMILLA	1	1,9	2
		2	1,3	1,5
	SEMILLA CON FLOR	1	1,7	2
		2	1,3	1,6

Elaborado por: El autor

Tabla 34.
Base de datos del cuarto mes

		NITRÓGENO LÍQUIDO			
ARBOL PLUS		N SEMILLAS GERMINADAS	ALTURA DE PLANTA	LONGUITUD DE RAIZ	N SEMILLAS NO GERMINADAS
AP1	SOLO SEMILLA	1	1,9	2,8	68
		2	2,8	3,9	
		3	3,1	4	
		4	1,5	2	
		5	1,4	2	
		6	1,5	2	
		7	1,7	2,3	
		8	2,3	3	
		9	1,5	2,1	
		10	1,9	2,8	
		11	1,7	2,2	
		12	1,6	21,2	
		13	1,5	2	
		14	1,6	2	
		15	1,6	2,1	
	SEMILLA CON FLOR	1	2,5	3,1	61
		2	1,4	2,3	
		3	2,1	2,9	
		4	3,2	4	
		5	1,3	2,1	
		6	1,4	2,2	
		7	2	2,8	
		8	1,1	1,9	
		9	1,1	1,8	
		10	2,1	2,8	
		11	2,3	2,9	
		12	1,7	2,2	
AP2	SOLO SEMILLA	1	1,9	4,3	76
		2	2,1	3,8	
		3	2,2	4,1	
		4	2,2	3,6	
		5	3,3	4,9	
		6	2,3	3,1	
		7	2,2	2,8	

	8	1,1	1,9	
	9	1,5	2	
	10	1,7	2,2	
	11	1,4	2	
	12	2,2	4,1	
	1	2,1	1,8	
	2	2,2	1,8	
	3	2,4	3,1	
	4	2,4	3,1	
SEMILLA CON FLOR	5	1,6	2	69
	6	1,4	2,2	
	7	1,4	2,2	
	8	1,7	2,3	
	9	2	2,8	
	10	2	2,7	

CONGELADOR

ARBOL PLUS		N SEMILLAS GERMINADAS	ALTURA DE PLANTA	LONGUITUD DE RAIZ	N SEMILLAS NO GERMINADAS
AP1	SOLO SEMILLA	1	1,4	1,6	87
	SEMILLA CON FLOR	2	1,2	1,4	
	SEMILLA CON FLOR	1	1,1	1,3	74
AP2	SOLO SEMILLA	1	1,2	1,5	82
	SEMILLA CON FLOR	1	1,2	1,4	73

Elaborado por: El autor

Tabla 35.
Base de datos del sexto mes

NITRÓGENO LÍQUIDO				
ARBOL PLUS	N SEMILLAS GERMINADAS	ALTURA DE PLANTA	LONGUITUD DE RAIZ	N SEMILLAS NO GERMINADAS
AP1	1	1,9	2,7	64
	2	1,9	2,8	
	3	2	2,9	
	4	2,5	3,2	
	5	2,3	3	
	6	1,8	2,6	
	7	2,1	2,9	
	8	1,9	2,7	
	9	2	2,8	
	10	1,8	2,6	
	11	2,3	3,1	
	12	2,3	3,1	
	13	2,5	3,1	
	14	2,1	2,9	
	15	2,1	2,9	
	16	1,9	2,9	
	17	2,7	3,5	
	18	2,5	3,1	
	19	2,5	3,2	
	20	1,8	2,5	
	21	1,7	2,5	
SEMILLA CON FLOR	1	1,7	2,2	72
	2	1,4	2,3	
	3	1,3	2,1	
	4	1,5	2,3	
	5	1,7	2,1	
	6	1,7	2,2	
	7	1,3	2,2	
	8	1,2	2,2	
	9	1,6	2,5	
	10	1,5	2,6	
	11	1,5	2,5	
	12	1,4	2,3	

		13	1,7	2,2	
		14	1,7	2,2	
		15	1,3	2	
		16	1,9	2,9	
		1	2,2	4,1	
		2	2,5	3,1	
		3	3,1	4	
		4	2	2,9	
		5	2,5	3	
		6	2,6	3	
		7	2,4	3,1	
	SOLO SEMILLA	8	1,5	2,3	70
		9	1,7	2,5	
		10	2,2	4,1	
		11	1,9	4,2	
		12	1,9	4,2	
		13	2,2	4,2	
		14	2,2	4,1	
AP2		15	2,4	2,3	
		16	1,9	4,3	
		1	1,6	1,9	
		2	1,3	2,1	
		3	1,1	1,8	
		4	0,9	1,4	
		5	1,2	2,1	
		6	1,8	2,7	
	SEMILLA CON FLOR	7	2,4	3	69
		8	2,2	3	
		9	1,6	1,9	
		10	1,8	2,7	
		11	1,3	2,1	
		12	2,4	3	
		13	2,2	2,9	
		14	2,2	2,9	

CONGELADOR					
ARBOL PLUS		N SEMILLAS GERMINADAS	ALTURA DE PLANTA	LONGUITUD DE RAIZ	N SEMILLAS NO GERMINADAS
AP1	SOLO SEMILLA	0	0	0	69
	SEMILLA CON FLOR	1	1,7	2,1	73
AP2	SOLO SEMILLA	1	1,5	2,1	65
	SEMILLA	2	1,3	2,1	
	SEMILLA CON FLOR	1	1,7	2	72

Elaborado por: El autor



Figura 36. Identificación de la zona de estudio (Laguna de Mojanda)
Tomado por: Cajas D. (2020)



Figura 37. Toma de punto de muestreo
Tomado por: Cajas D. (2020)



Figura 38. Colecta de las semillas de *Polylepis incana*
Tomado por: Cajas D. (2020)



Figura 39. Prueba germinativa método cajas petri
Tomado por: Cajas D. (2020)



Figura 40. Prueba germinativa método papel toalla
Tomado por: Cajas D. (2020)



Figura 41. Prueba germinativa método cajas con arena
Tomado por: Cajas D. (2020)



Figura 42. Almacenamiento de semillas en nitrógeno líquido
Tomado por: Cajas D. (2020)

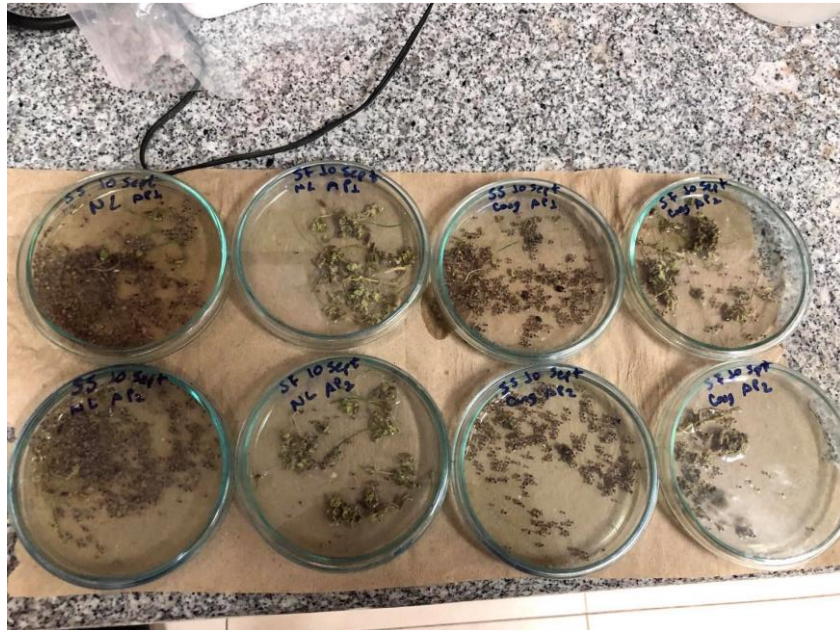


Figura 45. Viabilidad de semillas al terminar el segundo mes
Tomado por: Cajas D. (2020)

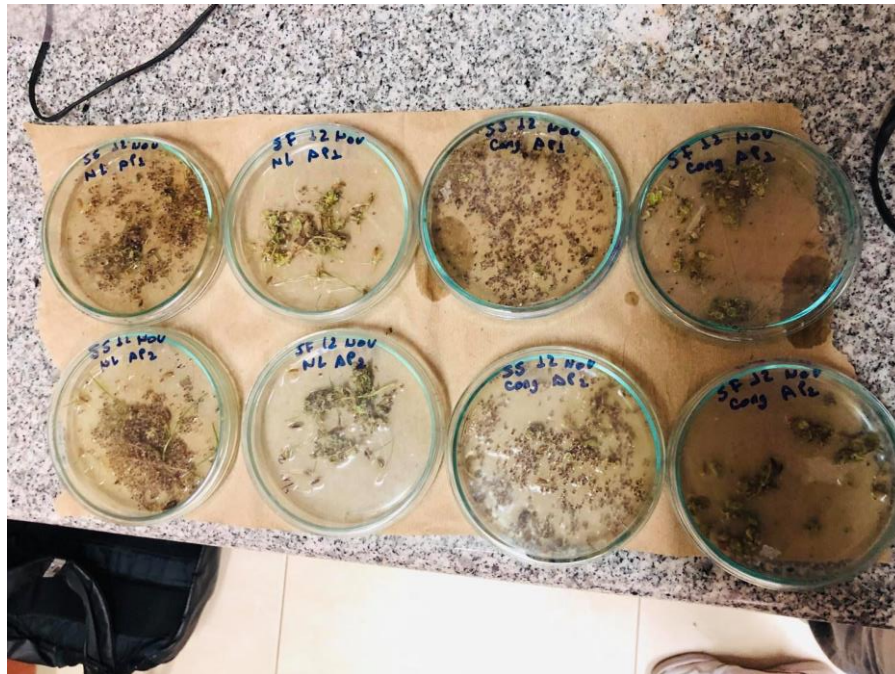


Figura 46. Viabilidad de semillas al terminar el cuarto mes
Tomado por: Cajas D. (2020)

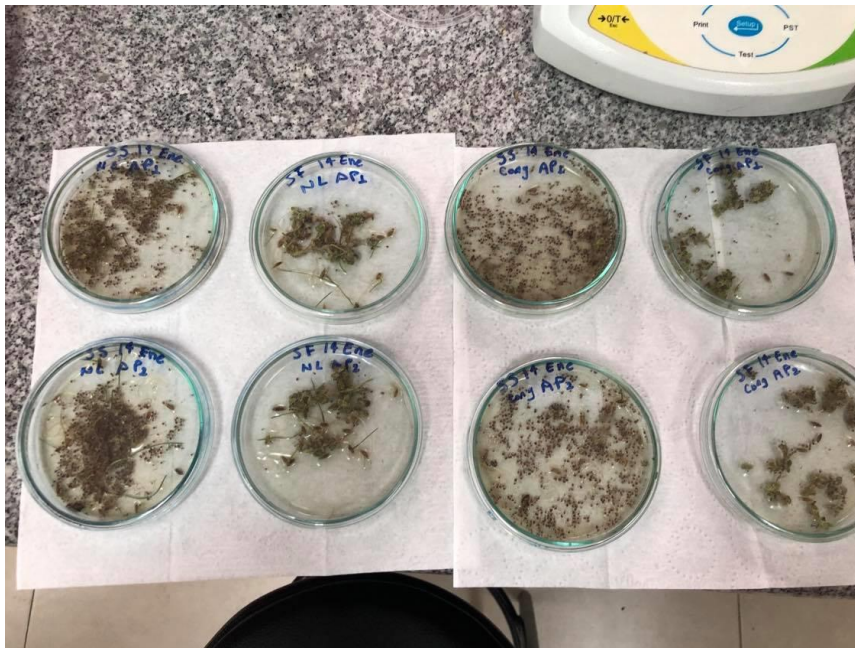


Figura 47. Viabilidad de semillas al terminar el sexto mes
Tomado por: Cajas D. (2020)



UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

Le extienden la más cordial Invitación a la socialización del trabajo de investigación:

“CRIO CONSERVACIÓN Y VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE DE *POLYLEPIS INCANA* EN EL SECTOR DE MOJANDA TABACUNDO”

cuyo autor es el señor Diego Vinicio Cajas Calderón, de la carrera de Ingeniería en Ciencia Ambientales y Ecodesarrollo

Fecha: 15 de octubre del 2020

Socialización online

Hora: 08:00

RESUMEN

En la laguna de Mojanda se encuentra un pequeño bosque de *Polylepis incana* que se encuentra amenazado por especies introducidas que no lo dejan desarrollarse con normalidad, por esta razón se ha visto la necesidad de conservar la genética de esta especie de *Polylepis* mediante la crío-conservación logrando mantener su viabilidad. Para cumplir el objetivo principal de la investigación se realizó la identificación de la zona de estudio, estableciendo 1 punto de muestreo y recolectando semillas de 2 árboles plus. Estas muestras fueron transportadas al Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra para su respectiva identificación. Posteriormente se inició el protocolo de crío conservación a través de la técnica "deseccación y congelación rápida de semillas", donde las muestras fueron sometidas en nitrógeno líquido a una temperatura de -196°C , como comparador se utilizó la técnica tradicional de "almacenamiento en frío de semillas", donde las muestras fueron sometidas a una temperatura de -10°C , estas dos pruebas se realizaron en un periodo de 6 meses. Las semillas almacenadas mediante las dos técnicas fueron sometidas a un proceso de germinación, a través del método en cajas Petri, que tuvo desarrollo al segundo, cuarto y sexto mes por un periodo de 21 días. Al final se pudo demostrar la eficacia de la Crío conservación, ya que las semillas sometidas en nitrógeno líquido tuvieron un porcentaje de 16.75% y mantuvieron su viabilidad en función del tiempo, mientras que las semillas sometidas a la técnica tradicional de congelación tuvieron un porcentaje de 0%, y fueron perdiendo su viabilidad conforme aumentaba el tiempo.

Figura 48. Invitación a la socialización acerca del tema investigado
Elaborado por: Departamento de Vinculación ECAA. (2020)



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación, por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA	15 DE OCTUBRE DEL 2020		
EXPOSITOR	DIEGO VINICIO CAJAS CALDERON		
LUGAR	DENTRO PUCESI		FUERA PUCESI

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					
EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?					
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o Institución?					
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					
REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					
MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD					
INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO					

Figura 49. Formato de encuesta realizada en la socialización
Elaborado por: Departamento de Vinculación ECAA. (2020)