



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

TEMA:

**“ESTUDIO INTEGRAL DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO,
REPRODUCTIVO, SOCIOECONÓMICO Y MÉTODOS DE
ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA DE *Hesperomeles obtusifolia* (PERS)
lindl (CEROTE) EN EL BIOCORREDOR ANDES NORTE (BIAN), IMBABURA,
ECUADOR “**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA FORESTAL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO AGROPECUARIO Y FORESTAL
SOSTENIBLE**

AUTORES: MENDEZ FARINANGO NAYELI MISHHELL

ULQUIANGO TAMBACO VALERIA ABIGAIL

DIRECTOR: ING. HUGO VINICIO VALLEJOS ALVAREZ, MSC.

IBARRA, NOVIEMBRE 2024

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de Investigación, docencia y extensión de la Universidad

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA IDENTIDAD:	DE	1005080401	
APELLIDOS NOMBRES:	Y	Mendez Farinango Nayeli Mishell	
DIRECCIÓN:	Otavalo		
EMAIL:	Nmmendezf1@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0991378172
CÉDULA IDENTIDAD:	DE	1005017825	
APELLIDOS Y NOMBRES	Ulquiango Tambaco Valeria Abigail		
DIRECCIÓN:	Cotacachi		
EMAIL:	vaulquiangot@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0991362473
TÍTULO:	ESTUDIO INTEGRAL DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO, REPRODUCTIVO, SOCIOECONÓMICO Y MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA DE <i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers) Lindl (CEROTE) EN EL BIOCORREDOR ANDES NORTE (BIAN), IMBABURA, ECUADOR		
AUTOR (ES):	Mendez Farinango Nayeli Mishell, Ulquiango Tambaco Valeria Abigail		
FECHA: AAAAMMDD	2024/11/07		
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN			
CARRERA/PROGRAMA:	GRADO	X	POSGRADO
TITULO POR EL QUEOPTA:	Ingeniería Forestal		
DIRECTOR:	Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc.		

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotras, Mendez Farinango Nayeli Mishell, con cédula de identidad Nro.1005080401 y Ulquiango Tambaco Valeria Abigail, con cédula de identidad Nro. 1005017825, en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 07 días del mes de noviembre de 2024

LOS AUTORES:

Firma.....

Mendez Farinango Nayeli Mishell

Firma.....

Ulquiango Tambaco Valeria Abigail

CONSTANCIAS


Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de Noviembre del 2024.

LOS AUTORES:

Firma.....

Mendez Farinango Nayeli Mishell

Firma.....

Ulquiango Tambaco Valeria Abigail

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 07 de Noviembre del 2024.

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

HUGO
VINICIO
VALLEJOS
ALVAREZ

Firmado
digitalmente por
HUGO VINICIO
VALLEJOS ALVAREZ
Fecha: 2024.11.07
15:13:37 -0500

(f)

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc.

C.C.:1002018941

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “Estudio Integral Del Comportamiento Fenológico, Reproductivo, Socioeconómico Y Métodos De Almacenamiento De La Semilla De *Hesperomeles Obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) En El Biocorredor Andes Norte (Bian), Imbabura, Ecuador” elaborado por Mendez Farinango Nayeli Mishell y Ulquiango Tambaco Valeria Abigail, previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

Firmado digitalmente por
HUGO VINICIO VALLEJOS ALVAREZ
Fecha: 2024.11.07
15:14:00 -05'00'

(f):.....

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc.

C.C. :1002018941

Firmado electrónicamente por:
JORGE LUIS CUE GARCIA

(f):.....

Ing. Jorge Luis Cue Garcia, PhD.

C.C. :1754608709

DEDICATORIA

A Dios, por el regalo de la vida. A mis padres, Ramiro y Etelvina por su apoyo incondicional, las palabras de aliento y enseñarme el valor del esfuerzo, a mis hermanos, Lenin, Xavier, Maoly, Valeria, por acompañarme en cada proceso de mi vida, a mi abuelita, María Juana, por sus consejos, historias y amor infinito. A mi pareja, Efraín Avila, por los momentos de alegría y la paciencia en cada desafío. A mi pequeño, Dreyk Avila, por ser mi compañía, mi inspiración y felicidad. Finalmente, a todas las personas que fueron parte esencial en mi formación personal y profesional, por cada consejo que me inspiro para seguir adelante.

Nayeli

A Dios y a la Virgen, por acompañarme y guiarme a lo largo de esta carrera, siendo mi fortaleza en momentos de debilidad y regalándome una vida llena de aprendizajes y experiencias. A mis padres, Juan Ulquiango y Laura Tambaco, gracias por inculcar en mí el valor del esfuerzo y la valentía, por enseñarme a enfrentar las adversidades y ser un ejemplo constante de lucha y vida. A mis hermanos Juan, Ermelinda, Martha, Rocío Diego, Stalin y Belén, quienes, de una u otra manera, estuvieron a mi lado, brindándome su apoyo durante mi carrera profesional. A mis cuñados y cuñadas en especial a Anita por su apoyo incondicional y por extenderme su mano en los momentos más difíciles. A mis sobrinos por ser una parte tan importante de mi vida. Finalmente, quiero dedicar esta tesis a mis abuelos Manuelito y Carmelita, como también a todas las personas familiares, amigos y docentes que me apoyaron cuando más lo necesitaba, que estuvieron ahí en los momentos complicados y que me regalaron su cariño cada día. Gracias, de verdad, por ser parte de este camino siempre las llevo en mi corazón.

Valeria

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme cumplir una meta más de mi vida, a toda mi familia, especialmente a mis padres, por todo el apoyo, las palabras de aliento y motivación durante mi formación, a mi pareja, por su apoyo incondicional, a mis amigos por saber guiarme en cada desafío, a mi amiga Valeria, por ser mi compañera y el principal apoyo en el trabajo de investigación. A mi director de tesis, Ing Hugo Vallejos, por ser el principal gestor de este trabajo. A mi asesor, Ing. Jorge Luis Cue, por su excelente aporte a este trabajo. Al municipio de Cotacachi y la comunidad de Morochos, por permitirnos realizar la investigación y su apoyo dentro de la misma. A todas los docentes que fueron una parte esencial en mi formación universitaria. Finalmente, a la Carrera de Ingeniería Forestal, por cada proceso y desafío que me permitieron crecer como personal y desarrollar mi carácter profesional. A todos les agradezco infinitamente por hacer de este proceso una experiencia memorable

Nayeli

En primer lugar, a Dios por sus bendiciones y por permitirme alcanzar uno de mis más grandes sueños. A mis padres Juan y Laura por su confianza en mí y su apoyo incondicional, la constante motivación, comprensión y compañía. A mi amiga y compañera de tesis, Nayeli, cuya dedicación, esfuerzo y todas las experiencias compartidas hicieron posible este trabajo. A Vladimir quien es una parte fundamental en mi vida brindándome sus consejos, amor, paciencia y alentándome para que nunca perdiera mi camino. Al Ing. Hugo Vallejos (director) y al Ing. Jorge Luis Cue (asesor) por brindarnos su tiempo e invaluable conocimiento para poder concluir con este trabajo de titulación. Además, quiero hacer un agradecimiento muy especial al Municipio de Cotacachi por su apoyo, como también a la comunidad de Morochos por abrirnos las puertas y permitirnos llevar a cabo esta investigación. Un profundo agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte en especial a la carrera de Ingeniería forestal, a nuestros maestros durante todos nuestros años de estudio. A todos, mi gratitud infinita y mil gracias.

Valeria

Al Ing. Varela Guillermo, por sus consejos, apoyo moral, contribución con su sabiduría en el proceso de la investigación y por su ejemplo como persona y docente.

Valeria y Nayeli

RESUMEN

La deforestación y el incremento de la frontera agrícola dentro de Biocorredor Andes Norte (BIAN) del Ecuador, ha generado la pérdida de varias especies nativas, entre ellas se encuentra la especie de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Linld. Con el propósito de evaluar el comportamiento fenológico, reproductivo, socioeconómico, biofísico y ambiental de la especie, se busca la determinación de una fuente semillera que favorece a la conservación de la especie a largo plazo y garantiza la disponibilidad de semillas de buena calidad y a la vez el implemento del estudio de germinación contribuye a la humanidad para conocer el comportamiento de la semilla de la especie.

Metodológicamente se consideró la especie con mayor importancia cultural, social y económica, a través de esto, se evaluó los árboles con mejores características dasométricas y fenológicas de la comunidad de Morochos; se determinó una fuente semillera identificada, de la cual se recolecto frutos para la extracción de la semilla, además, se aplicó una encuesta que abarco los criterios funcionales, ecológicos y socioeconómicos de la especie.

Consecutivamente, se evaluó cinco métodos de almacenamiento, llevados en envases (Frasco de cristal oscuro, frasco de cristal traslucido, funda oscura, funda traslucida) en refrigeración de 8 °C y un tratamiento (testigo) al ambiente durante un tiempo de 30 días y posteriormente se evaluó el proceso de germinación en 90 días, los resultados evidenciaron que las semillas almacenadas al ambiente natural (testigo) mostraron 5 semillas germinadas, siendo el tratamiento más favorable, al contrario del tratamiento tres (funda oscura) en el cual no se evidencio semillas germinadas.

Tras realizar un análisis estadístico se concluyó que no se encuentra diferencias significativas en los tratamientos aplicados.

Palabras claves: Fenología, semillas, almacenamiento, envases y germinación.

ABSTRACT

Deforestation and the increase of the agricultural frontier within the Northern Andes Biocorredor (BIAN) of Ecuador, has generated the loss of several native species, among them is the species of *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl. In order to evaluate the phenological, reproductive, socioeconomic, biophysical and environmental behavior of the species, the determination of a seed source that favors the conservation of the species in the long term and guarantees the availability of good quality seeds is sought and at the same time the implementation of the germination study contributes to humanity to know the behavior of the seed of the species.

Methodologically, the species with the greatest cultural, social and economic importance was considered, through this, the trees with the best dasometric and phenological characteristics of the Morocho community were evaluated; An identified seed source was determined, from which fruits were collected for seed extraction. In addition, a survey was applied that covered the functional, ecological and socioeconomic criteria of the species.

Consecutively, five storage methods were evaluated, carried in containers (dark glass jar, translucent glass jar, dark cover, translucent cover) in refrigeration of 8 °C and a treatment (control) in the environment for a period of 30 days and subsequently the germination process was evaluated in 90 days. The results showed that the seeds stored in the natural environment (control) showed 5 germinated seeds, being the most favorable treatment, contrary to treatment three (dark cover) in which no germinated seeds were evident.

After performing a statistical analysis, it was concluded that there were no significant differences in the treatments applied.

Keywords: Phenology, seeds, storage, packaging and germination.

LISTA DE SIGLAS

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

MAE. Ministerio de Ambiente del Ecuador.

SITA. Asociación Internacional de Análisis de Semillas.

PDOT. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

DIA. Diseño Irrestricto al Azar.

DAP. Diámetro a la Altura del Pecho.

MAATE. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

ONUAA. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

HSC. Huerto Semillero Comprobado.

HSNC. Huerto Semillero No Comprobado.

RS. Rodal Semillero.

FSS. Fuente Semillera Seleccionada.

FI. Fuente Identificada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	18
Problema de investigación.....	18
Problemática	18
Formulación del problema	19
Justificación.	19
Objetivos.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	20
Hipótesis o preguntas de investigación	21
CAPITULO I	22
MARCO TEORICO.....	22
1.1. Bosques nativos andinos.....	22
1.2. Ecosistema	22
1.2.1. Definición Ecosistema	22
1.2.2. Ecosistemas referenciales	23
1.3. Clasificación taxonómica.....	23
1.3.1. Clasificación taxonómica.....	23
1.3.2. Características botánicas	23
1.4. Fuentes semilleras	24
1.5. Caracterización de fuentes semilleras.....	24
1.6. Fenología.....	25
1.7. Almacenamiento.....	25
1.8. Conservación	26
1.9. Características generales de las semillas	27
1.9.1. Tamaño	27
1.9.2. Color	27
1.9.3. Textura.....	27
1.9.4. Forma.....	27
1.10. Normas ISTA.....	27
1.10.1. Pureza.....	28
1.10.2. Peso.....	28
1.10.3. Contenido de humedad	28
1.11. Germinación	28

1.12. Importancia	29
CAPITULO II.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS	30
2.1. Tipos de investigación según los siguientes criterios.....	30
2.2. Ubicación del lugar	30
2.3. Caracterización edafoclimática del lugar	30
2.3.1. Suelo	30
2.3.2. Clima.....	30
2.4. Materiales, equipos y software	30
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos	31
2.5.1. Diseño experimental	31
2.5.2. Declarar los niveles de cada factor	31
2.5.3. Diseño experimental	32
2.6. Modelo estadístico del experimento	33
2.6.1. Diseño de las matrices para el registro de los datos primarios.	34
2.7. Instalación del experimento	34
2.7.1. Fase de campo.....	34
2.7.2. Tamaño de la muestra	37
2.7.3. Observaciones fenológicas	40
2.7.3.1. Variables a registrar	40
- Fenología vegetativa.....	40
- Fenología reproductiva.....	40
Social	41
- Calendario fenológico.....	41
- Determinación del potencial de producción de frutos	42
Recolección de frutos.....	42
Extracción de semillas	43
2.7.4. Fase de laboratorio	43
Conservación de la semilla	43
Almacenamiento	43
2.7.4.1. Características de la semilla.....	44
Tamaño	44
Forma	44
Color	44
Textura	44
2.7.4.2. Calidad de la semilla.....	45
Pureza.....	45
Contenido de humedad	45
Peso de la semilla.....	45
2.7.5. Germinación.....	46
Poder germinativo.....	46

Vigor germinativo.....	46
Energía germinativa.....	47
Índice de velocidad de emergencia.....	47
Velocidad de emergencia.....	47
CAPITULO III.....	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
3.1. Características fenotípicas de la población de cerote.....	48
- Asociatividad con otras especies.....	49
3.2. Caracterización biofísica de la población de cerote.....	50
3.2.1. Altitud.....	50
3.2.2. Variables biofísicas.....	50
- Meses secos y lluviosos.....	51
3.3. Caracterización socioeconómica:.....	52
3.3.1. Criterio Funcional.....	52
Conocimiento de la especie.....	52
Importancia cultural.....	52
Productos y servicios.....	52
3.3.2. Criterio Ecológico.....	53
Edad de las poblaciones.....	53
Época de floración y fructificación.....	53
Degradación de la especie.....	53
3.3.3. Criterio socioeconómico.....	53
Género y edad.....	53
Actividad e ingresos.....	53
Composición familiar.....	54
Nivel de educación.....	54
Etnia.....	54
Residencia en la zona.....	54
3.4 Evaluación de fuente semillera.....	54
3.5. Fenología.....	55
3.5.1. Fase vegetativa.....	55
3.5.2. Fase reproductiva.....	56
3.6. Potencial de producción frutos.....	58
3.7. Calendario fenológico:.....	59
3.8. Características morfológicas de la semilla.....	59
3.9. Calidad de la semilla.....	61
3.10. Germinación en condiciones controladas (Cajas Petri).....	62
3.10.1. Poder germinativo.....	62
- Prueba paramétrica de normalidad.....	62

- Prueba de homocedasticidad	63
- ANOVA.....	63
3.10.2. Vigor germinativo	64
- Prueba paramétrica de normalidad	64
- Prueba de homocedasticidad	65
- Kruskall Wallis	65
3.10.3. Energía germinativa	66
- Prueba paramétrica de normalidad	67
- Prueba de homocedasticidad	67
- Kruskal Wallis	67
3.11. Germinación en cajas germinadoras con sustrato preparado	69
CAPITULO IV.....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, equipos y software empleados en la investigación	31
Tabla 2. Descripción de tratamientos	32
Tabla 3. Descripción del diseño	32
Tabla 4. Distribución de las cajas petri - condiciones controladas.....	33
Tabla 5. Distribución de los tratamientos en cajas germinadoras	33
Tabla 6. Formato de actividades	34
Tabla 7. Criterios de evaluación fenotípica.....	35
Tabla 8. Características de identificación de fuente semilleras.....	38
Tabla 9. Escala de interpretación de los eventos fenológicos.	40
Tabla 10. Evaluación dasométricos de <i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers).....	48
Tabla 11. Variables biofísicas de la especie <i>Hesperomeles Obtusifolia</i>	51
Tabla 12. Productividad de los cinco individuos de Cerote de la especie <i>Hesperomeles obtusifolia</i> de la comunidad de Morochos.	58
Tabla 13. Tabla de medias	58
Tabla 14. Resultados de las características morfológicas de la semilla de <i>Hesperomeles obtusifolia</i>	60
Tabla 15. Resultados de la calidad de la semilla de <i>Hesperomeles obtusifolia</i>	61
Tabla 16. Evaluación del poder germinativo por cada tratamiento.....	62
Tabla 17. Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo.	63
Tabla 18. Evaluación de la prueba de Levene.....	63
Tabla 19. Evaluación de la prueba paramétrica de ANOVAs del poder germinativo	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelos arquitectónicos según Halle et al., (1978)	36
Figura 2. Dimensión de cuadrantes	41
Figura 3. Formas de la semilla.....	44
Figura 4. Etapas de foliación de <i>hesperomeles obtusifolia</i>	55
Figura 5. Fenofase de floración de <i>Hesperomeles obtusifolia</i>	56
Figura 6. Fenofase de fructificación de <i>Hesperomeles obtusifolia</i>	57

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación.

- Problemática

En el Ecuador las prácticas de restauración y enriquecimiento de los bosques se encuentra en niveles mínimos, por ende, los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y comunidades buscan la planificación y la ejecución de planes de restauración y enriquecimiento, lo cual demanda de la producción de plántulas de especies forestales en los viveros y una semilla forestales de calidad y certificada (Cué, Añazco y Paredes, 2019).

La caracterización de la fuente semillera es crucial para el diseño de estrategias efectivas de conservación in situ. El conocimiento detallado de las características genéticas, la ecología y la distribución de la especie permite identificar áreas prioritarias para la conservación y desarrollar medidas específicas para proteger su diversidad genética (FAO, 2010).

En la diversidad biológica que está dada por los elementos geográficos que suman la variedad de climas e historia de la existencia de los ecosistemas ambientales naturales, se considera la importancia ecológica de las especies nativas en la transformación de la estructura de una población y así (Aguirre, 2018).

El análisis fenológico de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) es esencial para comprender su ciclo de vida, fenofases y otros factores. La reproducción de esta especie es un componente fundamental, vinculada con la sociedad y economía de la comunidad de Morochos, misma que no cuenta con la información detallada sobre su biología reproductiva. Siendo un elemento crucial para el diseño de estrategias de conservación, restauración y enfoque cultural de la especie.

Por lo descrito anteriormente es necesario desarrollar la investigación para satisfacer las necesidades sobre la información del comportamiento fenológico y reproductivo de la especie forestal, mencionando que, la información de semillas forestales es mínima y existe problemas para la capacitación de las personas en el ámbito de la producción de plantas forestales o en la recolección y manipulación de semillas, por lo cual, el propósito

de la investigación es estudiar el comportamiento de las semillas en condiciones de almacenamiento y germinación del cerote *Hespéremeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) en la comunidad de Morochos del cantón Cotacachi, provincia de Imbabura.

- **Formulación del problema**

La escasez de estudios y conocimientos acerca del almacenamiento, conservación, germanización y comportamiento fenológico, reproductivo, socioeconómico, biofísico y ambiental de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote) en la comunidad de Morochos del cantón Cotacachi.

• **Justificación.**

En Ecuador, no se ha llevado a cabo una adecuado conservación de los recursos genéticos forestales. La falta de información sobre los estudios de conservación y almacenamiento de semillas representan un serio desafío para el país, lo q ha provocado la pérdida de especies nativas y como resultado una disminución de la biodiversidad (Cué, Añazco, y Paredes, 2019).

El almacenamiento de semillas se realizará forma ex situ, es decir en frascos sellados herméticamente y esterilizados, lo que permitirá preservar semillas que son autóctonas y proteger la biodiversidad genética esencial para la adaptabilidad y la resistencia de los bosques ante factores como cambios climáticos, enfermedades y plagas. Esta investigación también asegura la conservación de la semilla.

La comprensión del comportamiento fenológico y reproductivo de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) contribuirá al conocimiento integral de la diversidad biológica en la zona. El estudio de estos aspectos nos permitirá diseñar estrategias de conservación más efectivas a futuro, especialmente en el contexto de posibles cambios climáticos que podrían afectar los patrones de floración y fructificación en la especie.

En la investigación también se abordarán aspectos socioeconómicos donde se tendrá muy en cuenta la relación entre la ecología y la economía ya que es fundamental para el desarrollo sostenible. Determinando un entendimiento entre la comunidad local y la

especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) donde se enfocará en obtener información valiosa en el desarrollo económico sostenible en la comunidad de Morochos.

El presente estudio tiene como objetivo indagar en el ámbito científico la diversidad genética, centrándose especialmente en proyectos de investigación interesados en el mejoramiento genético de especies nativas mediante prácticas de manejo de semillas más efectivas. Además, se pretende dirigir la atención hacia los investigadores y académicos que buscan ampliar el conocimiento sobre las características genéticas y fisiológicas de las semillas. Este estudio cobra relevancia al proporcionar información valiosa para el desarrollo de estrategias de cultivo y mejora genética en el cerote *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote). Al abordar la importancia de la fuente semillera, se espera contribuir al avance del conocimiento en este campo y proporcionar herramientas prácticas para un manejo adecuado de las semillas (Smith, 2020).

- **Objetivos.**

- **Objetivo General**

Evaluar integralmente el comportamiento fenológico, reproductivo, socioeconómico, biofísico y ambiental de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), así como los métodos de almacenamiento de sus semillas en el Biocorredor Andes Norte (BIAN), Imbabura, Ecuador.

- **Objetivos Específicos**

- Caracterizar la fuente semillera de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) considerando sus atributos fenotípicos, condiciones socioeconómicas, ambientales y biofísicas en el entorno del BIAN, Imbabura.
- Determinar las características fenológicas y el potencial de producción de frutos de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) en la comunidad de Morochos.
- Determinar los métodos de almacenamiento que influyan positivamente en la germinación de las semillas de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote).

- **Hipótesis**
- **H₀:** Los métodos de almacenamiento de las semillas no influyen de manera significativa en la germinación de la especie estudiada.
- **H_a:** Al menos uno de los métodos de almacenamiento influye de manera diferente en la germinación de la especie estudiada.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. Bosques nativos andinos

La interacción humana ha tenido un efecto significativo tanto en el aumento como en la reducción de la deforestación y degradación de los bosques Andinos. Según Jan (2022) es crucial mantener los bosques nativos y enfrentar los desafíos que esto conlleva. A través de la gestión forestal sostenible y la restauración de los ecosistemas, es posible lograr un equilibrio entre la conservación y el uso de los bosques, asegurando su sostenibilidad en los aspectos económico, social y ambiental.

Los bosques desempeñan un papel crucial en la economía local y nacional, siendo esencial elaborar estrategias a nivel nacional que reconozcan su importancia como sectores estratégicos, tal como señalan Vásquez et al. (2017). Estos ecosistemas no solo son valiosos por sus recursos comerciales, sino también por su capacidad para mitigar el cambio climático y fomentar medidas locales de adaptación. El impacto de los bosques andinos en la adaptación y mitigación es significativo, ya que contribuye a fortalecer la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas, como ha destacado Jan (2022).

1.2. Ecosistema

1.2.1. Definición Ecosistema

Un ecosistema se define como una compleja interacción entre organismos y los factores físicos presentes en un entorno específico, siendo una de las unidades fundamentales en la naturaleza (Armenteras et al.,2015)

Este conjunto comprende diversas especies en una región dada, las cuales interactúan entre sí y con el entorno abiótico. Estas interacciones abarcan procesos como simbiosis, mutualismo, depredación, competencia, parasitismo, y contribuyen al ciclo de energía y nutrientes. El ecosistema engloba bacterias, hongos, plantas y animales, todos dependientes unos de otros, y su desintegración forma parte integral de la dinámica ambiental (Biodiversidad Mexicana,2020).

1.2.2. Ecosistemas referenciales

Esta especie habita en varios ecosistemas, entre los que se destacan: el Bosque siempreverde montano de la Cordillera Oriental y Cordillera Occidental de los Andes, el Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes y el Bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes (Ministerio del Ambiente [MAE], y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO],2015).

Su distribución abarca regiones de Mesoamérica, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia. En Ecuador se extiende en varias provincias como: Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Cotopaxi, El Oro, Loja, Napo, Pichincha, Tungurahua, Zamora Chinchipe y Sucumbíos, esta especie se encuentra en laderas abiertas y paramos, abarcando altitudes que van desde los 1600 hasta los 3400 metros sobre el nivel del mar, según la información proporcionada por (Trópicos, 2015).

1.3. Clasificación taxonómica

1.3.1. Clasificación taxonómica

Familia: Rosaceae

Género: *Hesperomeles*

Especie: Pers

Nombre científico: *Hesperomeles Obtusifolia* (Pers.) Lindl.

Nombre común: cerote (Trópicos, 2015)

1.3.2. Características botánicas

Esta especie posee la base de las hojas es cuneada y se extiende decurrente sobre el peciolo, mientras que los márgenes son crenado-dentados, ramitas son generalmente inermes o poseen una espina en el extremo, hojas con dimensiones de 5-20 a 35 mm y son de forma obovada, oblanceolada o elíptica, teniendo el envés más claro y menos texturizado, con el haz brillante, liso o rugoso-reticulado (Trópicos, 2015).

Las inflorescencias son de aproximadamente 3 cm de diámetro durante la antesis y se presentan en cimas, siendo peludas y con 2-20 flores. Las brácteas son lineares, miden entre 3.5-5 mm. Las flores contienen pedúnculos, con pedicelos que varían de 1-10 mm y presentan bractéolas en número de 2, con dimensiones de 2-5 a 0.5 mm. El hipanto de forma campanulada, y es peludo mientras que los sépalos son triangulares, con pubescencia en la base y ápices generalmente glabros y agudos. Los pétalos son elípticos u obovados, de color blanco o rosa pálido, con márgenes erosos y ápice redondeado. Los estambres miden 5 mm, y los carpelos son 5 con estilos de 3-5 mm de longitud. Los frutos, denominados pomos, tienen dimensiones de 5-12 a 5-10 mm, son globoso y presentan el cáliz y los estilos persistentes (Trópicos, 2015).

1.4. Fuentes semilleras

Una fuente semillera se define como una área que alberga árboles autóctonos de una especie en particular, exhibiendo características fenotípicas de alta calidad o deseables, según lo indicado por Fremout et al.,(2021).Estos individuos se seleccionan con el propósito de incrementar la población de su especie, conforme a la práctica de conservación in situ, la cual tiene lugar en su entorno original, tal como lo señalan Gutiérrez y Flores (2017). Este método, se lleva a cabo con el fin de preservar y promover la diversidad genética y las cualidades deseables de la especie.

En el país, el sistema nacional de conservación y producción de semillas forestales no opera de manera sistemática, se ha progresado escasamente en la elección de las fuentes semilleras de especies nativas, lo que constituye la principal razón detrás de la baja calidad en términos de forma y rendimiento en las plantaciones. A pesar de las recientes iniciativas de reforestación, existe un número sustancial de árboles y rodales disponibles para ser seleccionados como fuentes semilleras mediante la evaluación fenotípica (Cué, Añazco y Paredes 2019).

1.5. Caracterización de fuentes semilleras

Características de árboles semilleros o también llamados fuentes semilleras, corresponde a una zona de árboles nativos de la misma especie que muestran cualidades fenotípicas deseables o de alta calidad (Fremout et.,2021), estos árboles se emplean para aumentar la población de su especie (Ochavan et al.,2019). Este tipo de conservación es

conocido como *in situ*, ya que se lleva a cabo en su entorno natural (Gutiérrez y Flores,2017).

El uso de semillas provenientes de fuentes semilleras diversas facilita la adaptabilidad a distintos hábitats como lo recalca Méndez et al., (2020). A la vez, Castillo et al., (2019) destacan que esto ayuda a mantener la variabilidad genética, permitiendo que las especies respondan mejor a las cambiantes condiciones edafoclimáticas. Por su parte, Paredes (2018) afirma que Ecuador alberga una amplia variedad de especies forestales, lo que es crucial para conservar el material genético. No obstante, Cormadera (2019) advierte que, aunque el país tiene un gran potencial forestal, la pérdida acelerada de bosques también implica una pérdida significativa de este valioso material genético.

1.6. Fenología

De acuerdo con Restrepo (2010), la fenología es el estudio de las etapas biológicas periódicas vinculadas a la vida de las plantas. Este campo científico implica la observación de las fenofases de una especie en relación con diversos factores climáticos, tales como precipitación, humedad, altitud y temperatura, entre otros (Eras et al.,2019). La fenología se centra en el registro de fechas asociadas a fenómenos periódicos, permitiendo así la identificación del periodo anual correspondiente a cada organismo bajo observación.

Las observaciones fenológicas proporcionan información sumamente valiosa para investigaciones futuras vinculadas a las variaciones climáticas y al crecimiento de las plantas (Ramírez et al.,2014). Por ejemplo, se ha comprobado que la floración constituye uno de los eventos fenológicos más susceptibles a las alteraciones en las condiciones climáticas (Hatfield y Prueger, 2015).

1.7. Almacenamiento

De acuerdo con Cue, et al., (2020) el manejo de semillas forestales en Ecuador, particularmente en lo que respecta a su almacenamiento, sigue siendo insuficiente. Sin embargo, es crucial para la reproducción sexual de las especies, como señala Doria (2010), ya que se debe conservar en condiciones adecuadas para mantener su vitalidad y capacidad germinativa desde su recolección hasta el momento de su siembra.

Para que este proceso se realice de manera segura y eficiente, es necesario controlar los factores como la humedad de la semilla, temperatura, tiempo de almacenamiento y espacio disponible. Estas condiciones deben reducir la respiración y otros procesos metabólicos sin afectar al embrión (Hartmann y Kester, 1988).

Según Hartmann y Kester (1988) y Jara (1997), se pueden distinguir cuatro tipos de almacenamiento de semillas: el almacenamiento abierto, sin control de temperatura ni humedad, es adecuado para climas secos o para semillas con cubiertas duras; el almacenamiento cálido con control de humedad y la colocación de semillas secas en bolsas selladas; el almacenamiento en frío, que consiste en mantener las semillas en recipientes sellados a bajas temperaturas, recomendado para la mayoría de las semillas; y el almacenamiento frío húmedo, donde las semillas se colocan en recipientes que mantengan la humedad o que contengan materiales que retengan la humedad.

En líneas generales, los almacenamientos a corto plazo, en espera de tratamientos pregerminativos, requieren un ambiente fresco y oscuro con una temperatura baja y constante que prevenga la pérdida de humedad de las semillas, por otro lado, los almacenamientos a largo plazo necesitan reducir la humedad de un 6 a 8 %, para luego ser conservarlos a una temperatura de 2 a 5 ° C (Arnold, 1996). Este rango de temperatura proviene el ataque de hongos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Botrytis* (Mesen et al., 1996).

1.8. Conservación

La conservación del medio ambiente, la protección de los ecosistemas, la biodiversidad y el resguardo del patrimonio genético nacional, así como la preservación de daños ambientales y la restauración de áreas naturales deterioradas, son elementos esenciales para lograr un desarrollo sostenible. Esto está claramente estipulado en el artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador, promulgada en 2008 (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En el artículo 71 y 72 de la constitución de la República del Ecuador establece que la Pacha mama tiene derecho a que se respete completamente su existencia, así como a la conservación y regeneración de sus ciclos vitales. Además, se reconoce su derecho a la restauración y se determina que el Estado debe implementar medidas adecuadas para

eliminar o mitigar los efectos negativos en caso de impactos ambientales (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

1.9. Características generales de las semillas

Las características de las semillas son de gran importancia en el proceso de reproducción y generar una nueva población de plantas (Doria, 2010). Entre las cuales encontramos: tamaño, color, aspecto y forma.

1.9.1. Tamaño

El tamaño de la semilla es considerado como uno de los rasgos vegetales más significativos desde una perspectiva ecológica y, lo que ha llevado a un extenso estudio sobre este tema. Su relevancia se debe a que desempeña un papel crucial en la ecología de las plantas, ya que está relacionado con la capacidad de dispersión y establecimiento de las especies (Cuasque, 2023).

1.9.2. Color

Conforme a lo señalado por Cuasque (2023), las semillas exhiben una variedad de colores, siendo comúnmente amarillentas, pardas o marrón, así como blancas, otros tonos.

1.9.3. Textura

Las semillas pueden presentar características externas, como ser rugosas o lisas, duras o suaves, así como también pueden ser peludas, estriadas, aladas, brillantes u opacas, Cuasque (2023).

1.9.4. Forma

Las semillas presentan una amplia variedad de formas como lo menciona Cuasque (2023), que incluye opciones redondas, ovaladas, alargadas, uniformes. Por otra parte, Romero (2015) también aborda este tema, destacando la diversidad en las características morfológicas de las semillas.

1.10. Normas ISTA

Las Normas ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semillas) establecen protocolos estandarizados que permiten evaluar la calidad y viabilidad de las semillas, a nivel global, especialmente en especies de interés comercial, agrícola y forestal (Urgiles,

et al., 2020). Se encuentra normados a través de la (Normas SITA, 2016). Siendo técnicas estandarizadas que permite obtener resultados uniformes.

Los principales parámetros para evaluar la calidad de semillas bajo las normas SITA incluyen: pureza, peso y contenido de humedad.

1.10.1. Pureza

La pureza de la semilla se clasifica en tres componentes: semillas puras, otras semillas y material inerte, siendo el porcentaje de cada uno determinado por su peso. Para llevar a cabo este análisis, se puede utilizar herramientas como lupas, luz reflejada, tamices y sopladores (ISTA, 2016). Según Lallana, García y Elizalde (2011), la pureza se refiere al nivel de limpieza de una muestra. Es importante tener en cuenta que en cualquier muestra habrá material inerte, que puede incluir tierra, paja o partes de semillas. Esos materiales inertes son relevantes ya que contribuyen al peso total de la muestra, lo que resulta en menor proporción de la semilla deseada.

1.10.2. Peso

El peso de la semilla se expresa como el valor inverso del número de semillas por kilogramos. Esto significa que cuanto mayor sea el peso, menor será la cantidad de semillas por kilogramo. Los valores varían según la especie, lo que ofrece una indicación del tamaño de las semillas y su modo de dispersión (Poulsen et al., 2000). Según ISTA (2016), este valor se calcula como la cantidad de semillas puras por unidad de peso. Recomendando tomar al menos 8 muestras de 100 cada una, pesarlas individualmente, calcular el promedio y así obtener el peso promedio para la especie en estudio.

1.10.3. Contenido de humedad

El contenido de humedad, de acuerdo con ISTA (2016), se define como la cantidad de agua presente en la relación al peso total de la semilla después de ser secada. Es fundamental conocer este contenido para prevenir problemas de contaminación durante el almacenamiento de las semillas.

1.11. Germinación

La germinación es el proceso por el cual el embrión reanuda su crecimiento, lo que lleva a su salida de la semilla y el desarrollo de las estructuras necesarias para que la

planta crezca (Bonner, 2006). Todo comienza cuando la semilla absorbe agua, en un proceso como imbibición, y finaliza con la elongación de la radícula. En un ambiente de laboratorio, se considera que la germinación ha ocurrido una vez que la radícula rompe las cubiertas de la semilla, según el criterio fisiológico. No obstante, en condiciones de campo, la germinación se da por completa cuando emerge una plántula normal y se ha desarrollado correctamente, de acuerdo con el criterio agronómico (Pita y Pérez, 2014).

La germinación hace referencia a los procedimientos que tiene lugar en la semilla, desde el desarrollo del embrión hasta la generación de una pequeña planta con la capacidad de subsistir por sí sola, prescindiendo del sustento almacenado en la semilla. Se describe como la reactivación del crecimiento embrionario que se detuvo durante el proceso de maduración. Durante este proceso de germinación, se impulsa procesos fisiológicos que involucran actividades metabólicas, como puede ser el aumento de la humedad entre otras (Khaeim et al., 2022).

1.12. Importancia

La familia a la que pertenece esta especie tiene una gran relevancia en diversos aspectos fenológicos, socioeconómicos, biofísico y ambiental. Esto se debe a la presencia de derivados metabólicos secundarios como taninos, esteroides y terpenos, los cuales aportan tanto al desarrollo de la especie como a su interacción con el entorno, además de su amplia distribución. Estas sustancias, están presentes en diferentes partes de las plantas, contienen varios beneficios para la salud y funciones ecológicas, lo que refuerza su valor dentro de los ecosistemas donde habitan, tomándolo como modelo para evaluar la variabilidad morfológica en ambientes conservados (Eraso et al., 2016).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipos de investigación según los siguientes criterios

La investigación es de tipo aplicada y experimental, con un enfoque misto, ya que se analizó datos cuantitativos y cualitativos en un tiempo sincrónico a la investigación.

2.2. Ubicación del lugar

La comunidad de Morochos está delimitada al Norte por la comunidad de Morales Chupa, al Sur limita con Ushuagpungo, al Este con la hacienda de Iltaqui y la comunidad de Chilcapamba y al Oeste colinda con el sector Cuicocha pana.

2.3. Caracterización edafoclimática del lugar

2.3.1. Suelo

Las características geológicas y la materia orgánica que se acumulan en la superficie terrestre han dado lugar a diferentes tipos de suelos, entre ellos los Inceptisoles. Estos suelos presentan un horizonte superficial oscuro, ricos en humus y sílice amorfo, y se forman principalmente sobre depósitos de cenizas volcánica. En Quiroga, los Inceptisoles abarcan el 72.95 % del territorio (PDOT, 2019).

2.3.2. Clima

Con respecto al clima de la comunidad, podría decirse que es muy variable debido a que se encuentra en las faldas del Cotacachi, acorde a las épocas predominantes. Se presenta frecuentes precipitaciones, las cuales oscilan entre 12 y 15 grados. Mientras que, en otras épocas, el clima es templado, acompañado de fuertes vientos y las temperaturas oscilan entre 16 y 19 grados, en las épocas secas son evidente debido a la ausencia de precipitaciones (Vinueza, 2017).

2.4. Materiales, equipos y software

Los materiales utilizados se pueden observar en la (Tabla 1).

Tabla 1.*Materiales, equipos y software empleados en la investigación*

Materiales de campo	Materiales de laboratorio	Equipos	Software
Tijera podadora	Cajas Petri	Balanza analítica	Infostat
Papel periódico	Pinzas	Autoclave	Excel
Fundas	Lupa	Estufa de laboratorio	Word
Cuaderno de notas	Alcohol	Forcípula	
Cámara fotográfica (Teléfono)	Envases de vidrio		
	Fundas herméticas		

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos

Para las investigaciones experimentales

2.5.1. Diseño experimental

Declara el factor(es) a estudiar

Envases de almacenamiento

2.5.2. Declarar los niveles de cada factor

Los tratamientos aplicados en el estudio se observan en la (Tabla 2).

Tabla 2.*Descripción de tratamientos*

	Tratamientos	Especie	Factor		Código
1	Tratamiento	Especie	A1: Oscuro	Frasco	T1EA1
2	Tratamiento	Especie	A2: Translucido	Frasco	T2EA2
3	Tratamiento	Especie	A3: Oscura	Funda	T3EA3
4	Tratamiento	Especie	A4: Translucida	Funda	T4EA4
5	Tratamiento	Especie	A5: Ambiente		T5EA5

2.5.3. Diseño experimental

En el presente estudio se aplicó un Diseño Irrestricto al Azar -DIA, como se muestra en la (Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5).

Tabla 3.*Descripción del diseño*

Diseño	Numero
Número de Tratamientos	5
Número de Repeticiones	4
Unidades experimentales	20
Número de individuos	50
Total, de semillas	2000
Temperatura de almacenamiento	7°C

Tiempo de almacenamiento	1 mes
Tiempo de evaluación de germinación	90 días

Distribución en condiciones controladas.

Tabla 4.

Distribución de las cajas petri - condiciones controladas

T5R2	T1R2	T3R1	T3R3
T4R2	T4R2	T5R3	T2R3
T1R4	T5R4	T1R3	T4R1
T2R1	T2R4	T2R2	T5R1
T3R4	T3R2	T4R4	T1R1

Distribución de los tratamientos en cajas germinadoras

Tabla 5.

Distribución de los tratamientos en cajas germinadoras

Distribución de las cajas - Diseño al Azar										
Nº de caja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tratamiento	T3R2	T5R4	T4R1	T2R1	T5R3	T5R4	T1R1	T4R2	T1R2	T3R4
Nº de caja	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
Tratamiento	<u>T1R3</u>	<u>T1R4</u>	<u>T2R3</u>	<u>T4R4</u>	<u>T4R2</u>	<u>T2R2</u>	<u>T4R3</u>	<u>T2R4</u>	<u>T3R3</u>	<u>T5R1</u>

2.6. Modelo estadístico del experimento

Diseño Irrestricto al Azar

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij}	Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental
μ	Efecto de la media general
t_i	Efecto del i -ésimo tratamiento
ε_{ij}	Efecto del error experimental asociado a la i -ésima unidad experimental

La variación de las medidas se estableció por efecto del tratamiento más el efecto del error.

2.6.1. Diseño de las matrices para el registro de los datos primarios.

La matriz utilizada para la recolección de datos se observa en la (Tabla 6).

Tabla 6.

Formato de actividades

Formato de Actividades						
Tratamientos	Inicio de proceso de invivición	de	Inicio del rompimiento de la testa (endospermo)	Aparición de la radícula	Germinación	Emergencia

2.7. Instalación del experimento

2.7.1. Fase de campo

Para determinar las **características fenotípicas** de los árboles, primeramente, se estableció tres parcelas circulares de 8,96 m de radio (MAE, 2021) - Acuerdo ministerial 095, en las cuales se seleccionó un total de 10 individuos, a estos se aplicó:

La metodología modificada de (Ordoñez, 2001) (Tabla 7).

Tabla 7.*Criterios de evaluación fenotípica*

Variable	Característica
Diámetro de copa	Copa vigorosa > 2m
	Copa promedio 2m y 1m
	Copa pequeña < 1m
Altura total	De 10m o mas
	Entre 4m y 6m
	Menos de 2m
Numero de tallos	Abundantes
	Moderados
	Pocos
Forma del fuste	Recto
	Ligeramente torcido
	Torcido
	Muy torcido
Forma de la copa	Circular
	Circular irregular
	Medio circular
	Menos de medio circulo
Angulo de inserción de ramas	Pocas ramas
	40° - 50°
	30° - 40°

0° - 30°

Altura de bifurcación

No bifurcado

Bifurcado en la parte superior

Bifurcado en la parte media

Bifurcado en la parte inferior

Arquitectura del árbol

Modelos sin ramificación. Modelos ramificados sin diferenciación entre ejes. Modelos con diferenciación entre ejes; el modelo de Cook se diferencia del modelo de Roux en que las ramas plagiótropas son filiformes. Modelos con ejes mixto

DAP

Mayor de 60

De 40 – 30

De 30 - 20

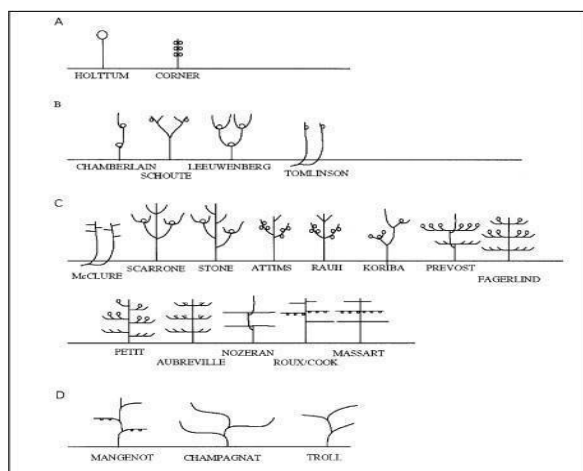
Menor de 20

Fuente: Ordoñez (2001)

Los modelos arquitectónicos planteados por (Halle et al., 1978), para definir la arquitectura de la especie estudiada como se observa en la (Figura 1).

Figura 1.

Modelos arquitectónicos según Halle et al., (1978)



Nota: a) Modelos sin ramificación. b) Modelos ramificados sin diferenciación entre ejes. c) Modelos con diferenciación entre ejes; el modelo de Cook se diferencia del modelo de Roux en que las ramas plagiótropas son filoformas. d) Modelos con ejes mixtos, formando parte tronco, parte rama.

- Se contabilizó el número de individuos de la especie estudiada por parcela y por hectárea.
- Se identificó las especies forestales que están en asocio.
- Se definió la extensión de la fuente semillera.

Para llevar a cabo la **caracterización biofísica** se utilizó cartografía existente de acuerdo con la escala establecida y el Software ArcGIS 10.7; Se generaron mapas que reflejan la precipitación, temperatura, altitud, factores edáficos, cobertura vegetal de la parroquia donde se ubican los sitios de estudio.

Para la **información socioeconómica**, se elaboró una encuesta preliminar, tomando como referencia la metodología de Ospina (2006), en relación con los criterios que a continuación se indica:

Criterio funcional: Determinación de productos y servicios.

Criterio ecológico: Diagnóstico de protección, conservación, uso sostenible, degradación y/o restauración, presencia de aves o animales., cuando florece y cuando fructifica

Criterio socioeconómico: Aspectos sociales, culturales y económicos.

2.7.2. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 1:

$$n = N * Z_{\alpha/2}^2 * p * q / e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 * p * q$$

Fuente: Murray y Larry (2009)

Donde:

n= tamaño de la muestra buscado

N= tamaño de población o universo

Z= Parámetro estadístico que depende el Nivel de confianza (NC)

e= Error de estimación máximo aceptado

p= probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q= probabilidad de que no ocurra el evento estudiad

Con la información de campo de la caracterización fenotípica, biofísica, y socioeconómica, se identificó el tipo de **fuentes semilleras**, tomando en cuenta las características de identificación establecidas en la Norma de Semillas Forestal promulgada por el MAE (2004) (Tabla 8).

Tabla 8.

Características de identificación de fuente semilleras

Tipo de fuente	Características	Diagnostico
Huerto Semillero Comprobado (HSC)	Compuesta por individuos o clones que han sido evaluados genéticamente través de ensayos, y luego seleccionados y mejorados mediante procesos de aclareo	(El diagnóstico de estas características se realizó en el sitio donde se encontró el tipo de fuente)
	Área mínima de 1 ha, con un número menor a 20 individuos en capacidad de producción.	
	Tener una distancia de 30 metros entre individuos de un mismo clon	
	Aislado en un radio de 500 metros de individuos de esta o diferente especie.	

Huerto Semillero no Comprobado (HSNC)	<p>No tiene respaldo de pruebas genéticas.</p> <p>Alta intensidad de selección sometida a los padres de los futuros clones.</p> <p>Depurados mediante aclareos sin depuración genética.</p>
Rodal Semillero (RS)	<p>Proceder de al menos 30 árboles no emparentados.</p> <p>El número de individuos por hectárea es de 75 y mínimo de 20 cuando se trata de especies con alta producción de semillas.</p> <p>El 50 % de los árboles deben alcanzar la máxima capacidad de producción de semillas.</p> <p>Deben estar aislado en un radio de 500 metros</p>
Fuente Semillera Seleccionada (FSS)	<p>No presenta aislamiento, menos de 75 árboles por hectárea, no han sido sometidos a depuraciones ni aclareos.</p> <p>Debe contener 200 individuos por hectárea.</p> <p>Al menos 50 árboles por hectárea deben tener características fenotípicas deseables.</p> <p>Densidad mínima de 25 árboles por hectárea</p>

Fuente Identificada (FI)	Grupo de árboles fenotípicamente deseables, tiene baja densidad, incumple con los parámetros, se acepta como un área temporal de producción.
--------------------------	--

Fuente: MAE (2004)

2.7.3. Observaciones fenológicas

Las observaciones fenológicas se llevaron a cabo utilizando valores porcentuales y basándose en la escala de Fournier (1974), tal como se presenta en la (Tabla 9), a los 10 individuos seleccionados, a través de 5 visitas en el sitio de estudio.

Tabla 9.

Escala de interpretación de los eventos fenológicos.

Estado	Escala	Porcentaje
Ausencia de la fenofase	0	0 %
Inicio de la fenofase	1	1-25%
Manifestación baja de la fenofase	2	26-50%
Manifestación media de la fenofase	3	51-75 %
Manifestación alta de la fenofase	4	76% -100%

Fuente: Fournier (1974)

2.7.3.1. Variables a registrar

Para el registro de las fenofases se consideró varios aspectos importantes:

- ***Fenología vegetativa***

Esta categoría describe el desarrollo vegetativo de la planta, que se clasifica en tres etapas: hoja en brotación (HB), hoja madura (HM) y defoliación (DEF)

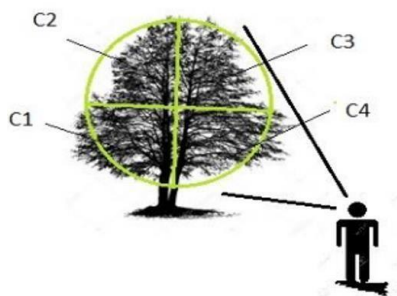
- ***Fenología reproductiva***

Se encuentra en el crecimiento reproductivo de la planta, abarcando las etapas de inflorescencia (INF), fruto joven (FJ) y fruto maduro (FM).

El método empleado es sistemático, comenzando con la identificación de la copa de la planta, que luego se divide en cuatro cuadrantes simétricos. Cada cuadrante se numera en el sentido de las manecillas del reloj como se ilustra en la (Figura 2). Este enfoque permitió una observación organizada y detallada del desarrollo de las plantas a lo largo de sus ciclos fenológicos.

Figura 2.

Dimensión de cuadrantes



Fuente: Aponte y Sanmatin (2011)

Social

Para llevar a cabo el estudio de la fenología de la especie, se utilizó una metodología participativa activa, donde miembros de la comunidad se involucraron como actores clave en la recolección de información. Estas personas, al estar directamente relacionados con el problema investigado, jugaron un papel fundamental en la construcción de los datos (Sampieri, 2013).

- *Calendario fenológico*

El comportamiento fenológico, tanto vegetativo como reproductivo, se analizó a partir de encuestas realizadas en la comunidad. Para representar cada fenofase, se utilizó un color específico, y los resultados se expresarán en porcentaje siguiendo la escala de Fournier, (1974).

- ***Determinación del potencial de producción de frutos***

Se trabajo con cinco individuos previamente seleccionados, de los cuales se tomaron un total de seis ramas: dos en la base del árbol, dos en el centro y dos en la copa. Se evaluó el grado de ramificación, que incluye las categorías secundarias, terciaria, cuaternaria, quincenaria. Luego, se contabilizo el número de frutos en cada rama y se calculó el promedio total para las seis ramas analizadas, lo que permitió obtener el numero promedio de frutos por rama (Aponte y San Martin, 2011). Para obtener estos datos se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 2:

$$Pfp = \frac{p1 + p2 + \dots + pnn}{n}$$

Donde:

Pfp= Promedio de frutos por rama
 pn= Numero de frutos por rama
 n= Numero de ramas

Recolección de frutos

La recolección de los frutos se llevó a cabo en las secciones baja, media, y alta del árbol de los cinco árboles seleccionados. Para facilitar la extracción de frutos, se utilizó una podadora aérea (MAATE, 2010). Este método permitió acceder a las diferentes alturas del árbol de manera eficiente y segura.

Se verifico a través de seguimientos previos de los frutos, utilizando observación ocular directa y consultado la bibliografía sobre la condición física de la semilla, en la que se considera aspectos como forma, peso y tamaño (Rodríguez, 2021). Para el transporte de los frutos se empleó fundas plásticas siguiendo las normas establecidas por SITA. Esté enfoque garantizo que los frutos se mantuvieran en condiciones adecuadas durante su traslado.

Extracción de semillas

Los frutos pasaron por un secado de alrededor de 5 días antes de extraer las semillas

Las semillas se mantuvieron almacenadas en fundas y frascos de vidrio herméticas hasta establecer el momento de iniciar el ensayo.

2.7.4. Fase de laboratorio

Conservación de la semilla

ONUAA (2014), para conservar las semillas se emplearon procedimientos previamente establecidos, que aseguran la preservación del material genético, siguiendo las normas ISTA. Los criterios aplicados fueron los siguientes:

- La recolección de las semillas se hizo durante su época de maduración, lo que permitió evitar la contaminación genética y asegurar su calidad.
- Es fundamental cambiar las semillas dentro de un rango de 3 a 5 días, garantizando así su calidad. Además, se evitó exponerlas a altas temperaturas o a radiación intensa para proteger su integridad.

Almacenamiento

De acuerdo con la ONUAA, (2014), las normas ISTA establecen los siguientes procedimientos para almacenar semillas:

- Para el secado de la semilla se colocaron en un ambiente controlado y a otro natural alcanzando un equilibrio entre 5 y 20°C, con una humedad relativa que puede variar entre un 10 a 25%, dependiendo de la especie.
- Posteriormente, las semillas se almacenaron en recipientes herméticamente sellados para asegurar su conservación.
- Se mantuvieron a una temperatura constante.
- Para el almacenamiento en refrigeración, la temperatura fue de entre 6 y 8°C, con una humedad relativa de aproximadamente de 15 % \pm 3%.
- El tiempo de almacenamiento fue de alrededor de un mes, mientras que la evaluación de la germinación se realizó a los 90 días.

2.7.4.1. Características de la semilla

Tamaño

Se guio la metodología propuesta por Gunn (1984), que indica seleccionar 15 semillas al azar y medir su ancho y largo en milímetros utilizando papel milimétrico. Este enfoque permitió obtener medidas precisas y consistentes de las semillas analizadas.

Ecuación 3:

$$T = l \times a$$

Donde:

L = largo de la semilla

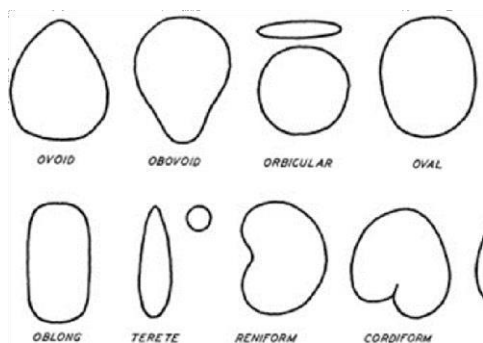
A = ancho de la semilla

Forma

Según Murley, (1951), las semillas pueden presentarse en diversas formas, que incluye amorfas (sin forma), romboides, redondas, planas, oblongas, ovadas.

Figura 3.

Formas de la semilla.



Color

El color de la semilla se pudo determinar utilizando tabla de Munsell.

Textura

De acuerdo con Bravato (1974), las semillas presentan formas tales como: línea de fractura, con porosidades, lisa, rugosa.

2.7.4.2. Calidad de la semilla

Pureza

Se pesó un recipiente plástico que contenía a las semillas tal como fueron recolectadas, incluyendo el material inerte como pequeñas estructuras, hojas y polvo. Luego se separaron las semillas en mejor estado físico. Para estos cálculos, se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 4:

$$P = \frac{P_{sl}}{P_{cl}} \times 100$$

Donde:

P = Pureza (%)

P_{sl} = Peso de semilla sin impurezas (g)

P_{cl} = Peso de semillas con impurezas (g)

Contenido de humedad

Se realizó el pesaje de las semillas antes y después de colocarlas en la estufa a 103 grados centígrados durante 17 horas, tal como se indica en la norma 352,2, de ASABE (2006). Para llevar a cabo estos cálculos, se empleó la siguiente fórmula:

Ecuación 5:

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

Donde:

H_f = Humedad final (%)

W_i = Peso inicial

W_f = Peso final

Peso de la semilla

El peso se calculó a partir del peso de 1000 semillas. Para este ensayo, se utilizó la siguiente fórmula, en la que se obtuvo la media y luego se multiplica por diez:

Ecuación 6:

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

2.7.5. Germinación

La germinación se llevó a cabo en cajas Petri, que contuvo agua destilada y papel absorbente, en donde se evaluó cada día durante noventa días, la imbibición, ruptura de la testa y aparición de la radícula, (Puente, 2022).

Poder germinativo

Se sembró las semillas en cajas Petri que contenían agua destilada y papel absorbente. Luego, de un almacenamiento 6 grados centígrados, se realizó una supervisión diaria, la recolección de datos se llevó a cabo de acuerdo con las normas establecidas por las normas ISTA (ISTA, 2016).

Ecuación 7:

$$P_g = \frac{T_{sg}}{T_{sc}} \times 100$$

Donde:

P_g = Poder germinativo (%)

T_{sg} = Total de semillas germinadas

T_{sc} = Total de semillas colocadas

Vigor germinativo

(Bonner, 1990) menciona que el vigor germinativo se refiere al tiempo necesario para alcanzar la tasa diaria máxima de germinación, se consideró germinación cuando la radícula que alcanza una longitud de 5 mm.

Ecuación 8:

$$VG = VM \times GDM$$

Donde:

VM = Valor máximo de germinación

GDM = Germinación media diaria

Energía germinativa

Se evaluó la velocidad de germinación de una semilla, observando aquellas que brotan más rápido. Las semillas que germinan más rápidamente tienden a desarrollar plántulas más vigorosas, mientras que aquellas que tardan en germinar suelen ser más débiles (Aldhous, 1972).

Ecuación 9:

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

Dónde:

N_i = Número de semillas germinadas

N = Total de semillas a germinar

La germinación también se llevó a cabo en **cajas germinadoras con sustrato preparado**, para ello se evaluó:

Índice de velocidad de emergencia

Índice de velocidad de emergencia (IVE) se determinó mediante el conteo diario de las plántulas que emergieron después de la siembra, considerándose como emergidas aquellas que salieron del sustrato (González y Orozco, 1996).

Velocidad de emergencia

Se calculo a partir de la relación entre la cantidad de plantas que germinaron y el tiempo que tomó el proceso de germinación (González y Orozco, 1996).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características fenotípicas de la población de cerote

Las características dasométricos de la población de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), presentadas en la (Tabla 10), permiten conocer los atributos de la especie, con una altura de 4 m, con un promedio de 2,68 m del diámetro de copa, y con un DAP promedio de 0,25 m.

Tabla 10.

Evaluación dasométricos de Hesperomeles obtusifolia (Pers)

Variable	Característica
Diámetro de copa	2,68 m
Altura total	4 m
Numero de tallos	4 principales
	2 secundarios
Forma del fuste	Irregular
Forma de la copa	Irregular frondosa
Angulo de inserción de ramas	30° a 45°
Altura de bifurcación	22 cm
Arquitectura del árbol	Stone
DAP	0,25 m

Los resultados de las variables dasométricos están ligadas a los factores climáticos del sitio como; precipitaciones, y temperatura, la asociatividad entre las especies, la edad del árbol y la competencia por nutrientes como; luz y agua (Machuca, 2010).

El estudio realizado por Pérez y Mendoza (2008), indica que las características dasométricos de la familia *Rosaceae* en especies maderables, están relacionadas directamente con el lugar en el cual se encuentra ubicado. Coincidiendo de esta manera que la especie *Hesperomeles Obtusifolia* (Cerote) posee una altura entre 4 a 8 m. Se destaca un diámetro de copa que oscila entre 2m y 1m, acompañado por la presencia de 4 tallos principales y 2 secundarios. La forma del fuste es irregular, mientras que la copa se describe como irregular frondosa, con un ángulo de inserción de ramas que varía entre 30 a 45°. Además, se registra una altura de bifurcación de 22 cm. Los cuales tiene similitud con los datos obtenidos en la presente investigación, siendo fundamentales para comprender la evolución de los árboles en su entorno y puede contribuir a esclarecer la conexión evolutiva entre grupos taxonómicos.

Las tipologías fenotípicas se muestran como criterios de selección, diversidad genética dentro de una población siendo así de vital importancia para la conservación de los ecosistemas (Carmona,2020), esto ratifica lo planteado en el presente estudio teniendo una tipología fenotípica de categoría Stone.

Las características fenotípicas desempeñan un papel crucial en la adaptación de las plantas a diversos entornos, como lo señala Eraso, et all (2016). De esta manera se ratifica con los resultados obtenidos en el proceso de caracterización de la fuente semillera, donde se consideran sus atributos fenotípicos en entornos variables lo cual ha logrado adaptarse. En respuestas a estas condiciones cambiantes, las plantas han mostrado un comportamiento silvicultural adecuado, lo que evidencia su capacidad de adaptación y formación fenotípica. Sin embargo, no se observaron tratamientos silviculturales específicos implementados en el área durante el periodo de estudio.

- **Asociatividad con otras especies**

En relación con la asociatividad de la población de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) se puede distinguir que las especie con mayor porcentaje de asociatividad

en cuanto flora es *Oreopanax ecuadorensis* , mientras que en cuanto fauna es el ave *Tachyphonus Rufus*. Estos datos se detallan en la (Figura 15 y 16) del (Anexo 3).

Yáñez (2011), menciona que la presencia de la especie de *Oreopanax ecuadorensis* conocida como Pumamaqui en el ecosistema es importante, ya que en asocio con el cerote contribuyen a la estabilidad del suelo previniendo la erosión, las dos especies mejoran la abundancia de nutrientes en el suelo incrementando la productividad de este. Mientras que el ave *Tachyphonus rufus* conocido comúnmente como Chiguaco es importante, porque, al alimentarse de los frutos contribuye en la dispersión de las semillas de algunas especies nativas como el cerote.

3.2. Caracterización biofísica de la población de cerote

3.2.1. Altitud

La población estudiada se encuentra a lo largo de un rango de elevación que va desde 3317 msnm y los 3267 msnm, ubicado en la parroquia de San Francisco, del cantón Cotacachi, provincia Imbabura

3.2.2. Variables biofísicas

Estas se analizaron a través de mapas cartográficos de la zona como se observa en la (Tabla 11), las isotermas representan líneas de igual temperatura, que en esta área oscilan entre los 9 y 18 °C, y permiten entender la distribución térmica a distintas elevaciones, mientras que las isoyetas muestran líneas de precipitación, con un rango de 1024 a 1500 mm anuales. Por otra parte, se identificó suelos de orden Inceptisol, Mollisol, compuestos por una mezcla de diferentes minerales y materiales orgánicos que provienen de la descomposición de rocas y materia orgánica. El clima predominante en la zona es Ecuatorial semihúmedo Mesotérmico, típico de áreas andinas o montañosas. Además, se detectó la presencia de la cobertura vegetal, donde se alberga una gran variedad de especies de flora y fauna endémicas, así como áreas de mosaico agropecuario, destinadas a la agricultura y ganadería, sistemas de producción. (Anexo 1)

Tabla 11.*Variables biofísicas de la especie Hesperomeles Obtusifolia*

Especie	Isotermas	Isoyetas	Textura del suelo	Clima	Cobertura vegetal
Hesperomeles Obtusifolia	9 - 18 ° C	1.024 - 1.500 mm/ año	Inceptisol Mollisol	Ecuatorial semihúmedo Mesotérmico	Bosque Nativo; Cuerpo de agua natural; Infraestructura; Mosaico Agropecuario; Páramo: Pastizal; Plantación forestal; Vegetación arbustiva

- *Meses secos y lluviosos*

Según el PDOT de la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi en la parroquia de San Francisco (2021), las precipitaciones ocurren desde los meses de octubre hasta abril, y la época seca es desde julio y agosto septiembre. Estas épocas, nos permite identificar tres tipos de climas en el territorio: tropical, mega térmico húmedo, ecuatorial de alta montaña y ecuatorial mesotérmico semihúmedo, por lo que la precipitación en el cantón varía desde 0 mm hasta 5mm y la temperatura de 4 °C a 24 °C.

En un estudio realizado por (Bonilla, 2021) en la parroquia de Gonzáles Suárez, se reporta que la temperatura varía entre 6 y 13 °C, y la precipitación anual oscila entre 900 a 1300 mm. Al comparar estos datos con las condiciones climáticas de la especie coinciden parcialmente con el estudio, ratificando que la especie desarrolla en un rango de temperatura de 9 a 18 °C y precipitación de 1024 a 1500 mm.

3.3. Caracterización socioeconómica:

3.3.1. Criterio Funcional

Conocimiento de la especie

La encuesta se la realizo a 40 personas en la comunidad de Morochos del cantón Cotacachi, para a través de esto determinar los diferentes criterios referentes a la especie. Los comuneros en su mayoría son indígenas Cotacachi dedicados a la agricultura y ganadería en su mayoría hombres. (Anexo 2)

Las 85% personas entrevistadas tienen un elevado conocimiento de la especie y la saben identificar dentro del entorno y el 15 % restante no la conocen. (Anexo 2)

Importancia cultural

Los habitantes de Cotacachi consideran a la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) de gran importancia, porque, al ser parte de un juego social fortalece los vínculos familiares y amistosos de la población. (Anexo 2)

Productos y servicios

El 70% de las personas encuestadas consideran que el cerote es de gran importancia cultural ya que es utilizada en la elaboración de trompos con, palas, estacas y yugos y el 30% lo consideran como una especie común. (Anexo 2)

La especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), es utilizada en la medicina tradicional para combatir los dolores estomacales y otros males.

El 35 % de personas encuestadas menciona que existe y tiene acceso a información sobre los beneficios económicos que posee la especie, por el contrario, un 65% lo desconoce. (Anexo 2)

En un 15 % de las personas encuestadas consideran que el árbol de cerote es una fuente importante de ingresos para los residentes de la comunidad, a diferencia significativa de los que no están de acuerdo con 85 % que lo difieren. (Anexo 2)

Siendo importante la selección del mejor árbol, lleva consigo una fuente de ingresos para quienes se dedican a la elaboración del trompo de cerote y su venta, ya que implica varias actividades como su cosecha, secado y transformación.

Las especies endémicas encontradas en los páramos representan una gran importancia para las comunidades aledañas, por lo cual se han planteado varios proyectos que permitan su conservación, ya que son consideradas como el hábitat o alimento para varias especies que están en peligro de extinción como lo menciona Méndez (2015).

3.3.2. Criterio Ecológico

Edad de las poblaciones

El 50 % de las personas encuestadas consideran que la especie debe tener más de 50 años para su corte mientras que el 50 % argumenta que debería tener menos de 50 años. (Anexo 2)

Época de floración y fructificación

El 46 % de las personas encuestadas sostienen que las épocas se dan de manera anual, mientras que un 15 % lo atribuye a los meses julio-agosto, otro 15% lo sitúa en febrero-marzo, un 16% lo identifica específicamente en el mes de agosto, y un 8 % lo relaciona con agosto. (Anexo 2)

Degradación de la especie

Según los encuestados se ha observado en 45 % de degradación en la población del cerote mientras que un 55% lo refuta. (Anexo 2)

3.3.3. Criterio socioeconómico

Género y edad

En la comunidad de Morocho el 47 % son hombres y el 53% son mujeres, la mayoría de las personas entrevistadas fue del género femenino entre la edad de 40 a 50 años y del género masculino de 30 a 45 años.

Actividad e ingresos

Casi el 80% de las personas encuestadas se dedican a la agricultura y crianza de animales y el 20 % tiene otros trabajos fuera del país o son empleados públicos. También

existe un emprendimiento de la comuna a través del turismo comunitario denominado el sendero de “Las Alpacas”

Composición familiar

Las familias están compuestas de 5 a 6 personas, la gran mayoría son personas adultas mayores seguido de personas adultas, jóvenes y niños.

Nivel de educación

El 50% de entrevistados tienen un nivel de educación primaria, y el otro 50 % es bachiller. Al ser una comunidad rural el nivel de educación se encuentra bajo.

Etnia

El 99 % de los entrevistados que son parte de la población se identifican como pueblo indígena Cotacachi.

Residencia en la zona

El 70 % de la población vive en la zona con edades que oscilan entre los 40 a 70 años, además de incluir a niños y adolescentes. El 20 % restante se distribuye en diversas áreas del país o residen en el extranjero.

La población de la comunidad de Morochos muestra un profundo conocimiento y valoración de la especie *Hesperomeles obtusifolia* destacando su importancia ecológica, ya que esta especie ayuda a conservar el suelo y a la regeneración de microorganismos, en el aspecto económica los habitantes destacan la especie como una nueva oportunidad de emprendimiento debido a que se puede obtenerse varios productos forestales no mdrables los cuales pueden generar ingresos económicos, siendo también relevante en la medicina tradicional para tratar algunas enfermedades, esta información obtenida a través de una encuesta aplicada en el sector, ratifica lo mencionado por Méndez (2015), quien enfatiza la importancia de esta especie para la sostenibilidad económica de comunidades locales.

3.4 Evaluación de fuente semillera

Después de determinar los atributos fenotípicos de población de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), en condiciones socioeconómicas, ambientales y biofísicas del ecosistema andino, y compararlas con los estándares

establecidos en la Norma de semillas forestales según el Acuerdo Ministerial 003 del MAE, se logró establecer que la población cumple con los criterios necesarios para ser clasificada como **fuentes semillera identificada**.

Raurau (2013), menciona que al establecer una fuente semillera contribuye a la forestación y reforestación de especies nativas, de tal manera que se evita el uso del cambio de suelo con plantaciones exóticas. De esta manera se ratifica la importancia de establecer una fuente semillera con el uso de un registro de la población y el análisis de varias características dasométricas como; DAP, altura, área basal, rectitud, considerando también el clima.

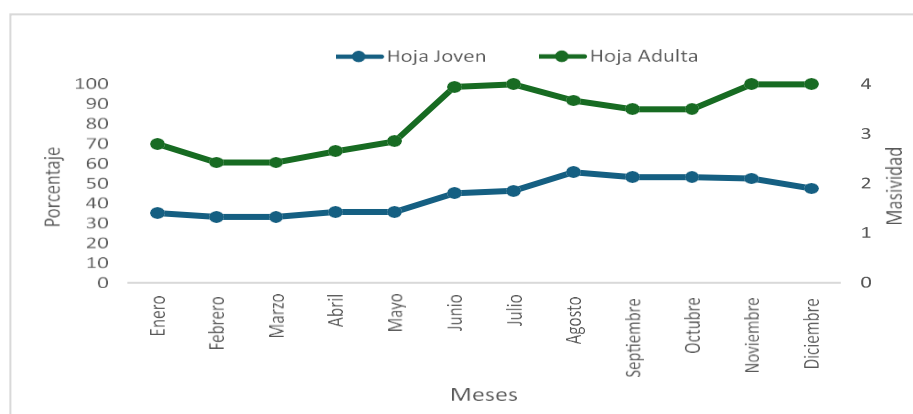
3.5. Fenología

3.5.1. Fase vegetativa

En la fenofase de hoja adulta de *Hesperomeles obtusifolia* evidencia una masividad alta en los meses de junio-julio y noviembre-diciembre, por lo contrario, la masividad media de la fenofase de la hoja joven se evidencia en el mes de agosto como se observa en la (Figura 4).

Figura 4.

Etapas de foliación de Hesperomeles obtusifolia



Algunas investigaciones de las observaciones fenológicas están cobrando cada vez más relevancia, dado que la utilización de estos datos facilita la elaboración de estrategias de manejo, preservación y optimización de especies de relevancia económica y vistas como

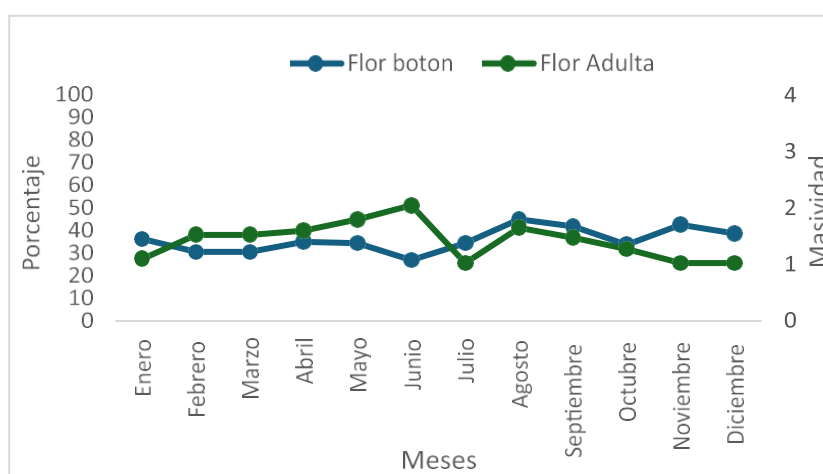
prometedoras, con el fin de construir su calendario fenológico y garantizar el proceso de maduración de sus frutos (Yzarra y López,2011).

3.5.2. Fase reproductiva

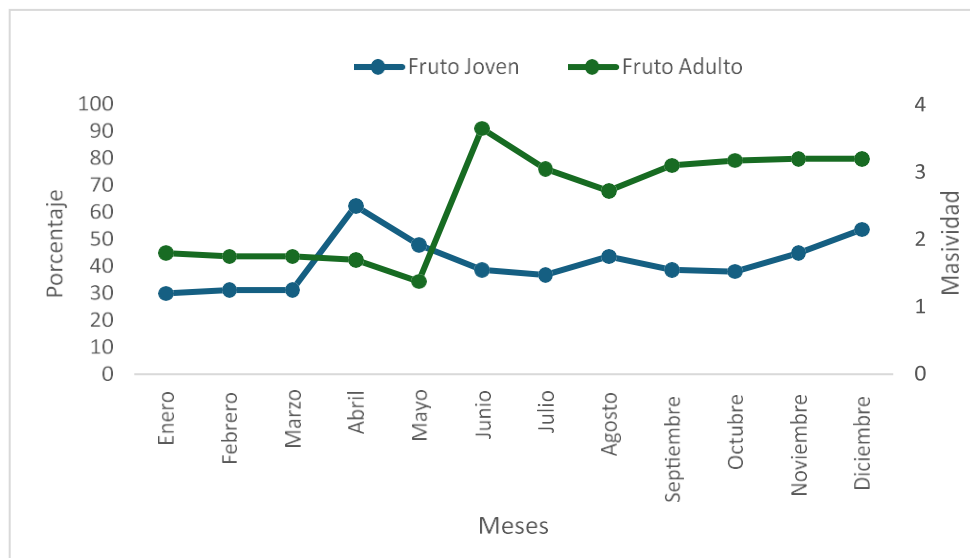
Durante su fase de floración, la flor joven presenta una masividad media en el mes de agosto, contrastando con su masividad baja en junio. Por otro lado, se observa la masividad media de floración adulta en junio, aunque con una masividad baja en julio. (Figura 5)

Figura 5.

Fenofase de floración de Hesperomeles obtusifolia



En la fenofase de fructificación se evidencia, con una masividad alta de frutos adultos en el mes de junio, mientras que su masividad baja está en el mes de mayo. La etapa de fruto joven se evidencia una masividad media en el mes de abril, sin embargo, su masividad baja esta entre los meses de enero, febrero y marzo. (Figura 6).

Figura 6.*Fenofase de fructificación de Hesperomeles obtusifolia*

La especie *Hesperomeles obtusifolia* de la familia Rosaceae muestra su fenofase de fructificación y floración durante todo el año, porque según el MAE (2015), existe un gran aprovechamiento de la precipitación horizontal y una frecuente formación de neblina en los bosques nativos andinos y paramos, que favorece en el desarrollo de varias especies entre ellas la familia Rosaceae.

Las observaciones fenológicas periódicas están vinculadas con el comportamiento del árbol como lo menciona Restrepo (2010) y Ramírez et al., (2014) menciona que los ritmos anuales de los árboles responden a los cambios en el tiempo, condiciones climáticas para el crecimiento y su producción de frutos, lo que es evidente en la fase vegetativa y reproductiva de la especie *Hesperomeles obtusifolia*, mostrando la presencia de diferentes fenofases en el mismo ecosistema durante todo el año.

3.6. Potencial de producción frutos

Una vez evaluada la productividad de los cinco individuos de la especie *Hesperomeles obtusifolia* el individuo 1 (Tabla 12) destaco al presentar un total de 138,67 frutos, superando a los demás. Al calcular la media de productividad, se obtuvo un promedio 129 frutos. La desviación estándar fue de 7,36, lo que indica que los valores se mantienen cerca de la media, el coeficiente de variaciones de 5,73 (Tabla 13). lo que sugiere que las diferencias en la productividad entre los árboles no son significativas.

Tabla 12.

Productividad de los cinco individuos de Cerote de la especie Hesperomeles obtusifolia de la comunidad de Morochos.

N° de individuo	Productividad
1	138,67
2	122,50
3	120,83
4	132,83
5	128,33

Tabla 13.

Tabla de medias

Variable	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Productividad	128,63	7,36	43,39	3,29	5,73	120,83	138,67	128,33

Alba et al., (2004), muestra en sus estudios empíricos de concluye que el número de especies en el lugar no influye significativamente en la capacidad de producción de las semillas en los individuos. Sin embargo, menciona que la producción de semillas se ve afectada mayormente por factores ambientales del entorno, lo cual se evidencio en el ecosistema de estudio, las diferentes de los árboles de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) en relación a las actividades productiva presentes en la zona, mostraron

una mayor producción de frutos en los árboles que no tiene intervención humana o animal, mientras que los árboles que se encuentran cerca de los terreros de pastoreo no tienen una alta producción de frutos, lo cual puede ser debido a la erosión o compactación del suelo.

3.7. Calendario fenológico:

Una vez analizado las fases fenológicas se obtiene el calendario fenológico en donde se observa la incidencia de las fenofases en cada uno de los meses, considerando importante que durante 8 meses del año se evidencia la presencia de frutos maduros, al mismo tiempo se observa la fenofase de fruto joven garantizando una futura recolección de frutos, mientras que la fenofase de flor adulta se presenta en cuatro meses del año.




FENOFASE	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
HOJA JOVEN												
HOJA MADURA												
FLOR JOVEN												
FLOR MADURA												
FRUTO JOVEN												
FRUTO MADURO												

3.8. Características morfológicas de la semilla

Las características morfológicas de la semilla de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), incluye la forma de D-shapéd, basada con la categoría expuesta por Murley (1951), un tamaño promedio de 16,72 mm, una tonalidad correspondiente a la cartilla 10YR, de la tabla de Munsell: color, marrón oscuro (6/4) para la parte externa y se determinó que su textura es rugosa como se lo muestra en la (Tabla 14).

Tabla 14.

Resultados de las características morfológicas de la semilla de Hesperomeles obtusifolia

Característica	Resultado	Fotografía
Forma:	D-shapéd	
Tamaño:	16,72 mm	
Color:	(4/6)	
Textura:	Rugosa	

Las características morfológicas de la semilla están estrechamente ligadas a la maduración fisiológica de la misma, Soblechero y Hernanz (2005) menciona que en función de la especie pueden presentar una forma, apariencia, textura distinta, a la vez se relaciona con el medio de dispersión como mamíferos o aves, también recalca que el tamaño de la semilla puede variar incluso dentro de la misma especie. De igual manera Acosta (2015) describe que el tamaño de las semillas de las especies del páramo es menor en cuanto a semillas en otros ecosistemas y su textura es rugosa.

La investigación realizada en las características morfológicas de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote) coincide con los resultados presentados en estudio de Jiménez (2017), de tal manera que se corrobora que la especie *Hesperomeles obtusifolia* presentan un color café en su semilla, con una textura rugosa, una forma ovalada semejante a la de D-shapéd y un tamaño que va desde 5,8 hasta 19,95, siendo

características que están relacionadas a la capacidad para su adaptación a las condiciones ambientales del páramo, facilitando el desarrollo de plántulas en su entorno natural.

3.9. Calidad de la semilla

Las semillas de *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), presenta una pureza del 66,5%, se evidencia un alto porcentaje de pureza, un contenido de humedad del 7 %, el cual es considerado un porcentaje bajo. Además, presenta un peso de promedio de 2,06 gr y una densidad de 48544 semillas por kilogramo, como se ilustra en la tabla 15.

Tabla 15.

Resultados de la calidad de la semilla de Hesperomeles obtusifolia

Característica	Resultado
Pureza:	66,50%
Contenido de humedad:	7%
Peso	2,06 gr
Numero de semillas por Kg	48544 s

El análisis de la calidad de las semillas como pureza, contenido de humedad y el peso de la semilla, son características necesarias con el fin de garantizar la disponibilidad y a la certificación de material de calidad (Añazco, 2000). Mientras que la FAO (1991) determina que las semillas con un bajo porcentaje del contenido de humedad pueden ser almacenadas sin peligro a perder la viabilidad de las semillas bajo condiciones herméticas, lo cual se confirmó en la semilla de la especie *Hesperomeles obtusifolia*, ya que, esta técnica ayudo a preservar su viabilidad en un almacenamiento de 30 días en diferentes tipos de envases, lo cual, se comprobó en el ensayo de germinación en condiciones controladas (cajas petri) en un periodo de 90 días, donde si se obtuvo resultados de germinación.

3.10. Germinación en condiciones controladas (Cajas Petri)

3.10.1. Poder germinativo

Se puede observar en la (Tabla 16) la capacidad de germinación de los distintos tratamientos aplicados en esta investigación, siendo el T5 (Al ambiente) el mejor tratamiento, con el cual se obtuvo 10 % de poder germinativo después de un almacenamiento de 30 días y un seguimiento de 90 días, con 5 semillas germinadas de un total de 200 semillas sembradas. Sin embargo, en el tratamiento 3 (Funda oscura) presentan resultados de 0% de poder germinativo, siendo el tratamiento menos favorable, estos resultados evidencian que los diferentes tipos de almacenamiento no influye significativamente en la germinación de la semilla. (Anexo 3)

Tabla 16.

Evaluación del poder germinativo por cada tratamiento.

	Poder germinativo
Tratamiento	%
T1	6,00
T2	6,00
T3	0,00
T4	4,00
T5	10,00

- *Prueba paramétrica de normalidad*

De acuerdo con los resultados de la prueba de Shapiro Wilks (Tabla 17), se concluye que los datos a los 90 siguen una distribución normal. Esto se evidencia por un p-valor superior a 0,05 lo que sugiere que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal.

Tabla 17.

Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo.

Shapiro-wilks					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Poder germinativo %	20	0,00	1,52	0,92	0,2485

- **Prueba de homocedasticidad**

Tras realizar la prueba de homocedasticidad, los resultados de la prueba de Levene, presentados en la (Tabla 18), indican que los datos a los 90 días cumplen con la condición de homogeneidad. Esto se evidencia en un p-valor superior a 0,05, lo que sugiera que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal.

Tabla 18.

Evaluación de la prueba de Levene.

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,79	4	1,7	2,52	0,0849
Tratamiento	6,79	4	1,7	2,52	0,0849
Error	10,10	15	0,67		
Total	16,89	15			

- **ANOVA**

Después de verificar los supuestos paramétricos, se confirma que se cumplen tanto la prueba de normalidad como la homocedasticidad. Por lo tanto, se procede a realizar el análisis de varianza paramétrica ANOVA, como se muestra en la (Tabla 19), Al llevar a cabo este análisis, se obtuvo un p-valor de 0,3387, que es mayor a 0,05, Esto indica no hay diferencias significativas entre los tratamientos, lo que nos lleva a aceptar la hipótesis nula.

Tabla 19.*Evaluación de la prueba paramétrica de ANOVA del poder germinativo*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,40	4	3,60	1,23	0,3387
Tratamiento	14,40	4	3,60	1,23	0,3387
Error	43,80	15	2,92		
Total	58,2	15			

3.10.2. Vigor germinativo

En la (Tabla 20) se observa el vigor de germinación de los diferentes tratamientos analizados en la investigación. El tratamiento T5 (Al ambiente) resulto ser el más efectivo, logrando un 0,15 % de vigor germinativo tras un almacenamiento de 30 días y un seguimiento de 90 días, con 5 semillas germinadas de un total de 200 sembradas. Por otro lado, el tratamiento T3 (Funda oscura) mostro un vigor de 0%, lo que lo convierte en el menos favorable. Estos resultados evidencian que los diferentes tipos de almacenamiento no influye significativamente en la germinación de la semilla.

Tabla 20.*Evaluación del vigor germinativo por cada tratamiento.*

Vigor	
Tratamiento	germinativo
T1	0,06
T2	0,05
T3	0,00
T4	0,05
T5	0,15

- Prueba paramétrica de normalidad

Al realizar la prueba de normalidad, los resultados de la prueba de Shapiro Wilks que se presentan en la (Tabla 21), indican que los datos a los 90 días siguen una distribución

normal. Esto se refleja en un p-valor superior a 0,05 lo que sugiere que los residuos del modelo también se distribuyen de manera normal.

Tabla 21.

Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del vigor germinativo.

Shapiro-wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Vigor germinativo	20	0,00	0,02	0,91	0,1417

- Prueba de homocedasticidad

Después de realizar la prueba de homocedasticidad, los resultados de la prueba de Levene, presentados en la (Tabla 22), indican que los datos a los 90 días no cumplen con la condición de homogeneidad. Esto se evidencia en un p-valor inferior a 0,05 lo que sugiere que los residuos del modelo no son homogéneos.

Tabla 22.

Evaluación de la prueba de Levene.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,7E-03	4	4,3E-04	4,67	0,0120
Tratamiento	1,7E-03	4	4,3E-04	4,67	0,0120
Error	1,4E-03	15	9,1E-05		
Total	3,1E-03	19			

- Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos paramétricos, se evidencia que se cumple con el supuesto de normalidad, sin embargo, no se cumple con el supuesto de homocedasticidad, por lo cual, se lleva a cabo el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se muestra en la (Tabla 23), al realizar el análisis de varianza no paramétrico se obtuvo

un p-valor de 0,231, siendo mayor a 0,05, lo cual nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 23.

Evaluación de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis del vigor germinativo

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E	Medias	H	P
Vigor germinativo	T1	4	0,02	0,02	0,01	4,39	0,231
Vigor germinativo	T2	4	0,01	0,01	0,01		
Vigor germinativo	T3	4	0,00	0,00	0,00		
Vigor germinativo	T4	4	0,01	0,03	0,00		
Vigor germinativo	T5	4	0,04	0,03	0,04		

3.10.3. Energía germinativa

En la (Tabla 24) se puede apreciar el porcentaje de energía germinativa correspondiente a los distintos tratamientos aplicados en la investigación, siendo el tratamiento T5 (Al ambiente) el mejor tratamiento, con el cual se obtuvo el 6 % de energía germinativa después de un almacenamiento de 30 días y una evaluación en los 60 días. Se observaron 5 semillas germinadas de un total de 200 sembradas. En contraste, que el tratamiento T3 (Funda oscura) mostro un resultado de 0% de energía germinativa, siendo el tratamiento menos favorable, estos resultados evidencian que los diferentes tipos de almacenamiento no influye significativamente en la germinación de la semilla.

Tabla 24.

Evaluación de la energía germinativa por tratamiento.

Tratamiento	% Energía germinativa
T1	0,00
T2	4,00
T3	0,00
T4	0,00
T5	6,00

- *Prueba paramétrica de normalidad*

Los resultados de la prueba de normalidad, llevada a cabo con la prueba de Shapiro Wilks y presentados en la (Tabla 25), indican que los datos a los 90 días siguen una distribución normal. Esto se refleja en un p-valor mayor a 0,05 lo que sugiere que los residuos del modelo también se distribuyen normalmente.

Tabla 25.

Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks de la energía germinativa.

Shapiro-wilks					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Energia					
germinativa	20	0,00	1,41	0,94	0,5437

- *Prueba de homocedasticidad*

Después de realizar la prueba de homocedasticidad, los resultados de la prueba de Levene, que se presentan en la (Tabla 26), indican que los datos a los 90 días no cumplen con la condición de homogeneidad, Esto se evidencia en un p-valor inferior a 0,05 por lo que se determina que los residuos del modelo no son homogéneos.

Tabla 26.

Evaluación de la prueba de Levene.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,80	4	1,70	3,64	0,0289
Tratamiento	6,80	4	1,70	3,64	0,0289
Error	7,00	15	0,47		
Total	13,80	19			

- *Kruskal Wallis*

Una vez realizado los supuestos paramétricos, se observa que se cumple con el supuesto de normalidad, sin embargo no se cumple con el supuesto de homocedasticidad,

por ende, se realizó el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis evidenciado en la (Tabla 27). La tabla presenta un p-valor de 0,28, que es superior a 0,05. Esto indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, lo que nos lleva a aceptar la hipótesis nula.

Tabla 27.

Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis de la energía germinativa.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E	Medias	H	P
Energía germinativa	T1	4	1,50	1,910	1,50	3,89	0,28
Energía germinativa	T2	4	1,00	1,150	1,00		
Energía germinativa	T3	4	0,00	0,000	0,00		
Energía germinativa	T4	4	1,00	2,000	1,00		
Energía germinativa	T5	4	2,50	1,910	2,50		

Los resultados obtenidos en la germinación de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), no muestran porcentajes altos en las variables del poder germinativo, vigor y energía germinativos. Esto podría deberse dificultades reproductivas por problemas genéticos del árbol lo que también ratifica (Zutta et al., 2012). Mientras que Argibay y Renison (2018), mencionan que su proceso de germinación demanda de mayor tiempo considerando su recolección y la falta de aplicación de un tratamiento pre germinativo, de igual manera indica que el 10 % de las semillas recolectadas de forma natural pueden presentar algunas restricciones por las condiciones climáticas adversas. Ratificando que es fundamental la aplicación de tratamientos pre germinativos, debido a que en el ensayo se observó la primera semilla germinada después de 56 días de seguimiento, esto puede ser debido a la dureza de la cubierta de la semilla, la cual impidió la ruptura de la testa dificultando el proceso de germinación, así mismo es esencial analizar los factores como luz, humedad relativa del lugar en el cual se estableció el ensayo.

3.11. Germinación en cajas germinadoras con sustrato preparado

La especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote), no presento resultados de germinación en los 90 días del estudio en sustrato. Por lo cual, no se logró analizar las variables de índice de velocidad de emergencia y la velocidad de emergencia.

Vargas (2002), recalca que la calidad del sustrato es un aspecto crucial para la germinación de especies forestales andinas, ya que se debe replicar las condiciones del bosque nativo para lograr la germinación, así mismo Agrios (2005), considera que la presencia de hongos o bacterias patógenas en el sustrato pueden causar daños en la semilla impidiendo su germinación, esto se puede ratificar con la información obtenida en el presente estudio, a pesar de realizar controles sanitarios periódicos

De igual manera Day (2018) y Katz (2019), mencionan que la ausencia de germinación en un sustrato puede estar ligada a varios factores como, la profundidad de la semilla, la falta de oxígeno, poca presencia de agua, la humedad, textura del sustrato, el tiempo para su germinación y la falta de aplicación de tratamientos pre germinativos adecuados puede ser una de las razones principales de la ausencia de germinación, también es importante considerar la dureza de la cubierta de la semilla, lo que impidió la ruptura de la testa. En la presente investigación estos factores incidieron en el comportamiento durante el proceso de germinación de la semilla; sin embargo luego del almacenamiento de 30 días en condiciones herméticas controladas y un periodo de 90 días de germinación, se pudo observar que en todos los tratamientos el embrión estaba en estado de latencia, ya que, se realizó al 5 % del total de las semillas (25 semillas) cortes longitudinales para evidenciar el estado del embrión, obtenido un resultado positivo, porque, se observó la latencia del embrión, por lo cual esto sugiere que el proceso de germinación de esta especie requiere un periodo prolongado para alcanzar la germinación completa, implicando la posible aplicación de tratamientos químicos adicionales para romper la testa favoreciendo a la semilla para la absorción de agua y el intercambio de nutrientes para la activación del embrión.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La fuente semillera encontrada en la comunidad de Morochos, una vez analizados los parámetros establecidos fue: Fuente identificada, esto contribuye a la conservación y promoción de la biodiversidad en la región andina, reafirmando su valor ecológico, cultural y económico en la comunidad de Morochos, cantón Cotacachi, Provincia Imbabura.
- Estudiado las características fenológicas *Hesperomeles obtusifolia*, presenta la mayor masividad de frutos adulto en el mes de junio julio; esto ayuda para una recolección de frutos oportuna y garantiza la producción de plantas.
- Aplicadas las pruebas paramétricas, se evidencia que no existe diferencias significativas en la germinación de cada tratamiento aplicado, para el caso de germinación en situaciones controladas, por lo cual se considera que los factores climáticos como luz y temperatura no evidencian un gran impacto en la germinación de las semillas de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Pers) Lindl (Cerote). Mientras en la germinación del sustrato los tratamientos no fueron efectivos para la germinación.

RECOMENDACIONES

- Fomentar el estudio de fuentes semilleras o investigaciones de especies nativas en las comunidades para proteger el uso de suelo y la diversidad ecológica.
- Desarrollar más investigaciones sobre el comportamiento fenológico de diversas especies nativas para integrar el conocimiento técnico-científico.
- Aplicar tratamientos pre-germinativos como la inmersión en agua caliente o fría podría ayudar a ablandar la testa de la semilla y mejorar los porcentajes de germinación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba L.J., mendizábal, H.L. y Cruz, J.H. (2004). Potencial de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov en tres sitios de Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 2(1):29-32. <https://www.redalyc.org/pdf/497/49760206.pdf>
- Acosta. V. L.C. (2015). *Catálogo de morfología de semillas de especies forestales*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- ASABE, A. (2006). *Standards Engineering practices data*. En A. S. ASABE, *Standards Engineering practices data*. Texas: ASABE.
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (20 de Octubre 2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Gob.ec. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/LOTAIP/2017/DIJU/octubre/LA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf
- Arnold, F. E. 1996. *Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile*. Documento Técnico CONAF-DED. 123 pp. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/ae9ed1f3-f170-4574-8a9e-b7378b08126c>
- Aldhous, J. (1972). *Nursery practice*. Forestry Comm. Londres: Bull.
- Agrios, G.N. (2005). *Plant Pathology (5th ed.)*. Elsevier Academic Press.
- Armenteras, D., González, T., Vergara, L., Luque, F., Rodríguez, N., y Bonilla, M. (2015). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *ECOSISTEMAS Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*.
- Argibay, D., y Renison, D. (2018). (Rosaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en las montañas del centro de la Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 39(1), 145-150. doi: 10.4067/S0717-92002018000100145
- Añazco. M. (2000). *Agroforestería. Selección de especies y manejo de semillas*. Quito. Ecuador. Red Agroforestal Ecuatoriana (RAFE).

- Bravato, M. (1974). Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica*, Vol. 9, No. 1/4, 317-361.
- Bonner, F. T. (1990). Storage of seeds: Potential and limitations for germplasm conservation,. Amsterdam: Forest Ecology and Management. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/03781127\(90\)90230-9](https://doi.org/10.1016/03781127(90)90230-9).
- Bonner, F. 2006. Glosario de términos sobre germinación de semillas para personal que trabaja en semillas forestales (en línea). Australia. Consultado 17 ene. 2024. Obtenido de https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_so055.pdf
- Biodiversidad Mexicana. (2020). ¿Qué es un ecosistema? conjunto de especies de un área determinada. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Bonilla, M. (2021) *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE Hesperomeles obtusifolia (Pers) Lindl (CEROTE) EMPLEANDO HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO EN EL CANTÓN OTAVALO*. Available at: <https://repositorio.utn.edu.ec/> (Accessed: 13 October 2024).
- Castillo, E., Finch, W., Seal, C., & Pritchard, H. (2019). Adaptive significance of functional germination traits in crop wild relatives of Brassica. *Agricultural and Forest Meteorology*, 264, 343-350.
- Carmona, R. I. (2020). MÉTODOS DE SELECCIÓN DE ÁRBOLES PLUS. Edu.ar. Recuperado el 3 de junio de 2024, de [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/89052/mod_resource/content/1/Ipin za%20%C3%A1rboles%20plus.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/89052/mod_resource/content/1/Ipin%20za%20C3%A1rboles%20plus.pdf)
- Cañadas, A., Rade, D., Zambrano, C., Molina, C., y Arce, L. (2013). Evaluación y manejo de fuentes semilleras de Teca (*Tectona grandis*Linn. f.) en la Estación Experimental Tropical Pichilinue, Ecuador. *AVANCES EN LAS CIENCIAS INGENIERIAS*, 5(64-75). <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/123/125>
- Ceballos, F. A. J., & López, R. J. A. (2007). *CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS FORESTALES NATIVAS EN ALMACENAMIENTO*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc058%2804%29265-292.pdf>

- CORMADERA. (2019). Proyecto Piloto para la Reforestación y Rehabilitación de Tierras Forestales Degradadas en el Ecuador. Quito: OIMT. Recuperado el 2 de Enero de 2024, de https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2119/Competition/Final%20Report%20PD%2017-97.pdf
- Cue. G, J. L., Añazco, M. J., y Paredes, H. O. (2019). Producción y conservación de semillas forestales: situación actual y perspectivas en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales CFORES*, 7(no.3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231034692019000300365
- Cué García, J., Chagna, E., Palacios, W., y Carrión, M. (2020). Biodiversidad forestal en dos campus.
- Cue, L.Cuasque, P. Vallejos, H. Añazo, M. Palacios, W. Carrión, A. (2020) Métodos de Almacenamiento de Semillas *Cinchona pubescens* Vahl ... - scielo, Revista Cubana de Ciencias Forestales. Available at: <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v8n3/2310-3469-cfp-8-03-478.pdf> (Accessed: 16 January 2024).
- Cuasque. J. (2023) *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: Página de inicio*. Available at: <https://repositorio.utn.edu.ec/> (Accessed: October 2024).
- Day, R. A. (2018). How to Write and Publish a Scientific Paper. *Journal of Scientific Communication*, 1(1), 1-12.
- Doria, J. (2010) Generalidades sobre las semillas: Su Producción, Conservación Y Almacenamiento, Cultivos Tropicales. Available at: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362010000100011 (Accessed: 16 January 2024).
- Eras, V., Minchala, J., Moreno, J., Yaguana, M., & Minche, M. (2019). Estudio Fenológico y Análisis de calidad de semillas de Algarrobo *Prosopis* sp., y Guayacán, *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum) S. O. Grose, del bosque seco, provincia de Loja. Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Recuperado de <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/201912/ESTUDIO%20FENOLO%C>

C%81GICO%20Y%20ANA%CC%81LISIS%20DE%20CALIDAD%20DE%20SEMILLAS%20DE%20ALGARROBO.pdf

Eraso, P.A., Guaitarilla, D.A., Mahecha, S., y Mora, L. (2016). Variación fenotípica de *hesperomeles obtusifolia* (cerote común) entre ambientes conservados y perturbados de la reserva natural Pueblo viejo municipio de Mallama departamento de Nariño-Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(28), 45-46.

<https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/124>FAO. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2010). The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i1500e/i1500e00.htm>

FAO. (2007). *Conservación de fuentes deseables*. www.fao.org. <https://www.fao.org/forestry/seeds/4738/es/>

Fremout, T., Taedoung, H., Briers, S., Gutiérrez, E., Alcázar, C., Lindau, A., . . . Elliott, S. (2021). Diversity for Restoration (D4R): Guiding the selection of tree species and seed sources for climate-resilient restoration of tropical forest landscapes. *British Ecological Society*, 59(3), 664-679.

Gutiérrez, B., & Flores, A. (2017). Rodales semilleros: Opción para la conservación in situ de recursos genéticos forestales en Chiapas, México. *Foresta Veracruzana*, 19(2), 41-48.

Gunn, C. (1984). *Fruits and Seeds of Genera in the Subfamily Mimosoideae (Fabaceae)*. Washington DC: United States Department of Agriculture.

Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10. <http://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>

Hartmann, H. & Kester, D. (1998) *Propagación de plantas- Principios y prácticas*, montevideo.gub.uy. Available at:

HSGINWAL et all. (2005). I Variación de la fuente de semillas en la morfología, la germinación y el crecimiento de las plántulas de *Jatropha curcas* Linn. en el centro de la India.

https://www.ARTICULOS%20CIENTIFICOS/Seed_source_variation_in_morphology_germ.en.es.pdf

Ipinza, R., y Gutierrez, C, B. (2015). CONSIDERACIONES GENÉTICAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA. *Ciencia e Investigación Forestal*. file:///C:/Users/ASUS/Downloads/DialnetCuantasEspeciesNativasDePlantasVascularesHayEnEcu-5240745.pdf

ISTA. (2016). International Rules for Seed Testing. Zurich: ISTA, PO Box 412. Retrieved from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19990307875>

Jan, B. (2022) Los Bosques andinos, Bosques Andinos. Available at: (Accessed: 17 January 2024).

Khaim, H., Kende, Z., Jolánkai, M., Kovács, G. P., Gyuricza, C., & Tarnawa, Á. (2022). Impact of Temperature and Water on Seed Germination and Seedling Growth of Maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, 12(2), 397. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020397>

Katz, D. L. (2019). How to Write a Scientific Paper. *Journal of Scientific Communication*, 1(1), 1-10.

Lallana, V., Garcia, L., & Elizalde, J. H. (2011). Germinación. Paraná: Oro Verde.

MAE. (2004). Norma de semillas forestales. Obtenido de Acuerdo ministerial 003

Ministerio del Ambiente [MAE], y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. 2015. Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Quito. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>

MAATE. (2010). Norma de semillas Forestales. Quito: Ecuador Forestal.

MARASSI, M. (15 DE 03 DE 2022). *Guía Práctica de semillas*. Obtenido de <http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Gu%C3%ADadeTrabajosPr%C3%A1cticosProfe2022.pdf>

Méndez, J. (2015). *Conservación y uso sostenible de especies nativas en comunidades rurales de Ecuador*. *Revista de Ecología y Desarrollo*, 10(2), 45-60

- Méndez, M., Ramírez, C., Vargas, J., Martínez, T., López, J., & López, P. (2020). Genetic diversity at two seed orchards of *Pinus patula* SCHIEDE ex Schltdl. et Cham. *Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 113-119.
- Mesén, F., Guevara, A. L., & Jiménez, M. L. (1996). *Guía Técnica Para la Producción de Semilla Forestal Certificada y Autorizada*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000112492>
- Murley, M. (1951). *Seeds of the Cruciferae of Northeastern North America*. American Midland Naturalist, 1-81.
- Ochavan, T., Pardabe, S., Shanchez, M., Castañeda, H., y Aliaga, A. (2019). *Selección de árboles semilleros superiores (Plus)*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- ONUAA. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma: Edición revisada PÉREZ-MARTÍNEZ, O. V. (JULIO DE 2014). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: CIENT%20C3%20DFICOS/Semillas%20de%20plantas%20de%20paramo.pdf?CT=1698202411911&OR=ITEMSVIEW
- Ospina, A. (2006). *Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*. Cali, Colombia: Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano. .
- Ordoñez. (2001). *Sitios de recolección de semillas Forestales andinas del Ecuador*. Ecopar ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO).1991. *Guía para la manipulación de semillas forestales*. Roma. Italia
- Restrepo, M. (2010). *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de Corantioquia*. Corantioquia, Colombia. Recuperado de https://issuu.com/corantioquia/docs/fenologia_1_
- RIVERO, G. A. O. (2020). Diversidad y distribución de los endemismos de Asteraceae (Compositae) en la Flora del Ecuador. *A. O. RIVERO-GUERRA*, 39.001, 4-5. <https://collectaneabotanica.revistas.csic.es/index.php/collectaneabotanica/article/view/283/401>

- Paredes, D. (2018). Selección, identificación, y ubicación de árboles semilleros (plus), de especies forestales plantadas en las comunas Olón, Dos Mangas y Salanguillo del cantón Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Recuperado el 4 de Enero de 2024, de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4282>
- PDOT. (2019). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL. QUIROGA. Retrieved from https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planesprogramas/PDOT/PDOT%20IMBABURA%202015-2035_REFORMADO%202018.pdf
- Pita, J. y Pérez, F. 2014. Germinación de semillas (en línea). Revista Número 2090 HD. Madrid, España. Consultado 16 ene. 2024. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Poulsen, K. M., Stubsgaard, F., Lauridsen, E. B., & Robbins, A. M. J. (2000). Técnicas para la escarificación de semillas forestales. CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- Puente. C. J. (2022). EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don PROVENIENTES DE LA ZONA DE INTAG. Trabajo de titulación. Ibarra. de la Universidad Técnica del Norte. Ecuador. Repositorio institucional de la Universidad Técnica del Norte <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11964>
- Raurau, M. (2013). Caracterización de fuentes semilleras para uso sostenible y conservación de recursos forestales de los bosques andinos de Loja, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9759>
- Ramírez, N., Ceroní, A., & Castro, V. (2014). Fenología de cuatro especies de cactáceas del cerro Umarcata. Valle del Río Chillón. Canta-lima. Perú. *Ecología Aplicada*, 13(2). Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162014000200012&script=sci_arttext
- Rodríguez, J. D. (2021). Evaluación de los efectos producidos por los incendios forestales sobre la viabilidad y germinación del banco de semillas del bosque seco tropical. Magdalena: Universidad del Magdalena.

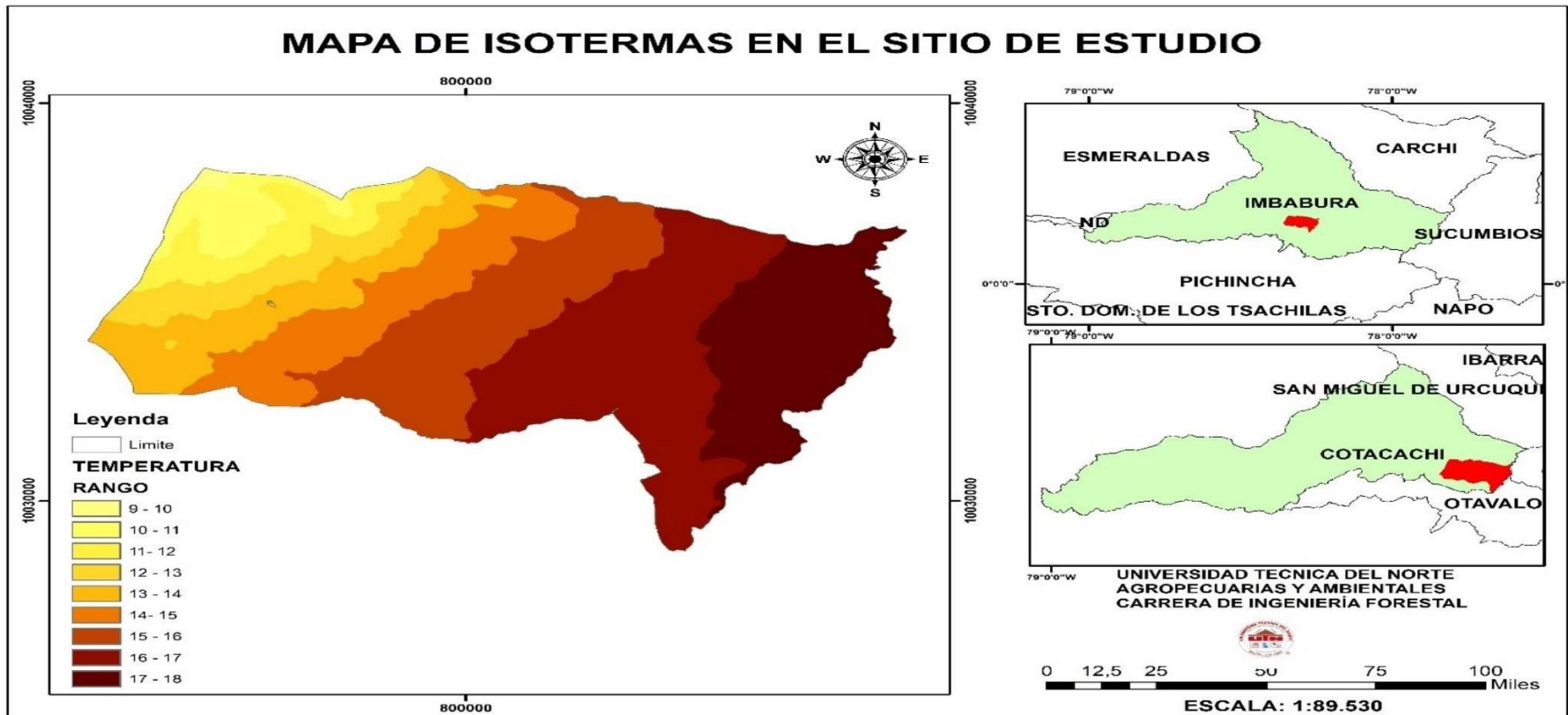
- Smith, J. (2020). "Optimización de cultivos mediante prácticas avanzadas de manejo de semillas". *Journal of Agricultural Science*, 45(2), 123-145.
- SANTANA, B. S. (08 DE 08 DE 2018). *Estudio técnico -germinación* Obtenido de <https://www.uprm.edu/labs3417/wpcontent/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-desemillas-1.pdf>
- MAATE. (2010). Norma de semillas Forestales. Quito: Ecuador Forestal.
- Soblechero, E y Hernanz, A. (2005). Las normas Ista: análisis de pureza. *Agricultura: Revista agropecuaria* (879), 814-817. Trópicos. (2015). *Flora Mesoamericana: Hesperomeles obtusifolia* (Pers.) Lindl.
- Urgiles .G, N. et al. (2020) Applicability of the ISTA Standards: Quality analysis of forest seeds in the South of Ecuador . 4 urgiles itsa.pdf, Google Drive. Available:https://drive.google.com/file/d/1Cue9a0_0qsp_ImCXKArrYcYrZlUfRjXv/view?pli=1 (Accessed: 17 January 2024).
- Vinueza, S. d. (Febrero de 2017). *Ilibrary*. Obtenido de <https://1library.co/article/comunidadmorochos-an%C3%A1lisis-distintas-posiciones-te%C3%B3ricas-objeto-invest.yeeolgey>
- Yáñez G. L. (2011). *Establecimiento de protocolos de regeneración in vitro de pumamaqui Oreopanax ecuadorensis mediante cultivo de tejidos*. Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias. ESPE-IASA I. Sede El Prado. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4944>
- Yzarra, W., López, F. (2011). Manual de observaciones fenológicas. (SENAMHI, Ed.).
- Vásquez Jara, R., Tovar Narváez, A., Palma Pecho, A., Mercado Curi, W. y Gómez Moncada, H., (2017). Vulnerabilidad de los bosques y otros ecosistemas andinos de Saywite–Choquequirao–Ampay al cambio climático y las presiones antrópicas. Lima: HELVETAS Swiss Intercooperation y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).
- Vargas, W.G. (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Zutta, B, Rundel P., Saatchi S., Casana J., Gauthier P., Soto A., Velazco Y., y Buermann W. (2012). Prediciendo la distribución de *Polylepis*: bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes. *Revista peruana de biología* 19 (2), 205-212.

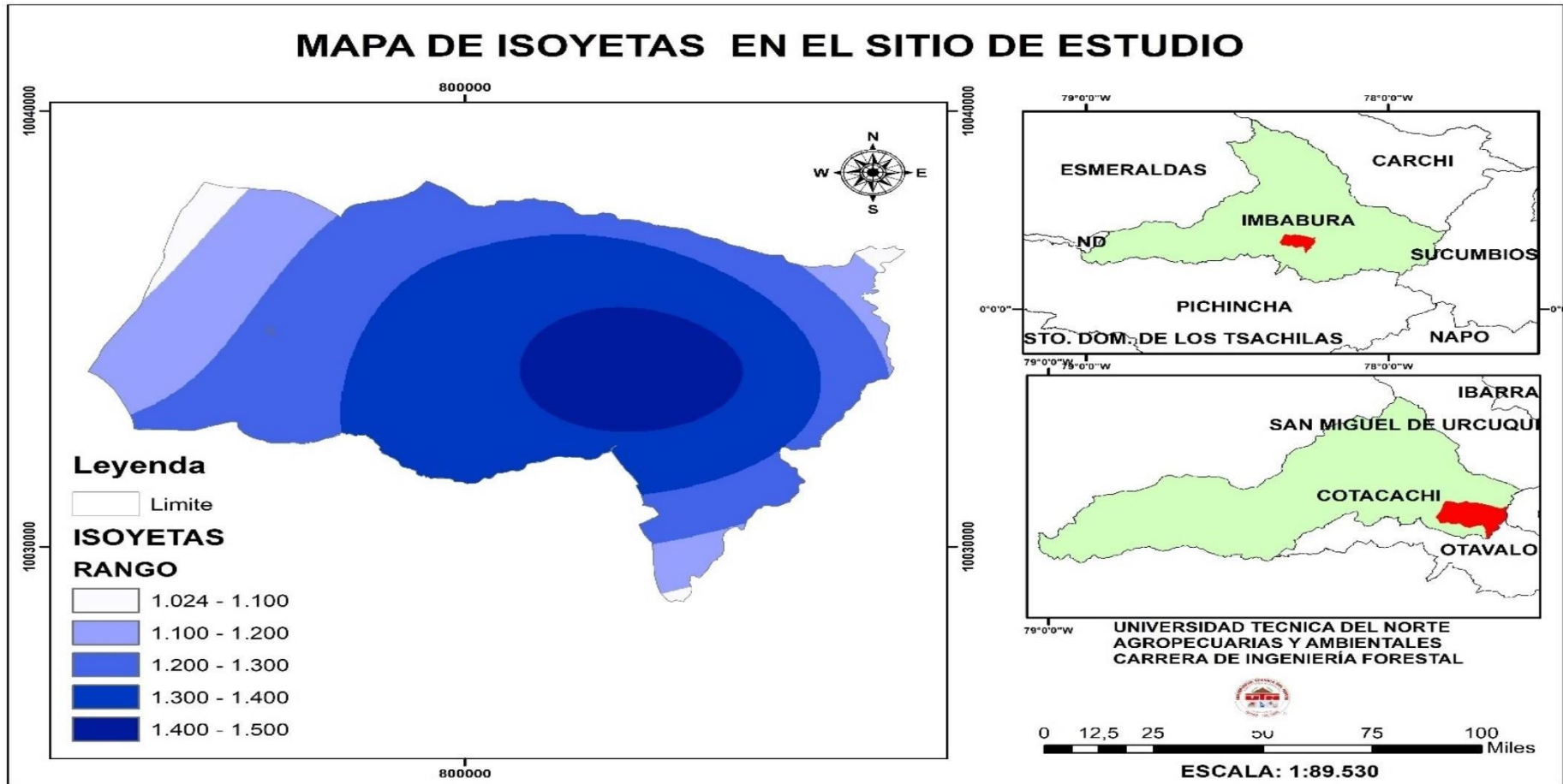
ANEXOS

Anexo 1. Mapas

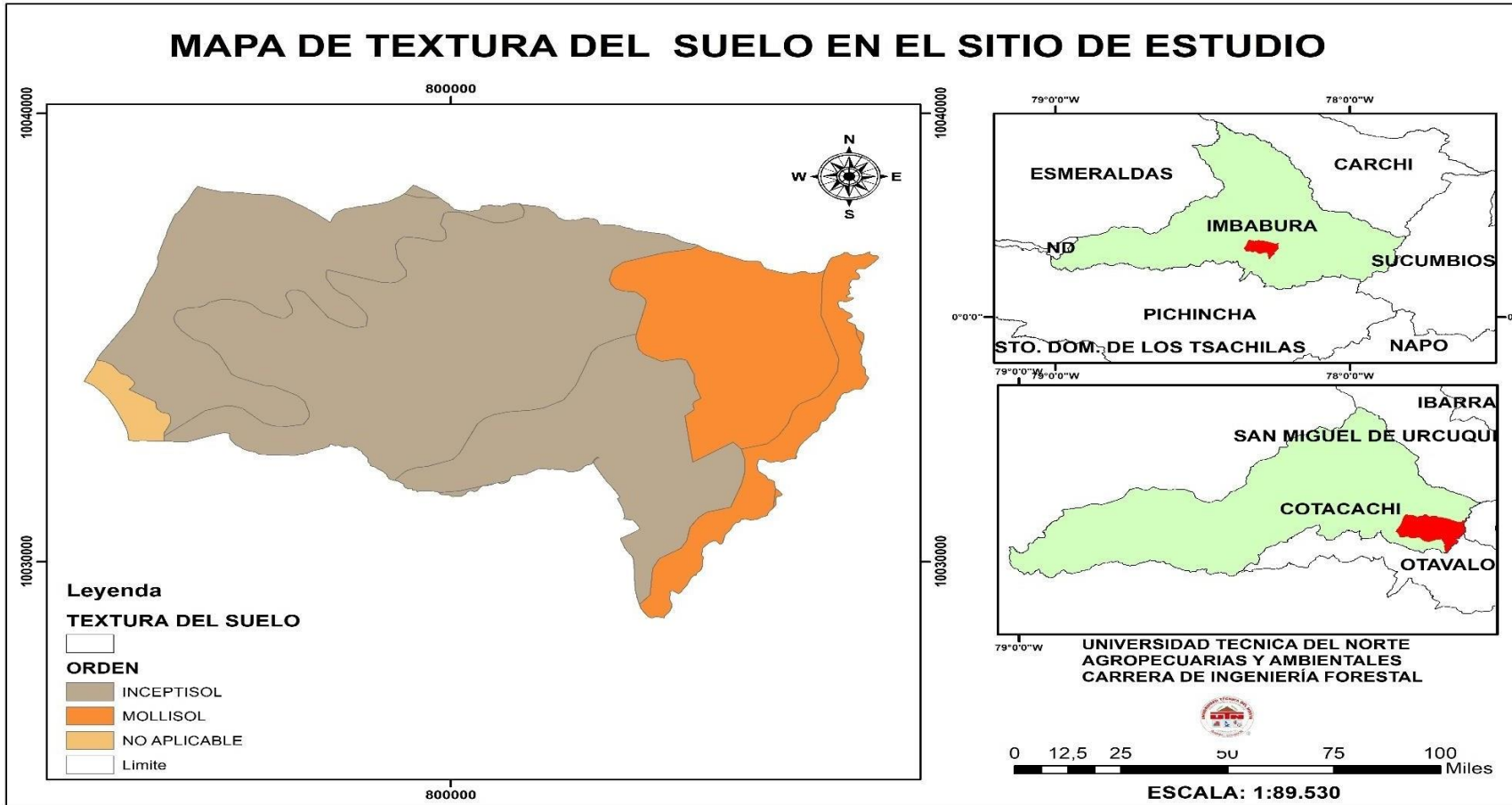
Mapa de Isotermas del sitio de estudio



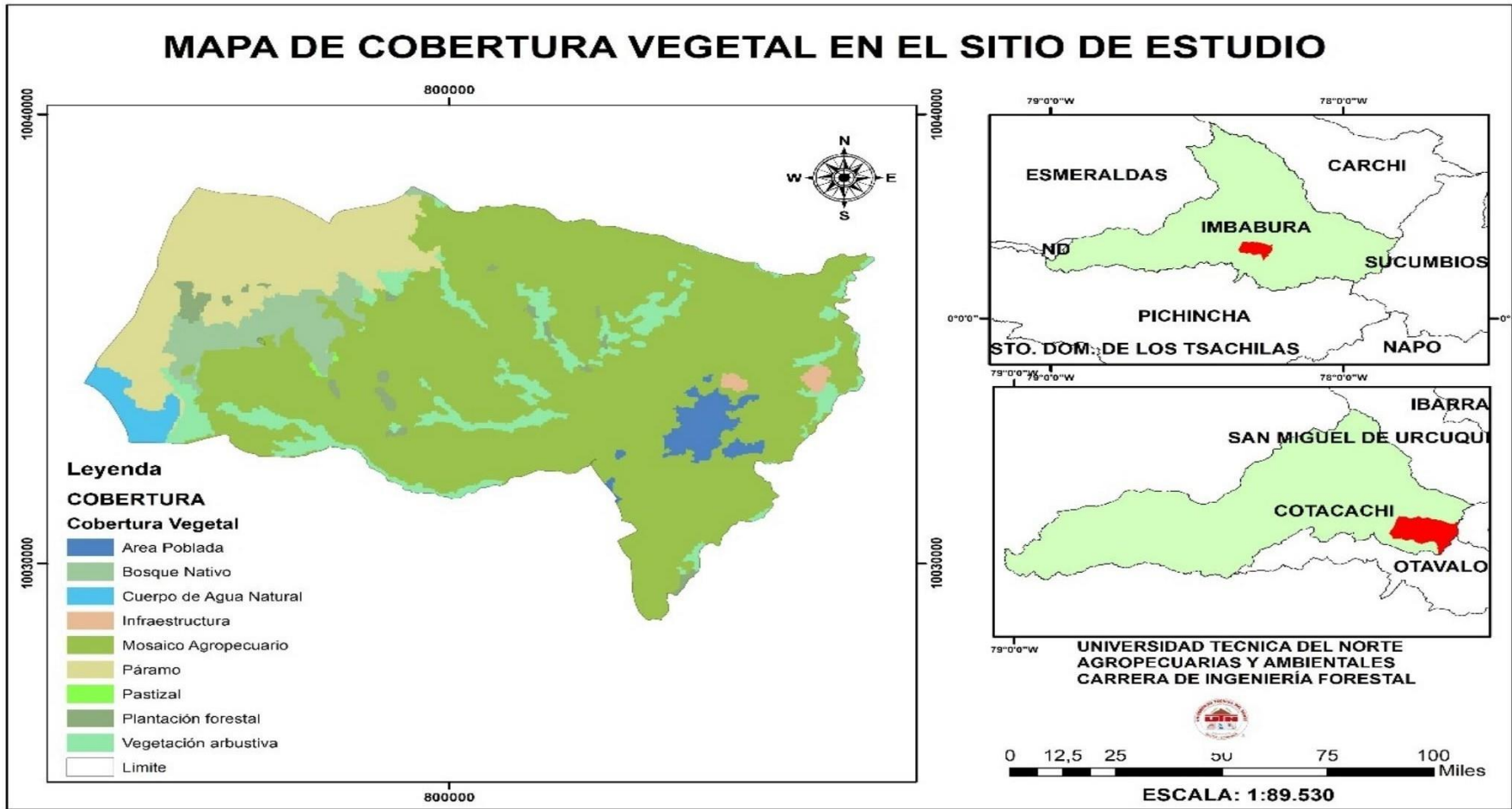
Mapa de Isoyetas del sitio de estudio



Mapa de Textura del suelo del sitio de estudio

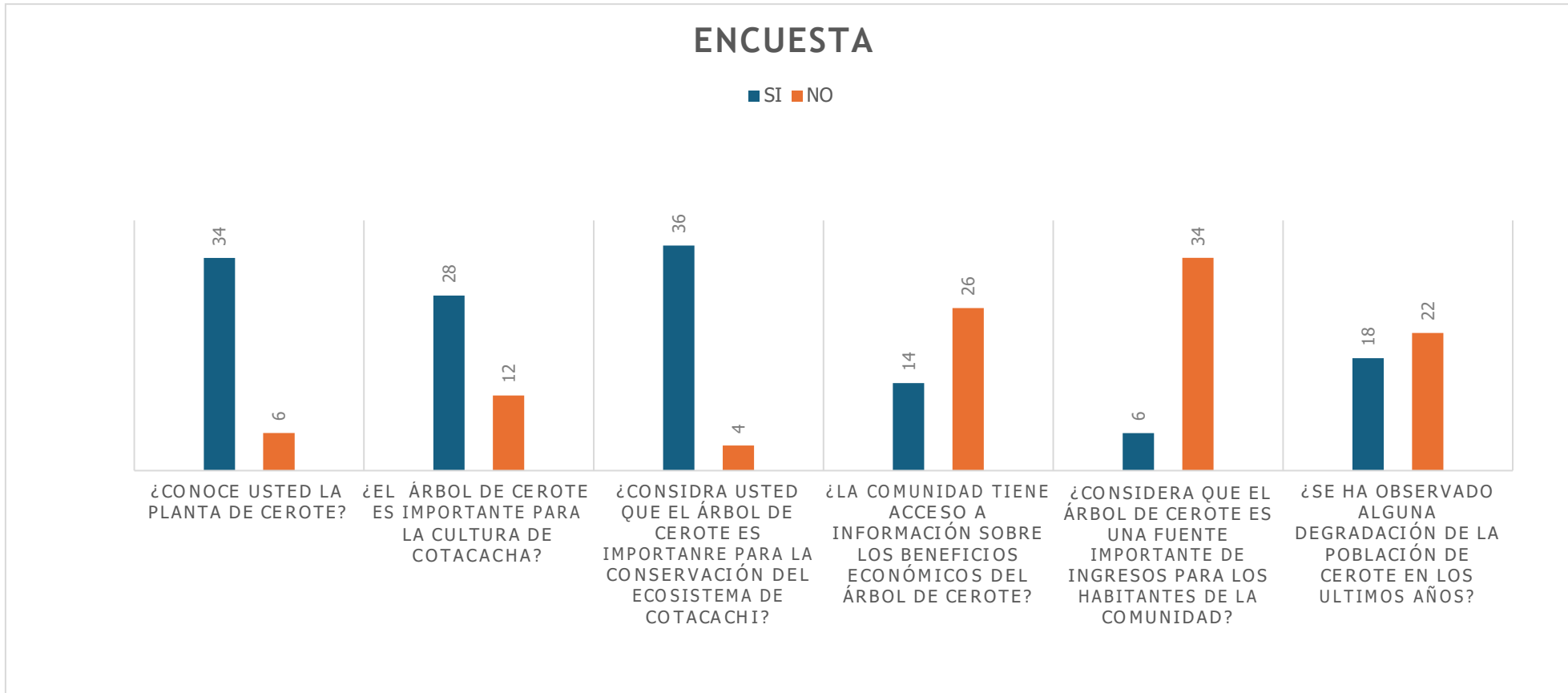


Mapa de Cobertura vegetal del sitio de estudio

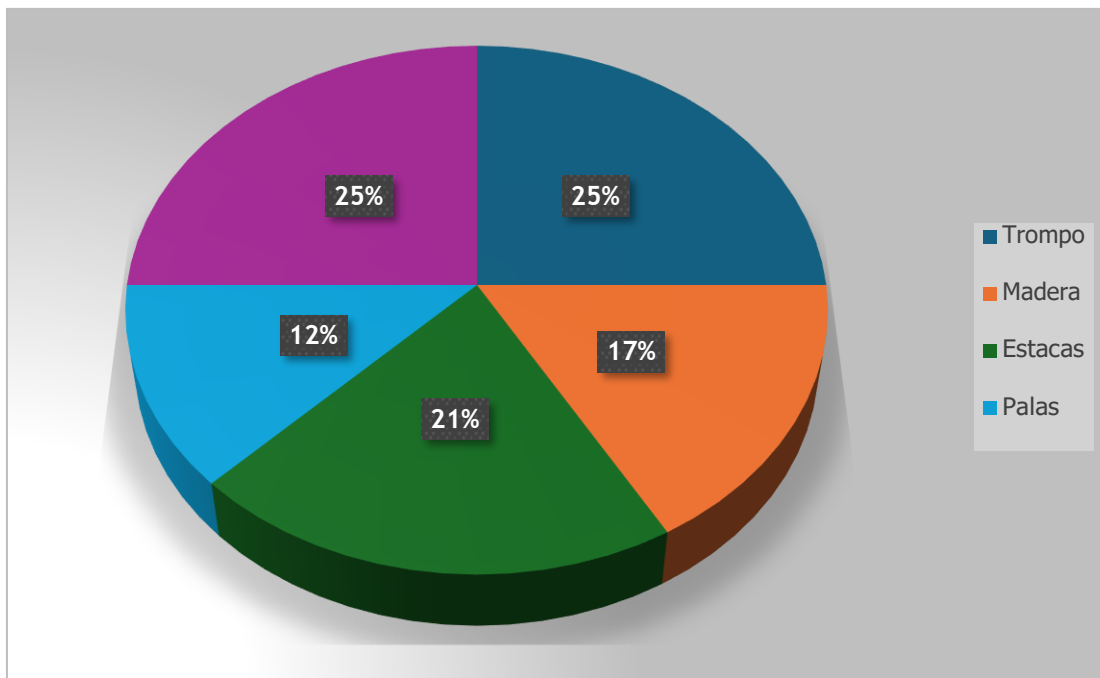


Anexo 2. Graficas de la encuesta aplicada

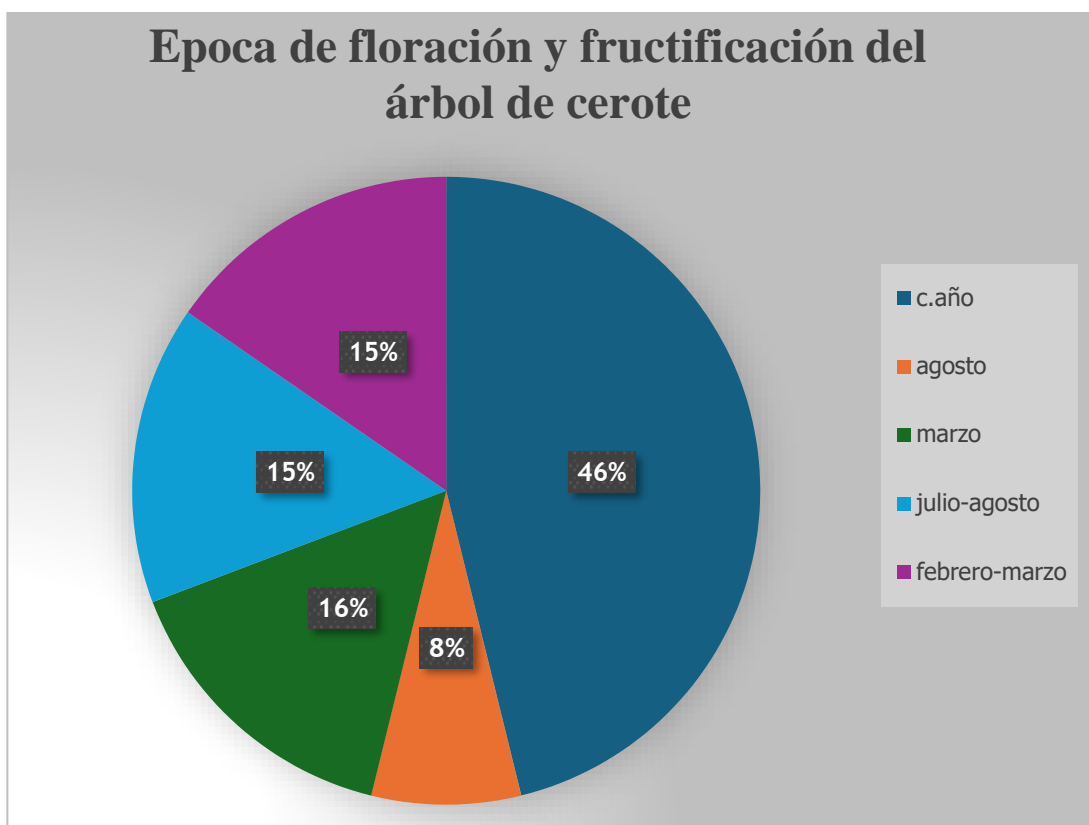
Gráfico del aspecto socioeconómico



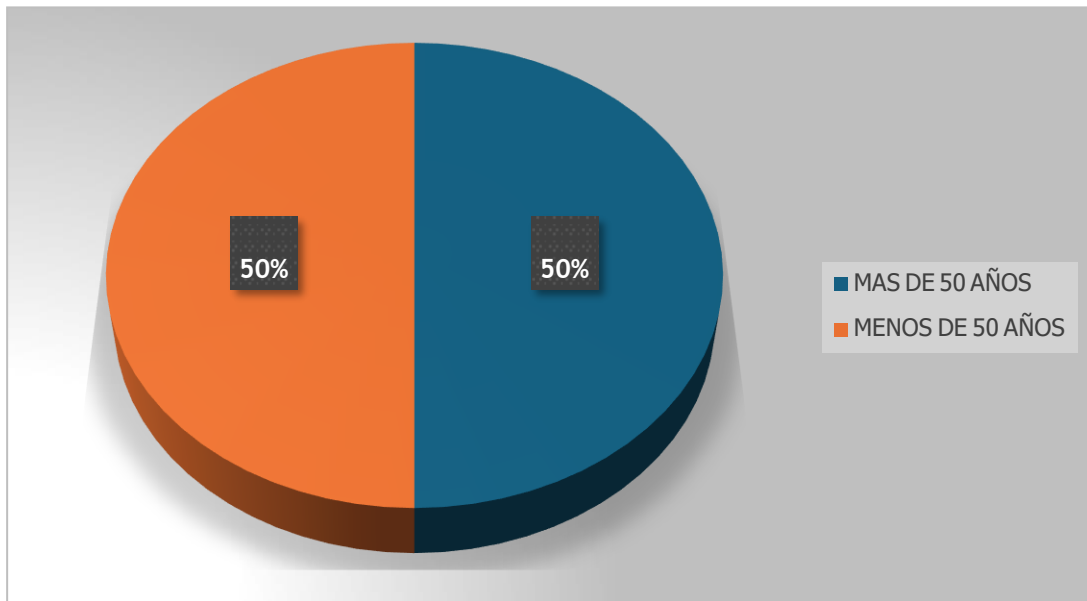
Grafica de productos y servicios de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote)



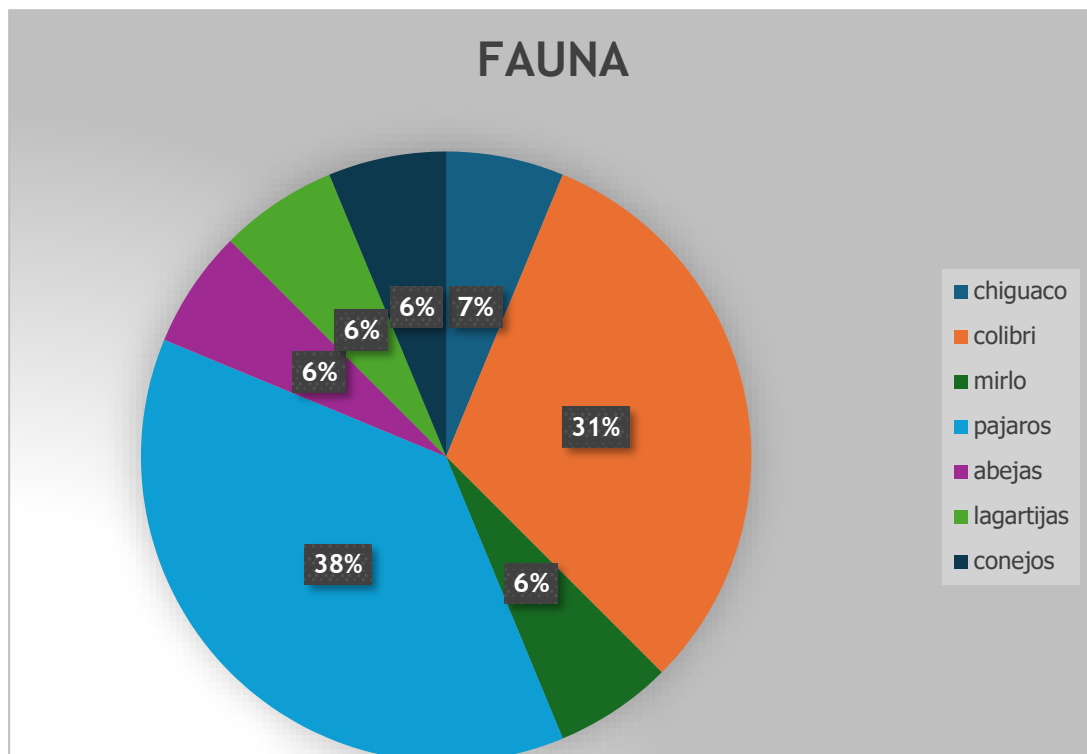
Grafica del criterio ecológico de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote)

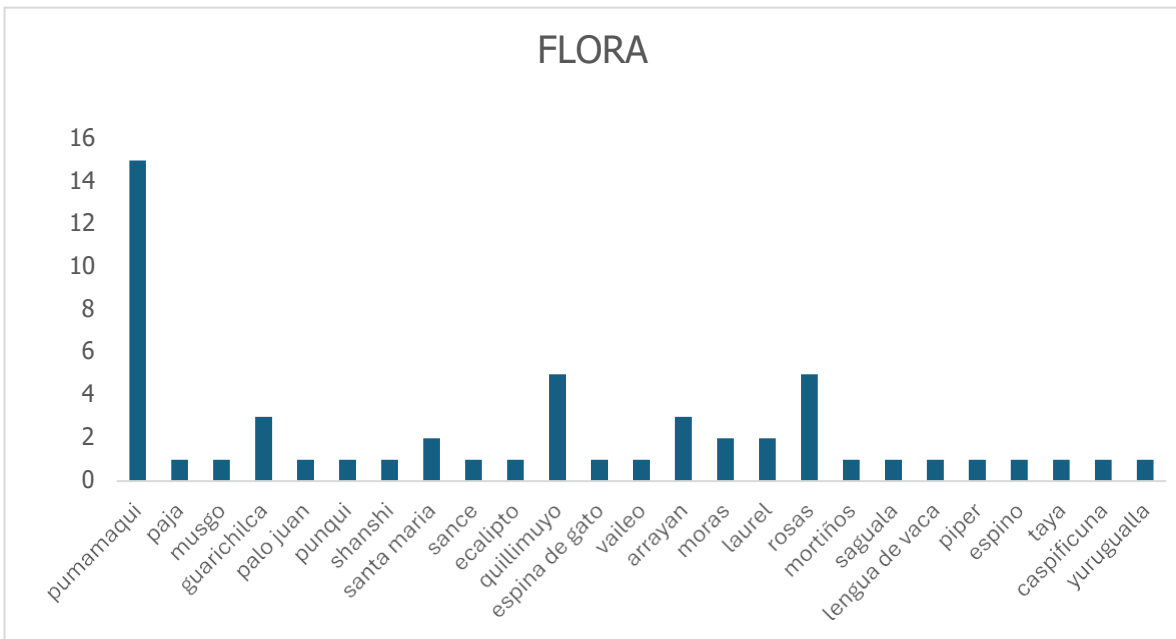


Grafica de la edad estimada para el uso de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote)



Grafica de la fauna asociada con la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote)



Grafica de la flora asociada con la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote)

ANEXO 3: Fotografías.**Fotografía 1.** Delimitación de parcelas**Fotografía 2.** Recolección de frutos de la especie *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote)

Fotografía 3. Semillas en cada almacenamiento



Fotografía 4. Instalación del ensayo



Fotografía 5. Instalación del experimento



Fotografía 6. Germinación de las semillas

