

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### “EVALUACIÓN DE TASAS DE GERMINACIÓN, SUPERVIVENCIA Y DESARROLLO DE CUATRO ESPECIES NATIVAS ALTOANDINAS EN VIVERO Y EN UN ÁREA DEGRADADA EN LA PROVINCIA CARCHI”

#### AUTORES

MARLON JAVIER RUANO GUEL  
EDISON DANIEL BENAVIDES ACOSTA

#### DIRECTORA

MSc. MÓNICA EULALIA LEÓN ESPINOZA

**IBARRA-ECUADOR**

**SEPTIEMBRE 2018**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

#### CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

#### “EVALUACIÓN DE TASAS DE GERMINACIÓN, SUPERVIVENCIA Y DESARROLLO DE CUATRO ESPECIES NATIVAS ALTOANDINAS EN VIVERO Y EN UN ÁREA DEGRADADA EN LA PROVINCIA CARCHI”

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

#### INGENIEROS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

##### APROBADA:

Ing. Mónica León MSc.

**DIRECTORA DE TESIS**

**FIRMA**

Ing. Gladys Yaguana MSc.

**ASESORA**

**FIRMA**

Ing. Lucía Vásquez MSc.

**ASESORA**

**FIRMA**

Ing. Tania Oña MSc.

**ASESORA**

**FIRMA**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

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

#### 1. 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. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401708011		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Ruano Guel Marlon Javier		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Parroquia Tufiño-Barrio Río Grande-calle Julio Robles y Sucre		
<b>EMAIL:</b>	Xavi-R93-@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	063019985	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0994212420

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004057178		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Benavides Acosta Edison Daniel		
<b>DIRECCIÓN:</b>	San Antonio – Tanguarín – Calle 15 de mayo 2-81 y Laura López.		
<b>EMAIL:</b>	danielgb131@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062932882	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0995469710

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“EVALUACIÓN DE TASAS DE GERMINACIÓN, SUPERVIVENCIA Y DESARROLLO DE CUATRO ESPECIES NATIVAS ALTOANDINAS EN VIVERO Y EN UN ÁREA DEGRADADA EN LA PROVINCIA CARCHI”
<b>AUTORES:</b>	Ruano Guel Marlon Javier Benavides Acosta Edison Daniel
<b>FECHA: AAAMMDD</b>	2018 – 09– 24
<b>PROGRAMA:</b>	PREGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingenieros en Recursos Naturales Renovables
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Mónica Eulalia León Espinoza MSc.

## 2. AUTORIZACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, **MARLON JAVIER RUANO GUEL**, con cédula de identidad Nro. 0401708011 y **EDISON DANIEL BENAVIDES ACOSTA**, con cédula de identidad Nro. 1004057178, en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos 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.

### 3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, 24 de septiembre del 2018

#### LOS AUTORES



---

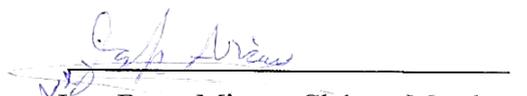
Ruano Guel Marlon Javier  
C.I. 040170801-1



---

Benavides Acosta Edison Daniel  
C.I. 100405717-8

#### ACEPTACIÓN

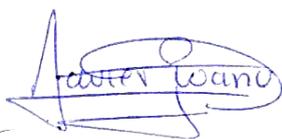
  

---

Ing. Betty Mireya Chávez Martínez  
**Biblioteca Universitaria UTN**

## DECLARACIÓN

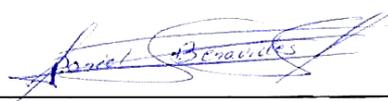
Manifestamos que la presente obra es original y se ha desarrollado sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y somos los titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.



---

Ruano Guel Marlon Javier

**C.I. 040170801-1**



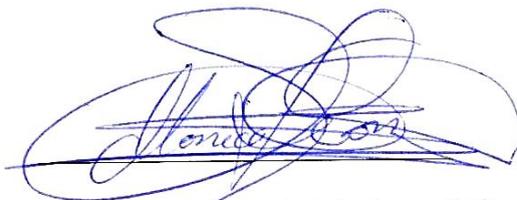
---

Benavides Acosta Edison Daniel

**C.I. 100405717-8**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores **MARLON JAVIER RUANO GUEL**, con cédula de identidad Nro. **040170801-1** y **EDISON DANIEL BENAVIDES ACOSTA**, con cédula de identidad Nro. **100405717-8** bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mónica León Espinoza', written over a horizontal line.

Ing. Mónica Eulalia León Espinoza MSc.

**DIRECTORA DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

*A la honorable Universidad Técnica del Norte, a la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables y especialmente a sus docentes por habernos formado académica, ética y profesionalmente.*

*A nuestra estimada directora MSc. Mónica León, nuestro respeto, gratitud y admiración por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico a lo largo de nuestra investigación, de igual manera a nuestros asesores MSc. Lucía Vásquez, MSc. Gladys Yaguana y MSc. Tania Oña por guiarnos de la mejor manera hasta la culminación de la investigación.*

*Agradecimientos especiales a la MSc. María Vizcaíno por su aporte y conocimiento en el desarrollo de esta investigación y a nuestros familiares y amigos que nos brindaron su apoyo ante las adversidades.*

***Javier Ruano***

***Daniel Benavides***

## **DEDICATORIA**

*A Dios por mostrarme el camino hacia la superación.*

*A mis padres Miguel y Zoila, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional, el cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.*

*A mi querido hermano, Gabriel por ser mi amigo, por confiar en mí y apoyarme siempre.*

*A mi compañera y amiga Madeline por su amor y apoyo incondicional.*

*A mis abuelitos Humberto y Teresa, que me han sabido compartir su cariño y sus sabios consejos.*

*A mis tíos Cristian, Segundo, Edison, Luís, Digna y Elina por su apoyo en mi formación personal y académica.*

*A mi colega y amigo Daniel, por el esfuerzo y dedicación constante.*

**Marlon Javier R.**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo es el resultado de un camino de esfuerzo y dedicación. Es por ello que se lo quiero dedicar a todos los estudiantes y personas que se preocupan por el cuidado y recuperación de ecosistemas, con el fin de construir un mundo saludable para futuras generaciones.*

*Dedico este trabajo a Dios, quien me ha dado la oportunidad de formarme profesionalmente en esta carrera y salir adelante.*

*A Danna y Sofia, quienes han sido mi fuente de inspiración y me han brindado su amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.*

*A mis padres y hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y brindarme su apoyo incondicional.*

*A mí madre Blanca quien me formo desde niño como persona y me enseñó que con trabajo constante se alcanzan los objetivos.*

*A mi colega y amigo Javier, por su dedicación constante y el trabajo en equipo.*

**Edison Daniel B.**

## ÍNDICE

RESUMEN.....	xv
<b>SUMMARY</b> .....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema de investigación.....	2
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Ecosistemas alterados.....	5
2.3 Disturbios naturales y antrópicos.....	6
2.4 Restauración ecológica.....	7
2.4.1 Tipos de Restauración.....	7
2.4.2 Importancia de la restauración ecológica.....	8
2.5 Especies nativas en bosques altoandinos.....	8
2.5.1 Selección de especies.....	9
2.6 Descripción de especies en Estudio.....	10
2.6.1 <i>Viburnum triphyllum</i> (palo juan).....	10
2.6.2 <i>Hyeronima asperifolia</i> (motilón).....	11
2.6.3 <i>Aegiphila bogotensis</i> (uvillo).....	12
2.6.4 <i>Citharexylum montanum</i> (aguacatillo).....	13
2.7 La semilla.....	14
2.7.1 Semillas ortodoxas.....	14
2.7.2 Semillas recalcitrantes.....	14
2.8 Recolección de semillas.....	15
2.8.1 Recolección de frutos o semillas caídas al suelo.....	15
2.8.2 Recolección por sacudimiento manual.....	16

2.8.3	Recolección de árboles en pie a los que se accede trepando o con escaleras	16
2.9	Transporte de semillas .....	16
2.10	Lavado y despulpado de semillas .....	17
2.11	Secado de semillas .....	18
2.12	Tratamientos pregerminativos .....	18
2.12.1	Periodos alternos de agua y sol .....	19
2.12.2	Inmersión en agua caliente .....	19
2.13	Variables a evaluar .....	19
2.13.1	Germinación de la semilla .....	20
2.13.2	Supervivencia .....	20
2.13.3	Desarrollo y crecimiento inicial.....	20
2.14	Fundamentación legal .....	22
CAPÍTULO III .....		23
3.	METODOLOGÍA .....	23
3.1	Descripción del área de estudio .....	23
3.2	Fase de estudio y diagnóstico .....	24
3.2.1	Selección de ecosistemas .....	24
3.2.2	Identificación de campo abierto.....	24
3.2.3	Identificación de vivero de la Prefectura Carchi .....	25
3.3	Fase de desarrollo de la investigación .....	25
3.3.1	Selección de especies.....	26
3.3.2	Recolección de semillas.....	26
3.3.3	Caracterización de la fuente semillera.....	26
3.3.4	Transporte de frutos.....	28
3.3.5	Lavado y secado de semillas.....	29
3.3.6	Análisis de suelo en campo .....	29
3.3.7	Análisis de sustrato en vivero .....	29
3.3.8	Preparación de área en Campo .....	30
3.3.9	Preparación del área en Vivero.....	30
3.3.10	Selección de semillas .....	31
3.3.11	Aplicación de Tratamientos pregerminativos.....	31
3.3.12	Siembra de semillas en campo.....	34

3.3.13	Siembra de semillas en vivero .....	34
3.4	Fase de monitoreo y medición .....	34
3.4.1	Germinación (G) .....	35
3.4.2	Supervivencia (S) .....	36
3.4.3	Altura total (H) .....	36
3.4.4	Diámetro basal (DB) .....	36
3.4.5	Hojas en desarrollo (HD) .....	36
3.4.6	Protocolo de diseño experimental y análisis estadístico .....	37
CAPÍTULO IV .....		40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
4.1	Germinación .....	40
4.1.1	T de Student para Germinación .....	40
4.1.2	Germinación en Campo abierto y Vivero .....	41
4.2	Supervivencia y desarrollo inicial .....	43
4.2.1	T de Student para variables de supervivencia y desarrollo inicial .....	43
4.2.2	Supervivencia y desarrollo inicial en campo abierto y vivero .....	45
4.2.3	Evaluación de variables de desarrollo inicial en campo abierto .....	46
4.2.4	Evaluación de variables de desarrollo inicial en vivero .....	50
4.2.5	Especies determinadas para restauración ecológica .....	54
CAPÍTULO V .....		58
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
5.1	Conclusiones .....	58
5.2	Recomendaciones .....	59
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	60
7.	ANEXOS .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Atributos para la selección de especies .....	9
Tabla 2. Criterios fitosanitarios de las especies .....	27
Tabla 3. Criterio de disponibilidad de semillas.....	27
Tabla 4. Ficha informativa de la fuente semillera seleccionada.....	28
Tabla 5. Tratamientos aplicados a semillas de las especies en estudio .....	34
Tabla 6. Factores en estudio en la investigación .....	37
Tabla 7. Combinaciones resultantes de la interacción de los factores A*B .....	37
Tabla 8. Análisis de varianza del Diseño Irrestricto al Azar.....	38
Tabla 9. Rangos de homogeneidad del (C.V) Coeficiente de Variación.....	39
Tabla 10. Estadísticas de grupo.....	40
Tabla 11. Prueba de muestras independientes.....	41
Tabla 12. Estadística de grupo .....	44
Tabla 13. Prueba de muestras independientes.....	45
Tabla 14. ADEVA de altura .....	47
Tabla 15. ADEVA de diámetro basal.....	48
Tabla 16. ADEVA de Hojas en Desarrollo. ....	49
Tabla 17. ADEVA de altura en vivero .....	50
Tabla 18. Interacción especie tratamiento para altura.....	51
Tabla 19. ADEVA de diámetro basal.....	52
Tabla 20. Interacción especie tratamiento para diámetro basal.....	53
Tabla 21. ADEVA de Hojas en Desarrollo. ....	53
Tabla 22. Interacción especie tratamiento para hojas en desarrollo.....	54
Tabla 23. Datos del reporte de análisis de suelo en campo abierto (INIAP, 2017).....	56
Tabla 24. Datos del reporte de análisis de suelo en vivero (INIAP, 2017) .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Viburnum triphyllum</i> .....	10
Figura 2. <i>Hyeronima asperifolia</i> .....	11
Figura 3. <i>Aegiphila bogotensis</i> .....	12
Figura 4. <i>Citharexylum montanum</i> .....	13
Figura 5. Ubicación del área de estudio .....	23
Figura 6. Diagrama de estudio y diagnóstico de la investigación .....	24

Figura 7. Diagrama de desarrollo de la investigación .....	25
Figura 8. Diagrama del tratamiento Periodos alternos de agua y sol .....	32
Figura 9. Diagrama del tratamiento inmersión en agua caliente .....	33
Figura 10. Diagrama de monitoreo y medición de variables .....	35
Figura 11. Germinación en campo y vivero. ....	43
Figura 12. Supervivencia en campo y vivero .....	46
Figura 13. Interacción especie tratamiento para altura.....	47
Figura 14. Interacción especie tratamiento para diámetro basal .....	48
Figura 15. Interacción especie tratamiento para hojas en desarrollo.....	49
Figura 16. Prueba de medias para altura. ....	51
Figura 17. Rango de medias para diámetro basal.....	52
Figura 18. Rango de medias para hojas en desarrollo .....	54
Figura 19. Reporte de precipitación en el cantón Tulcán (INAMHI, 2017). ....	55
Figura 20. Reporte de temperaturas en el cantón Tulcán (INAMHI, 2017).....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo en campo .....	65
Anexo 2. Análisis de suelo en vivero.....	66
Anexo 3. Códigos y número de semillas germinadas en campo abierto y vivero.....	67
Anexo 4. Tablas de Discusión.....	67
Anexo 5. Fichas informativas de las fuentes semilleras.....	70
Anexo 6. Recolección de Semillas.....	71
Anexo 7. Lavado y despulpado de semillas .....	71
Anexo 8. Preparación de área en campo .....	71
Anexo 9. Preparación de área en vivero.....	71
Anexo 10. Aplicación de tratamientos pregerminativos .....	71
Anexo 11. Siembra de semillas en campo y vivero .....	71
Anexo 12. Retiro de maleza en campo y vivero.....	71
Anexo 13. Toma de datos en campo y vivero .....	71
Anexo 14. Entrega de Plantas de campo y vivero.....	71

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la incidencia de tres tratamientos pregerminativos en las variables: germinación, supervivencia y desarrollo inicial de las especies nativas altoandinas: *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*, como estrategia para restauración de ecosistemas disturbados en la provincia Carchi. El estudio se realizó en vivero y en campo abierto en la cabecera cantonal Tulcán, provincia Carchi, Ecuador. Para la ejecución del estudio, se preparó la superficie en campo abierto y sustrato en vivero, posteriormente se realizó la selección de fuentes semilleras idóneas de las cuales se colectó las semillas, se transportaron y se aplicaron los tratamientos pregerminativos: control, periodos alternos de agua y sol e inmersión en agua caliente, luego se procedió a la siembra para la obtención de datos de las variables mencionadas. De acuerdo con las variables analizadas durante el periodo diciembre 2016 – septiembre 2017 se determinó que los tratamientos control y periodos alternos de agua y sol, poseen una mayor tendencia germinativa en las dos áreas de estudio, mientras que en supervivencia registra una tendencia mayor el tratamiento inmersión en agua caliente. Del análisis de ANNOVA realizado para las variables: altura, diámetro basal y hojas en desarrollo, no se encontraron diferencias significativas en campo abierto, a diferencia del análisis en vivero. Considerando todas las variables y condiciones de humedad, temperatura y análisis de suelo, se concluyó que *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum* son idóneas para implementarlas en procesos de restauración ecológica en la provincia Carchi.

**Palabras claves:** Aplicación, restauración de ecosistemas, semillas, tratamientos pregerminativos.

## SUMMARY

The present study evaluated the incidence of three pregerminative treatments in the variables: Germination, survival and initial development of Andes native species: *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* and *Citharexylum montanum*, as a strategy for the restoration of ecosystems disturbed in the Carchi province. The study was carried out in the nursery and in field at the Tulcán city, Carchi province, Ecuador. To carry out the study, the surface was prepared in field and substrate in nursery, subsequently, the selection of suitable seed sources from which the seeds were collected was made. Were transported and pregerminative treatments applied: control, alternating periods of water and sun and immersion in hot water, it then proceeds to the sowing to obtain data of the variables mentioned. According to the variables analyzed during the period December 2016 – September 2017 it was determined that control treatments and alternate periods of water and sun, have a higher germinative tendency in the two areas of study, in survival registers a higher trend the immersion in hot water treatment. Of the ANNOVA analysis performed for the variables: Height, basal diameter and developing leaves, no significant differences were found in the field, bat in the nursery analysis, presents significant differences. Thus, considering all the variables and conditions of humidity, temperature and soil analysis, it was determined that *Aegiphila bogotensis* and *Citharexylum montanum* they are ideal for implementing them in ecological restoration processes in the Carchi province.

**Keywords:** Application, restoration of ecosystems, seeds, pregerminative treatments.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En un estudio comparativo de bosques montañosos tropicales en América Latina, se determinó que los valores más altos de biodiversidad se encuentran en Ecuador; ya que está dividido en tres regiones climáticas por presencia de la cordillera de los andes, misma que da origen a diversas condiciones climáticas y pisos altitudinales, por lo cual se considera a Ecuador como un país megadiverso (Ortega y Guanuche, 2016).

Esta diversidad no presenta un límite por unidad de área a nivel mundial. De acuerdo con un monitoreo realizado en 1999 sobre formaciones botánicas en Ecuador, un grupo de científicos determinó que existen 31 formaciones de bosque en la región sierra, correspondiente al 43.66% de áreas boscosas del país equivalente a 92 835.3 km<sup>2</sup> (Velásquez, 2014).

Esta investigación se enfatiza en bosques altoandinos ecuatorianos que están ubicados entre los 1200 msnm y 3600 msnm, en las estribaciones de la cordillera de los Andes con una diversidad muy alta correspondiente al 33,99% equivalente a 31 555.3 km<sup>2</sup> de bosque montano nororiental (Museo de zoología, 2013). Sin embargo, en los últimos años estas zonas se encuentran amenazadas por construcciones mineras y procesos de colonización con avance de la frontera agrícola y ganadera. Esto induce continuamente a la destrucción de ecosistemas y nuevos reportes de especies amenazadas o en otros casos extintas (Velásquez, 2014).

Con base a lo anteriormente mencionado y tomando en cuenta que las especies nativas altoandinas: *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*, brindan servicios ecosistémicos como: proporcionar alimento y refugio a aves, insectos y mamíferos pequeños, fijación de nitrógeno, asimilación de CO<sub>2</sub>, usos para la población como madera, leña, sombra, ornamentación, etc. (OPEPA, 2016), se consideró a estas especies importantes para reforestación; previo a esto se hizo un reconocimiento de la zona y se consideró criterios de temporalidad de las especies en cuanto

a producción de semillas y características fenotípicas óptimas como: ramaje, fuste, floración, ataque de plagas y enfermedades.

### **1.1 Problema de investigación**

La pérdida o deterioro del ambiente es cualquier alteración negativa o modificación adversa que alteran el funcionamiento y componentes de los ecosistemas (Sánchez, 2011) por actividades humanas como: deforestación, avance de la frontera agrícola, extracción de recursos no renovables, e incendios (Puentestar, 2015). En conjunto con factores naturales como: erupciones volcánicas, tormentas, huracanes, terremotos; producen graves consecuencias como alteraciones en la dinámica de ecosistemas y reducción del endemismo en lugares afectados (Loteró, Linares, Cardona y Sánchez, 2007).

En ecosistemas altoandinos pese a los esfuerzos realizados en los últimos años por conservarlos en el país; la destrucción y degradación de hábitats continúa siendo el principal factor que compromete su conservación (Pitman, Jorgensen, Williams, León y Valencia, 2002). Como es el caso del deterioro ambiental en la provincia del Carchi donde la desaparición de bosques, es causada para satisfacer diferentes necesidades como agricultura, manejo de ganado lechero, obtención de madera y carbón, construcción de vías y crecimiento urbano (Mejía, 2016).

El deterioro ambiental de muchas zonas en la Provincia del Carchi consecuencia de estas afectaciones y la acelerada desaparición de vegetación nativa en bosques altoandinos, impulsa a generar información sobre la importancia y reproducción de ejemplares promisorios con fines de restauración, además, destacando que los estudios sobre germinación y supervivencia en Ecuador no son diversificados a nivel de especie, promoviendo el desarrollo de la presente investigación.

## 1.2 Hipótesis

La aplicación de tratamiento permitió comprobar las Hipótesis Nula y Alternativa en las semillas.

$H_0 = t_1 = t_2 = t_3$  (Los tratamientos aplicados no inciden en la germinación, desarrollo y supervivencia de las especies)

$H_1 = t_1 \neq t_2 \neq t_3$  (Al menos uno de los tratamientos aplicados incide en la germinación, desarrollo y supervivencia de las especies)

## 1.3 Justificación

La presente investigación se enfoca en determinar técnicas adecuadas para la germinación de especies vegetales nativas como: *Viburnum triphyllum* (palo juan), *Hyeronima asperifolia* (motilón), *Aegiphila bogotensis* (uvillo) y *Citharexylum montanum* (aguacatillo), mismas que pueden emplearse en procesos de restauración en la provincia Carchi.

Además, este estudio contribuirá al conocimiento científico sobre germinación y desarrollo en base a la aplicación de tratamientos pregerminativos de cuatro especies vegetales. Potenciales en recuperar la estructura propia y características de bosques altoandinos degradados, recomendando aquellos tratamientos específicos que garanticen un buen porcentaje de germinación y desarrollo temprano contribuyendo con estrategias para los procesos de restauración ecológicos que se llevan a cabo en la zona norte del país.

La investigación es planteada conjuntamente con el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) mediante el proyecto ECOANDES, multiplicando los beneficios ambientales y sociales proveídos por la biodiversidad y los reservorios de carbono de los ecosistemas alto andinos; financiada por el Fondo para el Medioambiente Mundial (FMAM) coordinando conjuntamente con el Gobierno Provincial del Carchi, y espera de forma concreta, dar un aporte importante a la implementación del Programa Nacional de Restauración Forestal (PNRF) del Ministerio del Ambiente en Carchi.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar la germinación, supervivencia y características del desarrollo inicial de cuatro especies nativas: *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis*, *Citharexylum montanum*, como estrategia de restauración de ecosistemas disturbados en la provincia Carchi.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Determinar la incidencia de dos tratamientos pregerminativos en la germinación y supervivencia de las especies: *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*.

Evaluar el desarrollo inicial y supervivencia de las especies *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum* en dos sistemas agronómicos: campo abierto y vivero.

Determinar las especies óptimas para implementarlas en procesos de restauración ecológicos en la ceja altoandina de la provincia Carchi.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1 Antecedentes

En Ecuador los estudios sobre tasas de germinación y supervivencia de especies nativas en bosques altoandinos son escasamente estudiados, en algunos casos porque la propagación de estos ejemplares resulta más complicada o porque algunas de estas especies nativas se las puede encontrar solo en lugares de difícil acceso; sin embargo Aguirre, Günter, y Stimm (2008), realizaron un estudio en la ciudad de Loja, en el que se demostró que la combinación de técnicas de optimización en la producción de especies forestales en los escenarios de madurez de la semilla, sustratos para la germinación, sustrato para replante; permitió mejorar la producción entre 23% al 81%. En el caso de la especie en estudio, *Hyeronima asperifolia* obtuvo un mejoramiento de su germinación en un 161%.

En otra investigación (Alvarado y Encalada, 2010), fue llevada a cabo en las instalaciones de la Estación Científica San Francisco (ECSF), ubicada en la vía Loja-Zamora; se determinó los períodos de foliación, defoliación, floración y fructificación de seis especies nativas seleccionadas y se obtuvo que la especie *Hyeronima asperifolia* presenta su floración entre Agosto-Octubre, y fructificando para Diciembre-Junio, siendo esta información importante en la investigación que se propone al momento de la recolección de semillas.

Si bien se posee un número considerable de investigaciones, aún no se cuenta con información detallada y variada en cuanto a especies, desconociendo a su vez los servicios ecosistémicos que estas brindan y existiendo un vacío en el conocimiento sobre producción de especies alternativas que puedan emplearse en programas de restauración.

#### 2.2 Ecosistemas alterados

Los ecosistemas alterados básicamente están definidos como sitios en los cuales se combinan algunas características ambientales y un antecedente de deterioro en particular,

donde se pueden tener diferentes tipos de vegetación (pastizales, rastrojos, matorrales, bosques y páramos), con diversos tipos de alteración (agricultura, pastoreo, tala y fuego) y grados de alteración (tala selectiva o rasa, fuegos superficiales o intensos, entre otros), cada uno con diferentes necesidades de recuperación y por lo tanto diferentes objetivos de restauración (Velasco, 2007).

Se considera un área disturbada cuando un lugar ha perdido total o parcialmente sus propiedades o en otras palabras su función (productividad, interacciones, polinización, regulación hídrica) y su estructura (organización espacial de las especies, número de especies, estado de las poblaciones) (Barrera y Valdés, 2007).

### **2.3 Disturbios naturales y antrópicos**

Los disturbios son eventos relativamente discretos en el tiempo que rompen la estructura y la función de un sistema (población, comunidad, ecosistema, paisaje). Como consecuencia de su ocurrencia, cambian la disponibilidad de recursos, así como las condiciones micro climáticas (Barrera, Contreras, Garzón, Moreno y Montoya, 2010).

Todos los ecosistemas están sujetos a un régimen de disturbios naturales y antrópicos, la combinación de éstos establece una dinámica espacial y temporal en los paisajes (Vargas, Díaz, Reyes y Gómez, 2012).

Entre los principales disturbios naturales se consideran:

- Inundaciones y sequías.
- Incendios.
- Erupciones volcánicas.

Entre los principales disturbios antrópicos destacan:

- Tala de bosques.
- Incendios con intención de transformar el bosque en potreros y campos agrícolas.

- Descargas orgánicas e inorgánicas en el suelo.
- Uso pecuario (pastoreo) en el cual es posible evidenciar la compactación del suelo (Vargas , Díaz, Reyes y Gómez, 2012).

## **2.4 Restauración ecológica**

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica SERI, (2014), le define como el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. Dicho de otra manera, la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recobrar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a reintegrar algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de un lugar. El objetivo primordial es iniciar o acelerar procesos que conduzcan a la recuperación de un ecosistema (Vargas, 2007).

### **2.4.1 Tipos de Restauración**

La restauración ecológica se clasifica en restauración activa y restauración pasiva, la primera tiene un menor tiempo de duración y por ende un costo más elevado, mientras que la restauración pasiva se la aplica a ecosistemas poco degradados (Velasco, 2007).

- **Restauración Activa**

Cuando los ecosistemas están muy degradados, no pueden regenerarse solos o se desvía o detiene su dinámica natural; es necesario implementar estrategias para lograr su recuperación, lo cual se denomina restauración activa o asistida. En la restauración activa es necesario asistir al ecosistema para garantizar que se puedan desarrollar procesos de recuperación en sus diferentes fases y superar las barreras que impiden la regeneración (Vargas, 2007).

- **Restauración Pasiva**

Los ecosistemas se regeneran por sí solos cuando no existen barreras que impidan esta regeneración, lo cual se denomina restauración pasiva (sucesión natural). Por lo tanto, la

restauración pasiva se refiere a que en un ecosistema degradado al eliminar los factores tensionantes o los disturbios que impiden su regeneración, se restaurará por sí solo (Vargas, 2007).

#### **2.4.2 Importancia de la restauración ecológica**

La conservación y restauración ecológica de los ecosistemas andinos es de vital importancia para el bienestar de las poblaciones humanas y el crecimiento sostenible de la economía del país. El páramo y los bosques altoandinos proporcionan a la sociedad, servicios ambientales como la continua provisión de agua, la regulación hidrológica, la estabilidad de suelos y el mantenimiento de la biodiversidad; también ha cobrado importancia el papel que cumple el suelo del páramo en el almacenamiento de carbono y su valor paisajístico y cultural para el desarrollo del ecoturismo (Velasco, 2007).

#### **2.5 Especies nativas en bosques altoandinos**

La conservación de las especies vegetales nativas en cada tipo de ecosistema es de vital importancia ya que las mismas brindan algunos beneficios ecológicos como: fijación de nitrógeno, mejoramiento de suelos, refugio y alimento de avifauna, entre otros.

Es por eso, la necesidad de darle un correcto manejo a las diferentes especies nativas y sobre todo potencializar aquellas que tengan la capacidad de desarrollarse en zonas profundamente alteradas; las mismas que posteriormente permitirán la recuperación de la fertilidad del suelo, mantenimiento de micro hábitats y el restablecimiento de al menos parte de la flora y fauna nativa endémica (Vazquez, Batis, Alcocer, Gual y Sánchez, 1999).

Para hacer uso de especies vegetales nativas en restauración ecológica, es indispensable profundizar nuestro conocimiento sobre la ecología, la propagación y el manejo de su disponibilidad, a fin de posibilitar el desarrollo de técnicas eficientes para su propagación (Vazquez, Batis, Alcocer, Gual y Sánchez, 1999).

### 2.5.1 Selección de especies

Para la selección de especies se debe considerar las condiciones atmosféricas, humedad y temperatura del sitio que se desea restaurar además de las condiciones y tipos de suelo, con la finalidad de seleccionar las especies adecuadas para la restauración, mismas que deben tener la capacidad de adaptación al tipo de ambiente.

La selección de especies para la restauración es un aspecto muy importante, puesto que el éxito de los proyectos depende de la capacidad de adaptación que posee la planta dentro de un ambiente disturbado. Se puede considerar los atributos que se mencionan en la tabla 1. Para dicha selección también se considera aquellos conjuntos vegetales con procesos e interacciones importantes para el ecosistema, por ejemplo, para áreas en donde hay que recuperar el suelo es muy importante combinar especies fijadoras de nitrógeno con especies que produzcan gran cantidad de hojarasca. En esta fase es necesario combinar el conocimiento de la gente y el conocimiento de expertos locales y científicos (Vargas, Díaz, Reyes y Gómez, 2012).

Tabla 1. Atributos para la selección de especies (Vargas, Díaz, Reyes y Gómez, 2012)

MORFOLÓGICOS	REPRODUCTIVOS	OTROS
Planta completa Hábito: arbusto, árbol, hierba. Altura	Reproducción sexual Reproducción vegetativa	Nivel poblacional: frecuencia, abundancia y tipo de distribución de la especie (individuos aislados o agrupaciones).
Copa Forma de la copa Cobertura de la copa (diámetro aproximado)	Densidad de follaje Estrategia de dispersión de las semillas: Zoocoria, anemocoria y/o barocoria (tipo de fruto)	Asociación Tipo de asociación con otras especies nativas y/o exóticas. Presencia de micorrizas.
Hoja Área foliar específica. Contenido de Materia Seca. Cociente peso fresco / peso seco Tipo de hoja	Estrategia de Polinización Ornitofilia, entomofilia o anemofilia (tipo de flor)	Tolerancia a la luz. Resistencia a Heladas. Fijadora de Nitrógeno. Producción de Hojarasca (diaria, semanal, mensual). Defensas anti-herbívoros. Estado fitopatológico: nivel de ataque.
	Banco de semillas Banco de plántulas Banco de retoños	Usos tradicionales y/o industriales potenciales: Protección de márgenes hídricos y nacederos; control de erosión, recuperación de suelos y protección de taludes; cerca viva; ornamental; barrera contra heladas.  Prestación de Servicios Ambientales.

## 2.6 Descripción de especies en Estudio

Se mencionan características principales de las especies nativas en estudio y el uso de la especie dentro de la comunidad, además de su importancia dentro del ecosistema.

### 2.6.1 *Viburnum triphyllum* (palo juan)

Origen cordillera oriental de los andes. Crece en bosques andinos y altoandinos de Colombia y Ecuador, entre los 2100 msnm y 3700 msnm. Arbusto de hasta 5 metros de alto, su tronco es torcido característico de vegetación de bosque Alto andino. Hojas color verde limón y por el envés de color verde pálido, su textura es similar a una cartulina. Flores blancas, agrupadas en una inflorescencia en forma de sombrilla (umbela) ver figura 1, las cuales exhalan un olor agradable. Frutos son carnosos, su color es vino tinto al madurar (Maecha, 2014).



Figura 1. *Viburnum triphyllum*

**Usos:** Ecológicamente brinda buen alimento para avifauna y entomofauna, es muy útil en protección de cuencas hidrográficas, actúa como inductor de procesos de restauración, en la industria madera para construcción, posee taninos en su corteza usadas en las curtiembres;

de sus frutos se obtiene un tinte violáceo que puede emplearse en el trabajo artesanal y ornamentalmente se lo utiliza en parques y separadores viales (Maecha, 2014).

### **2.6.2 *Hyeronima asperifolia* (motilón)**

Se distribuye desde 2200 msnm y 3200 msnm. Se encuentra en las cordilleras central y oriental y su hábitat generalmente es Bosque muy húmedo montano bajo. Este árbol alcanza los 20 m de altura. Su tronco alcanza 70 cm de diámetro, tiene una corteza muerta escamosa de color marrón grisáceo, su corteza viva es de color rosado y es fibrosa. Su copa es globosa y densa. Sus hojas son simples, alternas, miden unos 15 cm de largo por 8 cm de ancho, son de forma elíptica u oblonga, tienen borde entero, son un poco ásperas en el haz y tienen escamillas en el envés (Aguirre, Günter y Stimm, 2007).



Figura 2. *Hyeronima asperifolia*

Sus flores son pequeñas y están dispuestas en inflorescencias axilares en racimos de unos 10 cm de largo; sus frutos son carnosos, de forma oblonga, miden unos 2 cm de largo, son de color morado, liberan una tinta del mismo color, y cada uno tiene una semilla. Sus semillas miden 1 cm de largo, tienen forma elipsoide, son duras y tienen canales longitudinales. Generalmente fructifican entre diciembre a Febrero (Aguirre, Günter y Stimm, 2007).

**Usos:** Ecológicamente aporta alimento y refugio para aves y mamíferos pequeños. Económicamente se aprovecha su madera por su excelente calidad, especialmente para construcción, para la comunidad es muy importante ya que brinda sombra y es preferido para tenerlo de linderos y cercas vivas (Aguirre , Loja , Solano y Aguirre , 2015).

### **2.6.3 *Aegiphila bogotensis* (uvillo)**

Son plantas leñosas, arbustos o árboles de entre 15 y 20 metros de altura (Figura 3), propio de las cordilleras andinas desde Venezuela a Ecuador. Se distribuye entre los 2400 y 3400 metros de altitud en Colombia y Ecuador. Actualmente en Ecuador existe muy poca información sobre la especie (Alcázar, 2011).



Figura 3. *Aegiphila bogotensis*

Tienen ramificación tetragonal muchas veces pubescente. Hojas simples, opuestas, pecioladas, enteras, rara vez dentadas. La inflorescencia en panícula, umbela, reducida, flores únicas, axilares generalmente. Flores actinomorfas, cáliz gamopétalo tubular, corola generalmente blanca o amarilla, en tubo cilíndrico, lóbulos imbricados. Estambres entre 4 o 5, pistilo único, estigma bifido, ovario súpero. Frutos en drupa, la mayoría son carnosos, globosos o sub globosos, semillas sin endospermo (Alcázar, 2011).

**Usos:** Estos frutos son consumidos por aves silvestres, las cuales dispersan sus semillas. Son árboles de rápido crecimiento que inducen la regeneración del bosque. Su madera es utilizada en construcciones de viviendas y en elaboración de cajas (OPEPA, 2017).

#### 2.6.4 *Citharexylum montanum* (aguacatillo)

Es un árbol que puede llegar a medir hasta 20 m de altura. Propio de los bosques húmedos de los Andes se localiza a una altura entre 1000 y 2800 msnm. Sus ramas tienden a extenderse en dirección horizontal, sus hojas contienen pelos grisáceos o amarillentos que cubren completamente su envés y alcanzan más de 20 cm de longitud. Las flores presentan 5 pétalos unidos por su base formando un tubo, posee una fructificación muy vistosa y llamativa con frutos rojos que cuelgan de los árboles en forma de racimos (OPEPA, 2017).



Figura 4. *Citharexylum montanum*

**Usos:** Ecológicamente sus flores melíferas atraen insectos, colibríes y loros como el orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*). Sus frutos aportan alimento para aves silvestres, como las mirlas (*Turdus fuscater*) (Woodson, 1973). La madera es utilizada para leña, herramientas y postes para cerca vivas. Así mismo se registran usos para barreras cortavientos, recuperación ambiental y ornamento por sus coloridos frutos ya que posee rápido crecimiento (Foster y Janson, 1985).

## **2.7 La semilla**

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. En la naturaleza, es una fuente de alimento básico para muchos animales (Vázquez, Orozco, Rojas, Sánchez y Cervantes, 1997). Existen diferentes clasificaciones de las semillas, según la duración potencial de su viabilidad se diferencian dos tipos:

### **2.7.1 Semillas ortodoxas**

Estas semillas pueden ser desecadas hasta contenidos de humedad muy bajos sin sufrir daños, al menos hasta un nivel de humedad constante que se mantenga en equilibrio con una humedad ambiental relativa de 10%. Sus longevidades aumentan cuando disminuye el contenido de humedad y con la temperatura durante el almacenamiento, en una forma cuantificable y predecible (Vázquez, Orozco, Rojas, Sánchez y Cervantes, 1997).

### **2.7.2 Semillas recalcitrantes**

En contraste con las semillas ortodoxas, las recalcitrantes no pueden ser desecadas por debajo de un punto relativamente alto en el contenido de humedad sin causarles daño. A pesar de que existe gran variación en el contenido de humedad crítico entre las especies, bajo el cual la viabilidad se reduce, algunas especies comienzan a morir rápidamente aun en equilibrio con una humedad relativa ambiental de 98-99%, y la mayoría de las semillas muere cuando su contenido de humedad está en equilibrio con una humedad ambiental de 60-70% (que corresponde a un contenido de humedad de 16-30% sobre el peso fresco) (Vázquez, Orozco, Rojas, Sánchez y Cervantes, 1997).

## **2.8 Recolección de semillas**

Por su ubicación geográfica en el Ecuador la vegetación no tiene ciclo de floración y fructificación tan marcado como en zonas más alejadas de la línea ecuatorial, sin embargo, se puede determinar épocas principales de recolección de semillas según altitudes, sitios y regiones.

Es muy importante conocer la época más propicia para la recolección de frutos y semillas para evitar recoger frutos y semillas no maduros fisiológicamente, atacados por los agentes biológicos o llegar cuando los frutos dehiscentes han dispersado sus semillas. La época de recolección depende principalmente de cada una de las especies y sus estrategias ecológicas que puedan adoptar, es decir, algunas especies producen semillas exactamente cuando el ambiente es el adecuado para que sus semillas germinen. Además, hay que considerar dos factores para la recolección: las características generales del fruto y semilla, y del estado de madurez de la semilla (Willan, 1991).

Finalmente se debe llenar una ficha de recolección, misma que servirá como fuente de referencia del área de muestreo, origen y características de la especie. La ficha debe presentar en una forma clara, ordenada y concisa la recopilación de información posible de la muestra recolectada (anexo 5).

### **2.8.1 Recolección de frutos o semillas caídas al suelo**

En el caso de varios géneros que poseen frutos de gran tamaño, es habitual recolectar del suelo los frutos una vez que estos han caído de manera natural.

El tamaño del fruto es muy importante, pues cuanto mayor sea tanto más fácil será verlo y recogerlo a mano. Los principales inconvenientes que presenta la recolección del fruto después de su caída natural, son los riesgos de recoger semillas deterioradas o de germinación prematura cuando la recolección se retrasa y la falta de certeza a la hora de identificar los árboles padres de los que se recoge la semilla (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

### **2.8.2 Recolección por sacudimiento manual**

Cuando los frutos se separan con facilidad, pero la caída natural de los frutos no está suficientemente concentrada en el tiempo, puede inducirse la caída de los frutos por medios artificiales. Una posibilidad consiste en sacudir directamente con la mano los troncos de árboles pequeños y las ramas bajas.

Las ramas superiores pueden sacudirse con ayuda de una vara larga terminada en un gancho, o con una cuerda. Este método produce buenos resultados, pues facilita la recolección rápida de las semillas, con un buen nivel de viabilidad, tan pronto como la inspección visual indica que los frutos están maduros (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

### **2.8.3 Recolección de árboles en pie a los que se accede trepando o con escaleras**

En el caso de árboles de gran altura, la trepa o la ayuda de escaleras suele ser la única forma práctica de efectuar la recolección. Una buena capacitación y un buen equipo pueden hacer de la recolección una operación eficiente y segura, aunque no deje de requerir energía.

Esta técnica se aplica para realizar la colecta de semillas de especies arbóreas de gran tamaño (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

## **2.9 Transporte de semillas**

Es importante considerar que desde la recolección de los frutos o de la semilla desde la fuente y su llegada al área de almacenamiento o lugar donde se aplicara el ensayo, transcurra el menor tiempo posible. Parte del trabajo de planificación debe dedicarse a proporcionar un transporte de cantidad y calidad suficientes, para evitar daños del embrión en el camino. Por lo que es importante manejarlas con cuidado y almacenarlas o procesarlas sin demora, ya que el aumento de temperatura en las semillas puede afectar su capacidad germinativa (Dobbs, Edwards, Konishi y Wallinger, 1976).

Para el transporte de semillas se recomienda usar bolsas herméticas y colocarlas en recipientes aislantes o con capacidad de aireación, una vez que lleguen a su destino tomar las medidas adecuadas para evitar posibles daños en las semillas, El tiempo medio que pueden estar dentro de las bolsas es de 1,2 días. La germinación de los frutos puede reducirse en 23 puntos porcentuales transcurrido un día más, y bajar casi hasta cero cuando el tiempo es de una semana (Woessner y Menabb, 1979).

En las especies que germinan naturalmente o pierden su viabilidad poco después de la caída de la semilla, a temperaturas normales, es de suma importancia realizar el transporte hacia su destino final inmediatamente después de la recolección. También es necesario utilizar recipientes especiales, dotados de aislamiento, para controlar la temperatura y la humedad durante el tránsito (Kemp, 1975).

## **2.10 Lavado y despulpado de semillas**

Antes de que los frutos o semillas sean procesados a su limpieza y almacenamiento o siembra, es necesario eliminar de ellos las ramitas, trozos de corteza, follaje y otras impurezas. Otra posibilidad consiste en la limpieza por flotación. El proceso representa ventajas para la selección de semillas viables debido a la remoción de material vano, semillas enfermas y perforadas por insectos (Turnbull, 1975). Los fragmentos de hojas y ramas pueden transportar esporas de hongos, como por ejemplo la enfermedad que consiste en la pérdida de acículas, de la que están libres las semillas. Esas esporas establecen amenazas potenciales no tanto para las semillas cuanto para los gérmenes recién germinados y para el material de vivero y las plantaciones cercanas a éste. Es más fácil quitar las impurezas antes del despulpado que después de ella.

El despulpado de los frutos carnosos debe realizarse al poco tiempo de la recolección, para evitar la fermentación y aumento de temperatura en la semilla. Por lo general se las sumerge en agua la carne se retira con la mano o se utiliza un mortero con un bloque de madera o una prensa para frutos. Otra posibilidad consiste en desprender la carne frotándola en un tamiz (Stein, Slabaugh y Plummer, 1974). Generalmente, la pulpa y las pieles pueden separarse de la semilla mediante lavado y cribado, con un constante flujo de agua con

corriente lenta La semilla se hunde, mientras que la pulpa sube a la superficie (Aldous, 1972).

### **2.11 Secado de semillas**

Uno de los métodos de secado más lento y menos drástico de secar los frutos para la extracción de la semilla, es el secado bajo techo. Los frutos deben estar en habitaciones bien ventiladas, extendidos en un manto o tela fina con bastante aireación, y deben removerse periódicamente si están colocados sobre una superficie sólida; es preferible no obstante colocarlos en bandejas cuya base sea una tela metálica, de manera que el aire pueda circular por todos los lados.

Morandini (1962) manifiesta que es el procedimiento adecuado cuando se desea secar ligeramente algunas especies que han de almacenarse con un contenido de humedad relativamente alto, pues de lo contrario perderían viabilidad. El autor recomienda aplicar esta técnica con géneros como *Dipterocarpus*, *Hopea* y *Triplochiton*. Puede emplearse también para secar los frutos delgados y carnosos de *Vitex*, *Maesopsis* y otras especies, que después se almacenan o siembran como frutos secos.

El proceso de secado en este método es lento, y el período de tiempo que se precisa depende de la humedad y la temperatura del aire natural. Pero es el método más seguro para las especies “delicadas” que no soportan el calentamiento ni un secado muy rápido.

### **2.12 Tratamientos pregerminativos**

Las semillas de algunas especies poseen una cubierta dura que impide totalmente la imbibición de agua y a veces también el intercambio de gases. Sin imbibición e intercambios de gases son imposibles la renovación del crecimiento embrionario y la germinación. Esta latencia física de la cubierta se da sobre todo en especies adaptadas a la alternancia de estaciones secas y húmedas.

Los tratamientos de hidratación parcial de las semillas han demostrado ser eficientes empleados con diferentes fines: a) acondicionamiento de las semillas para recuperar viabilidad, b) acondicionamiento para incrementar y acelerar la germinación, c) acondicionamiento para eliminar latencia y d) robustecimiento o acondicionamiento de las semillas para incrementar los rendimientos y establecimiento de semillas bajo condiciones ambientales difíciles (Sánchez, Calvo, Orta y Muñoz, 1997).

Hay varios tipos de tratamientos pregerminativos para las semillas, entre los cuales se recomiendan los siguientes:

#### **2.12.1 Periodos alternos de agua y sol**

Se remojan las semillas por la mañana y luego se exponen medianamente al sol sobre un saco (u otra superficie que no sea la tierra). Por la tarde se guardan las semillas y al día siguiente se repite el proceso de remojarlas y colocarlas nuevamente al sol (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

#### **2.12.2 Inmersión en agua caliente**

El tratamiento consiste en colocar las semillas en un recipiente con agua caliente entre 70 y 90 °C; seguidamente se retiran de la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se enfriará gradualmente. Las semillas se sembrarán luego de completar este tratamiento (Quishpe, 2009).

### **2.13 Variables a evaluar**

La medición de variables se realizó en dos etapas: germinación y desarrollo. La germinación se la registró después de la ruptura de la testa de las semillas; mientras que el desarrollo de las especies se midió a partir de la aparición de hojas verdaderas.

### **2.13.1 Germinación de la semilla**

La germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables (Willan, 1991).

La germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos: 1) absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal; 2) actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de alimento almacenado y su transposición a las zonas en crecimiento; 3) engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula (Willan, 1991).

El éxito de la germinación en el medio natural está determinado por factores bióticos como la densidad, depredadores y patógenos (especialmente hongos), y por factores abióticos como la disponibilidad de luz, agua, temperatura y nutrientes del suelo (Pérez, Ochoa, Vargas, Mendoza y Gonzáles, 2011).

### **2.13.2 Supervivencia**

Se denomina supervivencia a aquellos seres vivos (en este caso especies vegetales) que logran mantenerse con vida en ambientes cuyas condiciones sean poco favorables para su desarrollo mediante la adaptación (Mendoza y León, 2011).

### **2.13.3 Desarrollo y crecimiento inicial**

Se conoce como crecimiento al aumento progresivo de un organismo en un determinado periodo de tiempo. El desarrollo inicial de las especies vegetales generalmente se evalúa en base a la medición del diámetro basal y altura total de cada ejemplar.

Además, el desarrollo inicial de las especies vegetales está influenciado por varios factores, como: la humedad, temperatura, condiciones físico-químicas de suelos; siendo la disponibilidad de luz el factor más influyente (Mendoza y León, 2011).

- **Altura**

Para la medición de altura existen diferentes técnicas dependiendo del tamaño de la planta. En el caso actual se trata de plantas en crecimiento inicial, el método a aplicar consiste en; colocar una estaca o punto de referencia al ras del suelo, con la ayuda de un flexómetro tomar la medida desde el punto de referencia hasta el ápice de la planta (Almeria, 1999).

- **Diámetro basal**

La cinta métrica sirve para medir indirectamente el diámetro de los árboles. Se coloca a 1.3 m de altura alrededor del tronco del árbol. El valor es dividido por  $\pi$  (3.1415...) para estimar el diámetro normal. Con frecuencia la cinta tiene unidades normales (mm, cm) de un lado y unidades de  $\pi$  en el otro lado. En este último caso recibe el nombre de cinta diamétrica (Rivas, 2002).

En el presente estudio se utilizó un calibrador o pie de rey debido al tamaño de las especies, obteniendo de esta manera directamente el diámetro de cada individuo sin aplicar cálculos matemáticos.

- **Hojas en desarrollo**

Son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento y desarrollos vegetativo y reproductivo, éstos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. El número de hojas por plantas varía según la edad y la densidad de población (Maecha, 2014).

## **2.14 Fundamentación legal**

El presente estudio estuvo enmarcado en procesos de restauración de ecosistemas misma que se sujeta al objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir, que busca “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”. Enfocando en las políticas y lineamientos del PNBV 7.3 que consiste en fortalecer la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal, literal a. Desarrollar actividades de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas y adaptadas a las zonas afectadas por procesos de deforestación, degradación, fragmentación, erosión, desertificación e incendios forestales. Con el fin de alcanzar la meta 7.3. Aumentar la superficie de restauración forestal acumulada a 500 000 hectáreas (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2013. Y con la Nueva Constitución de la República del Ecuador vigente desde el 2008 que indica en su TITULO VII del Régimen del Buen Vivir en su capítulo segundo que trata sobre la Biodiversidad y Recursos Naturales en el Art 395.- La Constitución reconoce el siguientes principio ambiental: El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Descripción del área de estudio

Los ensayos se implementaron en un área degradada y vivero, se encuentran dentro del perímetro de la cabecera cantonal Tulcán. (Fig. 5). La cabecera presenta un clima Ecuatorial frío de alta montaña presente sobre los 2900 msnm. Las áreas donde se realizan los ensayos están comprendidas entre los 2940 y 2965 msnm con precipitaciones de 800 a 2000 mm anuales en el punto de coordenadas X 88163, Y 194971 (Figura 5). La temperatura máxima rara vez sobrepasa los 20 °C y las medias anuales fluctúan entre 4 y 8 °C. El suelo corresponde al de tipo Mollisoles, ricos en materia orgánica con un pH que varía ligeramente de ácido a neutro (PDOT Tulcán, 2011 - 2031).

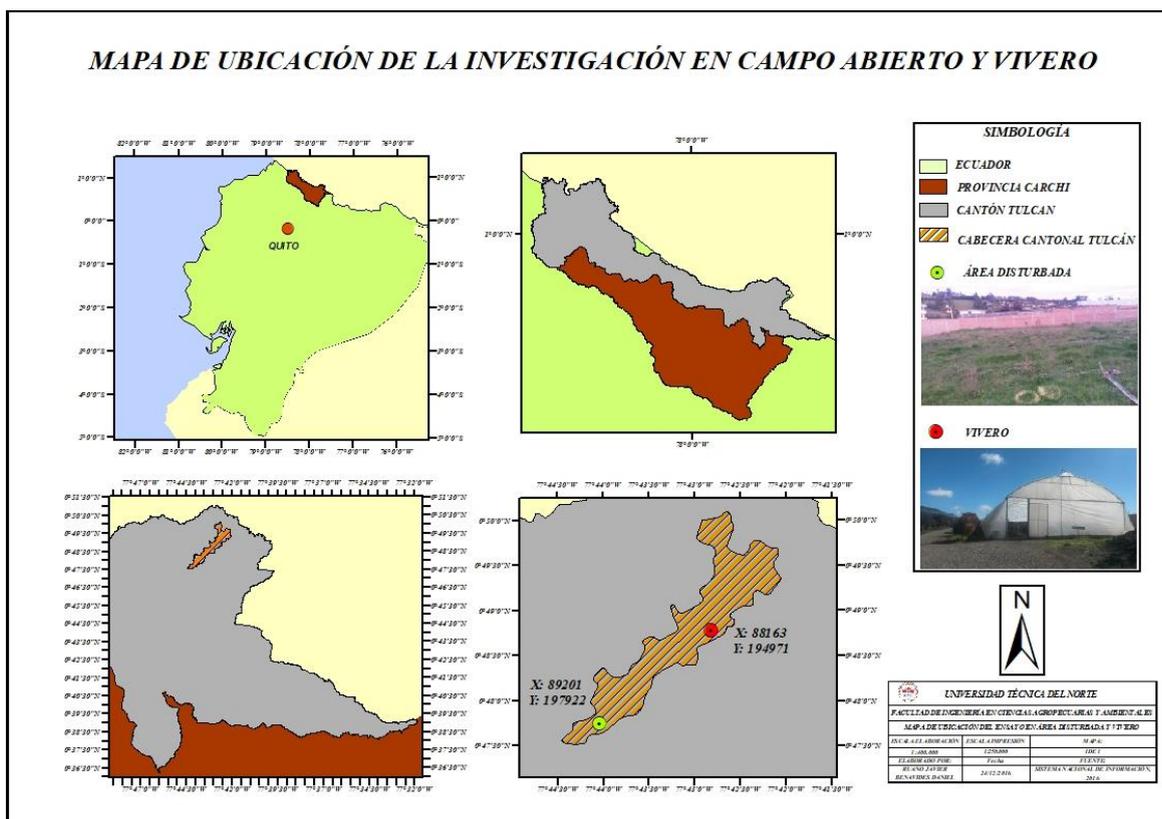


Figura 5. Ubicación del área de estudio

### 3.2 Fase de estudio y diagnóstico

La fase consistió en seleccionar los ecosistemas que alberguen a las especies en estudio de las cuales se colectaron las semillas.

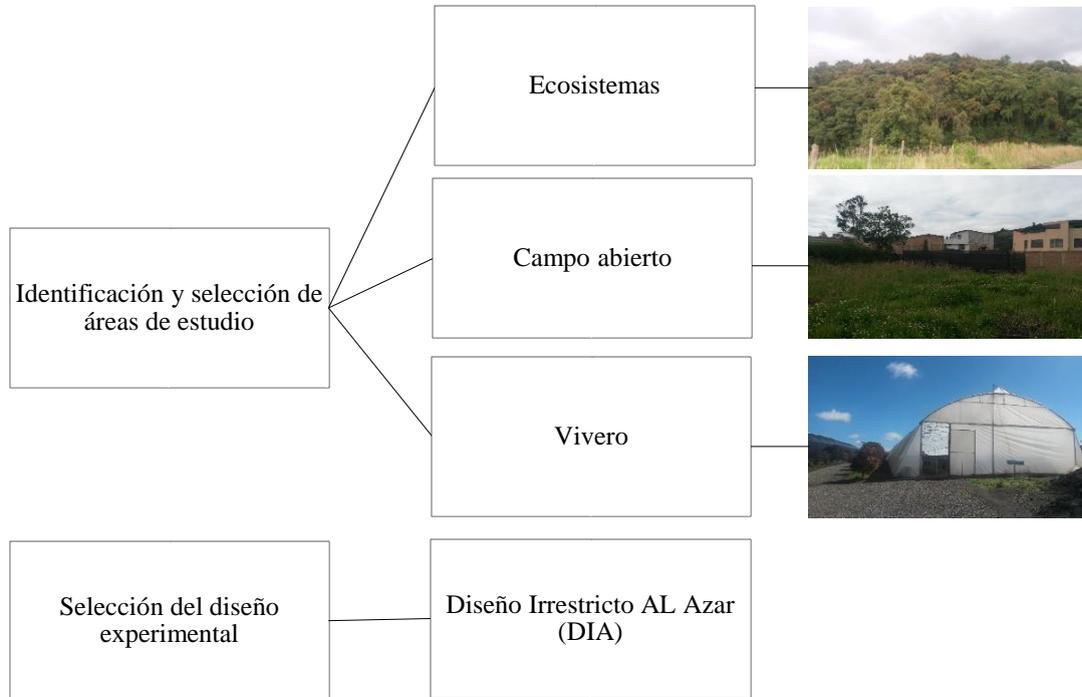


Figura 6. Diagrama de estudio y diagnóstico de la investigación

#### 3.2.1 Selección de ecosistemas

Se planificó una salida de campo para seleccionar e identificar ecosistemas que presenten comunidades vegetales con importante valor ecológico como regular la temperatura, favorecer el aumento de materia orgánica, fijar nitrógeno e interactuar dentro del ecosistema (Vargas, 2007).

#### 3.2.2 Identificación de campo abierto

Mediante una visita para conocer las características del lugar propuesto en la cabecera cantonal Tulcán. Se seleccionó el área degradada para la investigación que contó con

condiciones como: ser un pastizal, disposición de recurso hídrico, pendiente del 2% y fácil acceso para el cuidado de las plantas.

### 3.2.3 Identificación de vivero de la Prefectura Carchi

Para la identificación del área en vivero se contó con la ayuda de CONDESAN, misma que tiene convenios con la Prefectura del Carchi para llevar a cabo el proyecto en la parte Norte del Ecuador, favoreciendo el acceso a un área del vivero para la instalación del ensayo.

### 3.3 Fase de desarrollo de la investigación



Figura 7. Diagrama de desarrollo de la investigación

### **3.3.1 Selección de especies**

Mediante una salida de campo y tomando en cuenta criterios como: estado de conservación, estado fitosanitario, fenología y funcionalidad ecológica, se seleccionó las especies secundario iniciales: *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*, las cuales presentaron conservación vulnerable, estado fitosanitario sano con buena disponibilidad de flores y semillas que interaccionan con aves y mamíferos pequeños (Gold, León y Way, 2004).

### **3.3.2 Recolección de semillas**

Se realizó la recolección de 102 semillas por cada fuente semillera seleccionada más un excedente del 30 %. Si bien no se quiere evaluar el potencial germinativo de cada fuente semillera, se analizará su incidencia en los resultados para posteriores recomendaciones.

La forma de recolección de semillas empleada fue por sacudimiento manual para inducir la caída de frutos en las especies *Viburnum triphyllum* y *Aegiphila bogotensis*. Y en árboles muy grandes como *Hyeronima asperifolia* y *Citharexylum montanum* se recolectó las semillas trepando al árbol o directamente del suelo, siempre seleccionando las semillas de la misma especie y evitando recoger aquellas deterioradas o fermentadas.

### **3.3.3 Caracterización de la fuente semillera**

Para la recolección de semillas se empleó un plan de recolección que permitió obtener muestras que representen la diversidad genética de la población, considerando parámetros de calidad y cantidad. Se utilizó la técnica más apropiada para maximizar los parámetros mencionados, de la forma más eficiente posible, sin alterar las poblaciones y ecosistemas.

- Se verificó que los árboles semilleros no presenten ataque de plagas ni enfermedades.

Tabla 2. Criterios fitosanitarios de las especies

<b>CALIDAD</b>	<b>PARÁMETRO</b>
Sano	Plantas sin evidencia de problemas.
Aceptablemente sano	Plantas que presenten problemas fitosanitarios siempre y cuando no superen el 50% del follaje.
Enfermo	Pérdida del eje dominante, pérdida del follaje en más del 50%, pudriciones, caídas de ramas, etc.
Muerto	Planta ausente o muerta en pie.

- Se seleccionó los árboles con mayor producción de semillas y se recolectó 135 semillas aproximadamente por fuente.

Tabla 3. Criterio de disponibilidad de semillas

<b>CRITERIO</b>	<b>PARÁMETRO</b>
Alta	Cuando el número de semillas o plántulas supera la demanda de colecta para el estudio
Media	Cuando se logra conseguir al menos el 70 % de la colecta en el mismo sitio
Baja	Cuando no se logra coleccionar el 50% del total de individuos para el estudio

- Se registró características principales de las fuentes semilleras como: DAP, altura total y localización (puntos GPS).

**DAP:** Para la estimación de esta variable, se tomó una medición circular con ayuda de una cinta métrica.

**Altura total:** Con un flexómetro se midió la altura del fuste. A esto se sumó la estimación visual de la altura de la copa.

**Localización:** Con el conocimiento del señor Segundo Yapud (Persona local), se tomó el nombre del lugar y coordenadas X, Y y Z.

- Se guardó las semillas colectadas en fundas herméticas etiquetadas con la fecha, especie y fuente semillera, estas fundas se almacenaron en una caja cooler para transportarlas con facilidad.

- Se caracterizó las semillas, tomando el dato de su longitud (cm) y diámetro en la parte más ancha (cm). Estas mediciones se realizaron con ayuda de un calibrador pie de rey.
- Con la información mencionada se llenó una ficha resumen que recopila información de la fuente semillera seleccionada.

Tabla 4. Ficha informativa de la fuente semillera seleccionada

ESPECIE	Nombre Común:	Uvillo		
	Nombre Científico:	<i>Aegiphila bogotensis</i>		
Fecha de recolección	12/12/2016	Temporalidad	Septiembre-Diciembre	
Estado fitosanitario de las fuentes	Sanas			
Tipo de recolección	Sacudimiento manual y trepando al árbol	Tipo de semilla	Ortodoxa	
Fruto	Es una drupa, la mayoría carnosos, globosos o subglobosos de color verde en estado normal y de color amarillo en su madurez.			
Transporte de semillas	Caja cooler y Fundas ziploc			
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 1</b>				
LUGAR	Localidad	La Calera, Parroquia Mariscal Sucre, Cantón San Pedro de Huaca, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
		863076	10066772	2887
	Características del sitio	La fuente semillera se encuentra dentro de un área utilizada con fines de producción agrícola y pecuaria.		
				
FUENTE	Altura	6 m		
	DAP	63 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	4.60 mm		
	Largo Promedio	8.70 mm		

### 3.3.4 Transporte de frutos

Para el transporte de frutos de *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*, se llenó las semillas en fundas herméticas etiquetadas

con la fecha, especie y fuente semillera, continuamente estas fundas se almacenaron en una caja cooler para mantener la humedad y no perder la viabilidad de las semillas (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

### **3.3.5 Lavado y secado de semillas**

Se retiró la pulpa de los frutos maduros de las especies *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*, seguidamente se procedió a secarlas esparciéndolas en un sitio seco, bien ventilado y bajo sombra, durante 5 días (Gold, León y Way, 2004).

### **3.3.6 Análisis de suelo en campo**

Para conocer las condiciones en las que se encontraba el terreno, se realizó el análisis de suelo en la parcela de campo de 1 777 m<sup>2</sup> y topografía plana. El potrero-pastizal se dividió en cuatro cuadrantes para tomar las muestras en dos de ellos resultantes de un sorteo. Con la realización de la calicata en el centro del terreno se identificó la profundidad del horizonte “A” del suelo, que fue la referencia para tomar las muestras de suelo con un barreno en los dos cuadrantes y así poder obtener aproximadamente 1kg de suelo en cada muestreo, dado que las dimensiones del cilindro del barreno son aproximadamente: 20 cm de largo y 8 cm de diámetro (Salazar & Sánchez, 2013).

Una vez obtenidas las dos submuestras, éstas se mezclaron homogéneamente en un recipiente y se tomó 1 Kg de tierra, de manera que fue la muestra compuesta requerida que se envió para el análisis de textura, materia orgánica, pH, N, P, S, K, Ca, NH<sub>4</sub>, Mg.

### **3.3.7 Análisis de sustrato en vivero**

Para conocer las condiciones en las que se encontraba el sustrato, se tomó 1 kilogramo del compuesto homogéneo, representando a la muestra requerida que se envió al laboratorio para el análisis de textura y materia orgánica, pH, N, P, S, K, Ca, NH<sub>4</sub>, Mg (Salazar y Sánchez, 2013).

### **3.3.8 Preparación de área en Campo**

La preparación del área en campo abierto consiste básicamente en la eliminación de factores que impidan la siembra y desarrollo de las especies vegetales en estudio y protegerla de posibles daños causados por pastoreo.

- **Remoción de tierra**

Con ayuda de un azadón y una pala se realizó una limpieza del suelo, eliminando la cobertura vegetal existente. Además, se removió completamente la tierra con el fin de dejar lo más suelto y limpio posible para la siembra de semillas.

- **Protección del área de investigación**

Se realizó la protección de la parcela con un cercado de malla sarán de 2m de alto para prevenir daños o pérdidas por agentes externos (aves o mamíferos en busca de alimento). Para esto, se realizó 6 hoyos y en los lados laterales del área se colocó 3 postes de madera; luego, se extendió la malla de manera uniforme en todo el perímetro del área y se dejó un pequeño espacio como puerta para permitir el acceso para la toma de datos.

### **3.3.9 Preparación del área en Vivero**

La preparación del área en vivero se inició con la selección del sustrato y llenado de fundas, por último, se las ubicó en un área designada por el MAGAP del cantón Tulcán.

- **Preparación de sustrato**

Para obtener una mezcla homogénea se limpió y cernió los insumos, evitando la presencia de rocas, palos o grumos en el sustrato.

El sustrato contenía una proporción 2-1-1, es decir, 2 carretillas de tierra negra del sitio, 1 carretilla de humus y un quintal de cascarilla de arroz. Esta mezcla se tomó en cuenta en

base a la experiencia y sugerencia del Sr. Henry Reyes (Asistente de producción de especies forestales y especies nativas altoandinas en vivero del Gobierno Provincial de Carchi). Con el sustrato preparado, se procedió a llenar 612 fundas de polietileno negro y perforado de dimensiones 20x15 cm, aptas para este tipo de producción de plantas nativas en invernadero. Las fundas se almacenaron en un lugar con buena infiltración de agua y alta capacidad para mantener la humedad.

### **3.3.10 Selección de semillas**

En la selección de semillas se realizó una prueba de flotación en un balde de agua, en donde se colocaron todas las semillas colectadas de cada especie. Las semillas que flotaron se encontraban vacías, vanas o muy pequeñas por lo que tenían una densidad inferior al de las semillas viables que descendieron a la base del balde, estas semillas fueron seleccionadas para la investigación de campo y vivero.

### **3.3.11 Aplicación de Tratamientos pregerminativos**

Los tratamientos que se aplicaron en las especies en estudio se eligieron con el fin de que no afecten la viabilidad de las semillas de *Aegiphila bogotensis*, *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia* y *Citharexylum montanum*, que poseen semillas ortodoxas; por lo que su cubierta es más tolerable en cuanto a pérdida de humedad.

En la investigación se experimentaron dos tratamientos además del considerado tratamiento testigo.

- **Tratamiento testigo**

Se lo consideró como tratamiento de referencia el cual sirvió para comparar con los otros dos tratamientos de estudio; es decir, periodos alternos de agua y sol e inmersión en agua caliente (Quishpe, 2009).

- **Tratamiento periodos alternos de agua y sol**

Como se muestra en el proceso de la figura 8, dos días antes de la siembra, se remojó por la mañana (6:00 am) en vasos de agua a temperatura ambiente las semillas de las especies *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia* *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*, a medio día (11:59 am) se retiró las semillas del agua y se las expuso al sol sobre una frazada y por la tarde (6:00 pm) se guardó las semillas en un lugar seco y ventilado. Al día siguiente se repitió el proceso en el mismo horario (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

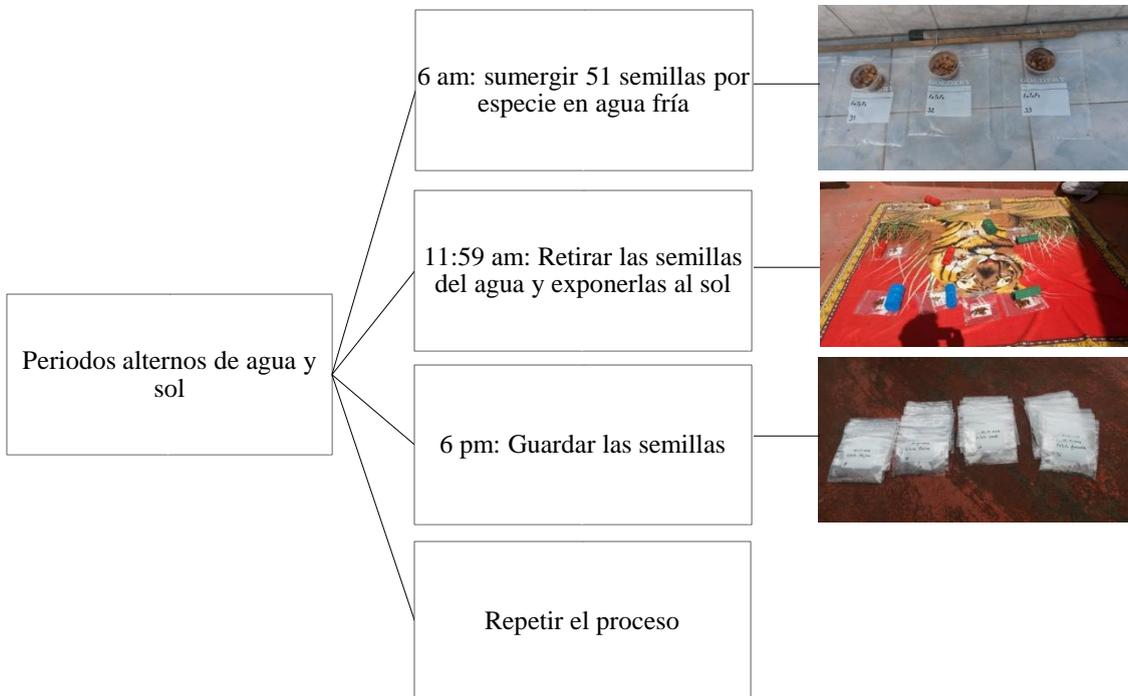


Figura 8. Diagrama del tratamiento Periodos alternos de agua y sol

- **Tratamiento inmersión en agua caliente**

Un día antes de la siembra, se calentó 1,5 litros de agua hasta alcanzar una temperatura promedio de 90<sup>0</sup>C. Inmediatamente se colocó el agua en vasos plásticos conjuntamente con las semillas de las especies *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia* *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*. Las semillas se dejaron remojar durante 20 horas en

el agua que se enfrió gradualmente (figura 9). Una vez completado el tratamiento se sembraron las semillas en campo y vivero (Quishpe, 2009).

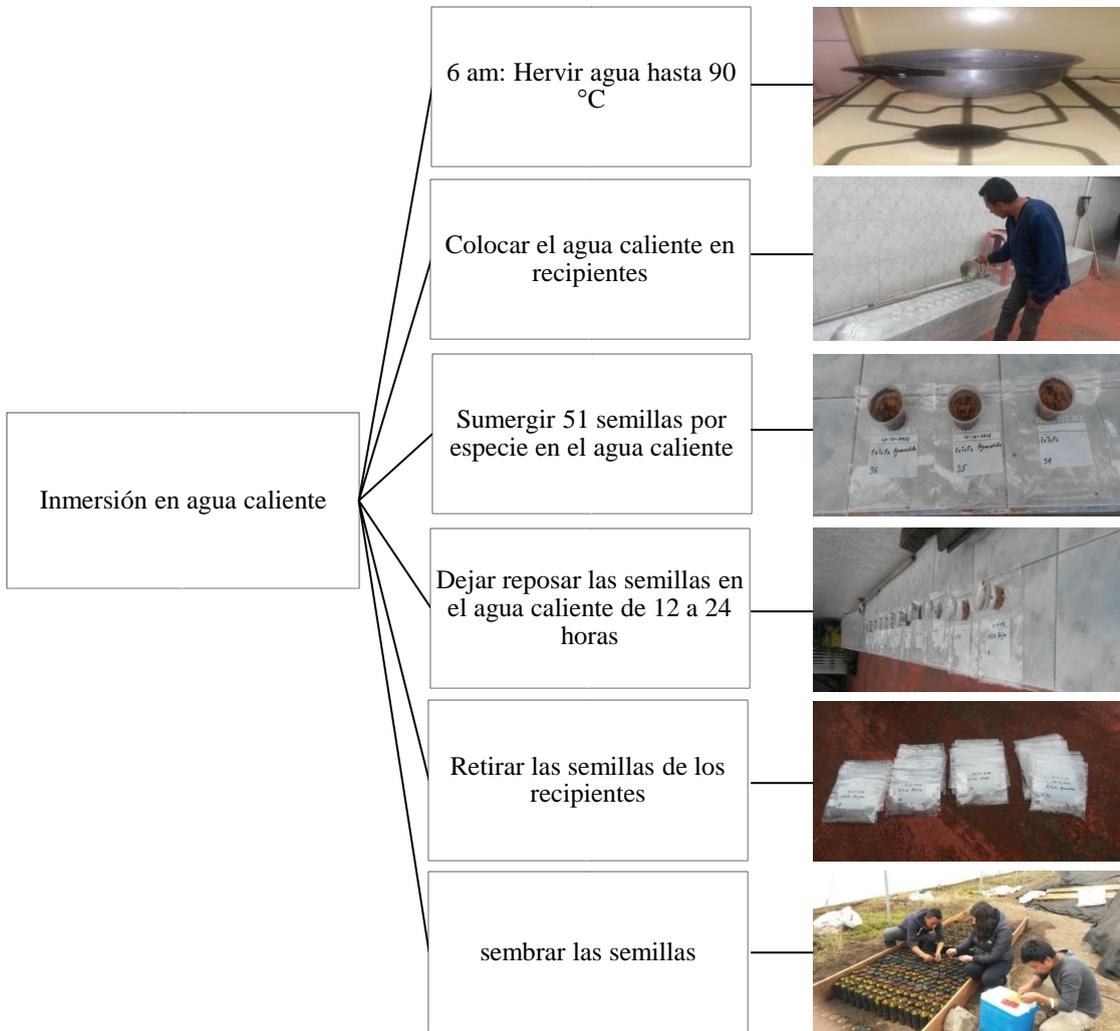


Figura 9. Diagrama del tratamiento inmersión en agua caliente

- **Tratamientos aplicados y número de semillas**

Los tratamientos pregerminativos se aplicaron a 1224 semillas, 612 para campo y 612 para vivero (ver tabla 5). Estas semillas correspondieron a 4 especies que fueron expuestas a dos tratamientos pregerminativos más el tratamiento control.

Tabla 5. Tratamientos aplicados a semillas de las especies en estudio

ESPECIES (E)	# SEMILLAS	TRATAMIENTO/# SEMILLAS		
		(T1) Control	(T2) Periodos alternos de Agua y Sol	(T3) Inmersión en Agua caliente
(E1) <i>Viburnum triphyllum</i>	306	102	102	102
(E2) <i>Hyeronima Asperifolia</i>	306	102	102	102
(E3) <i>Aegiphila Bogotensis</i>	306	102	102	102
(E4) <i>Citharexylum montanum</i>	306	102	102	102
<b>TOTAL</b>	<b>1224</b>	<b>408</b>	<b>408</b>	<b>408</b>

### 3.3.12 Siembra de semillas en campo

Con la finalidad de que la semilla no se entierre demasiado o se coloque muy superficial, se humedeció el área y se realizó pequeños hoyos a una profundidad de 2 veces el diámetro de la semilla, para que el embrión pueda buscar la luz en la parte aérea siguiendo el fototropismo positivo y geotropismo negativo que conformará la raíz respectiva en la tierra. Las semillas se dispusieron mediante al diseño irrestricto al azar, en 36 filas y 17 columnas respectivamente etiquetadas para poder reconocer cada combinación (tratamiento y especie). La separación entre semillas fue de 20 cm.

### 3.3.13 Siembra de semillas en vivero

Mediante el diseño irrestricto al azar, se dispusieron individualmente las semillas en fundas pequeñas de vivero de aproximadamente 20x15cm. Las fundas se colocaron de manera uniforme sobre el suelo no compactado para evitar demasiada humedad y daños por ataque de hongos. Además, las fundas se ubicaron adyacentes para evitar caídas y espacios donde pueda crecer maleza. En cada funda se colocó un distintivo para poder reconocer la especie y el tratamiento pregerminativo, al momento de tomar los datos.

## 3.4 Fase de monitoreo y medición

La tercera fase se refiere al seguimiento quincenal de los ensayos en campo y en vivero. El tiempo de monitoreo fue de nueve meses a partir de la siembra de semillas de: *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*.

En las dos áreas de investigación se facilitó el riego mediante una manguera o una regadera manual, con el fin de que cada ejemplar obtenga la humedad necesaria para su desarrollo. Además, se realizó la limpieza del sitio quincenalmente para evitar el crecimiento de maleza.

Cada quince días se evaluó variables de germinación, supervivencia, altura, diámetro basal y hojas en desarrollo (figura 10). Finalmente se sistematizó toda la información para generar los resultados de la investigación.

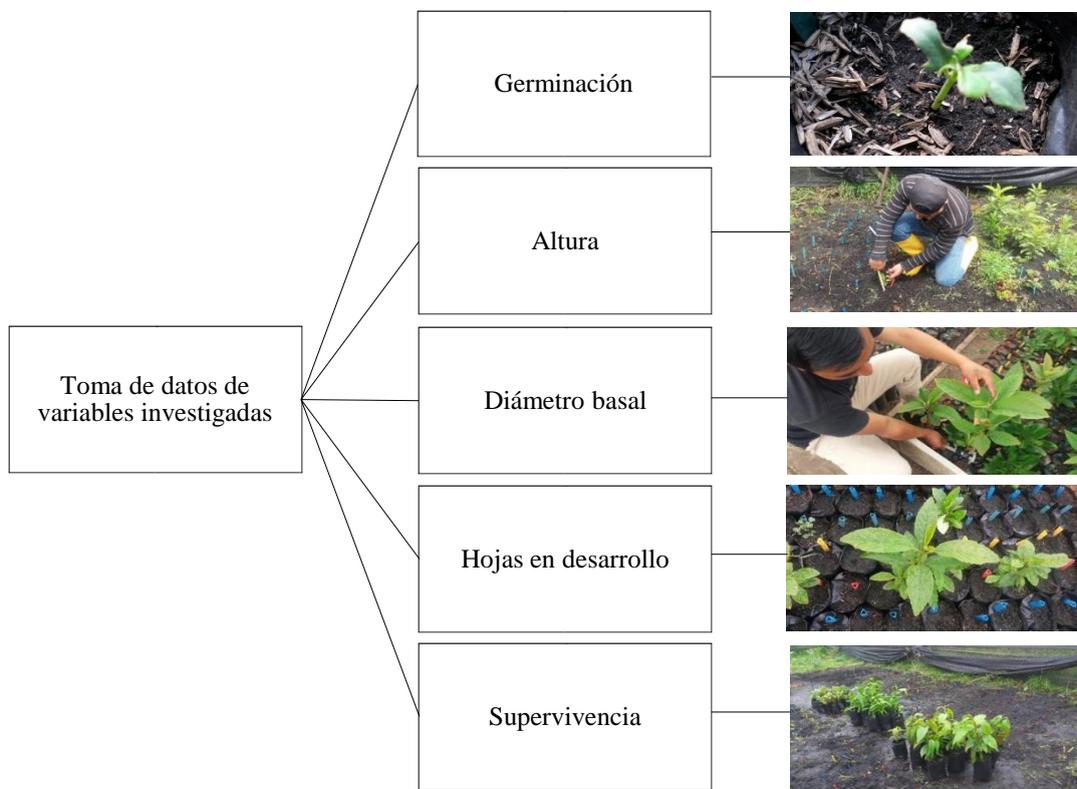


Figura 10. Diagrama de monitoreo y medición de variables

### 3.4.1 Germinación (G)

Una vez realizada la siembra, se registró la germinación a partir del brote del hipocótilo en campo y vivero. Para aquello, se monitoreó quincenalmente los brotes de las semillas durante los 9 meses de investigación. Para conocer las tasas se empleó la fórmula de cálculo de germinación.

$$G (\%) = \frac{\# \text{ Semillas germinadas}}{\# \text{ Semillas sembradas}} * 100$$

Fuente: (Islam, Mia, Hossaint, Ahmed y Khan, 2012)

### **3.4.2 Supervivencia (S)**

Una vez finalizado el tiempo de investigación, se realizó un conteo general de individuos vivos por especie y tratamiento y se evaluó mediante la siguiente fórmula de supervivencia.

$$S (\%) = \frac{\# \text{ Plantas vivas}}{\# \text{ Semillas germinadas}} * 100$$

Fuente: (Tomas, 2008)

### **3.4.3 Altura total (H)**

La altura se midió cada quince días, desde el nivel del suelo hasta el ápice o yema terminal de cada uno de los individuos con la ayuda de un flexómetro en centímetros. Esta variable se tomó una vez que la planta haya tenido los primeros brotes de hojas verdaderas hasta finalizar la investigación.

### **3.4.4 Diámetro basal (DB)**

A partir de los primeros brotes de hojas verdaderas, se procedió a tomar quincenalmente el diámetro basal durante nueve meses con un calibrador pie de rey a 2 cm de la base del tallo. El punto de referencia en la planta fue señalado para facilitar las mediciones subsecuentes y reducir el error asociado a los monitoreos, proporcionando datos más reales del crecimiento secundario de cada individuo.

### **3.4.5 Hojas en desarrollo (HD)**

Quincenalmente, se registró mediante un conteo las hojas desarrolladas o maduras en la planta durante 9 meses de investigación.

### 3.4.6 Protocolo de diseño experimental y análisis estadístico

Las semillas de las especies nativas a investigar se implantaron mediante el Diseño Irrestricto al Azar (DIA) con doce combinaciones, resultado de los factores A\*B (Tabla 6) en dos ambientes diferentes: Campo y Condiciones controladas de vivero.

Tabla 6. Factores en estudio en la investigación

FACTOR A	FACTOR B
Especies en estudio (E)	Tratamiento pregerminativos (T)
E1 = <i>Viburnum triphyllum</i>	T1 = Control
E2 = <i>Hyeronima asperifolia</i>	T2 = Periodos alternos de agua y sol
E3 = <i>Aegiphila bogotensis</i>	T3=Inmersión en agua caliente
E4= <i>Citharexylum montanum</i>	

En la tabla 7 se muestran los códigos de la especie con su respectivo tratamiento, mismos que se muestran en las figuras de resultados de ADEVAS.

Tabla 7. Combinaciones resultantes de la interacción de los factores A\*B

COMBINACIONES	CÓDIGO	ESPECIE	TRATAMIENTO
1	E1T1	<i>Viburnum triphyllum</i>	Control
2	E1T2	<i>Viburnum triphyllum</i>	Periodos alternos de agua y sol
3	E1T3	<i>Viburnum triphyllum</i>	Inmersión en agua caliente
4	E2T1	<i>Hyeronima Asperifolia</i>	Control
5	E2T2	<i>Hyeronima Asperifolia</i>	Periodos alternos de agua y sol
6	E2T3	<i>Hyeronima Asperifolia</i>	Inmersión en agua caliente
7	E3T1	<i>Aegiphila Bogotensis</i>	Control
8	E3T2	<i>Aegiphila Bogotensis</i>	Periodos alternos de agua y sol
9	E3T3	<i>Aegiphila Bogotensis</i>	Inmersión en agua caliente
10	E4T1	<i>Citharexylum montanum</i>	Control
11	E4T2	<i>Citharexylum montanum</i>	Periodos alternos de agua y sol
12	E4T3	<i>Citharexylum montanum</i>	Inmersión en agua caliente

- **Modelo estadístico del Diseño Irrestricto al Azar (DIA)**

Este modelo se lo empleó en las investigaciones de invernadero y campo utilizando igual número de observaciones y tres tratamientos, este modelo estadístico garantiza la precisión del experimento (Aguirre y Vizcaino, 2010).

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

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\alpha + \theta + \alpha\theta}$$

Dónde:  $Y_{ij}$  = Observación individual  
 $\mu$  = Media  
 $\tau_i$  = Efecto de tratamiento  
 $\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \text{Especie} \\ \theta = \text{Tratamiento Pregerminativo} \\ \alpha * \theta = \text{Interacción Especie * Tratamiento} \end{array} \right.$

- **Análisis de información**

Con los datos de las variables en estudio se realizó los siguientes análisis estadísticos utilizando los software Infostat\_sp11 versión 12.0 para el desglose de ADEVAS y el software IBM SPSS Statistics 23 para el analizar los datos de las medias de campo y vivero mediante una T de Student.

- **Análisis de varianza**

Se realizó el análisis de varianza del Diseño Irrestricto al Azar, según el desglose del siguiente cuadro con las dos especies sobrevivientes (tabla 8).

Tabla 8. Análisis de varianza del Diseño Irrestricto al Azar.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	$t-1 = (6-1) = 5$
Especies en estudio (Factor A)	$E-1 = (2-1) = 1$
Tratamientos Pregerminativos (Factor B)	$T-1 = (3-1) = 2$
Interacción A x B	$(T-1)(E-1) = 2-1*3-1 = 2$
Error experimental	$t(n-1) = 5*(3-1) = 10$
Total	$(t*n)-1 = (5*3) = 15$

- **Coefficiente de variación (C.V)**

Indica el porcentaje de variabilidad que existe entre las observaciones evaluadas; es decir, indica el rango de homogeneidad que presenta una muestra sobre una variable (tabla 9).

Tabla 9. Rangos de homogeneidad del (C.V) Coeficiente de Variación (Aguirre y Vizcaino, 2010)

<b>C.V para campo abierto</b>		<b>C.V para vivero</b>	
<b>Hasta 10 %</b>	Muy homogéneo	<b>Hasta 10 %</b>	Muy homogéneo
<b>De 11 % a 20 %</b>	Homogéneo	<b>De 11 % a 20 %</b>	Aceptablemente homogéneo
<b>21% a 30%</b>	Relativamente homogéneo	<b>&gt; 21%</b>	Heterogéneo
<b>&gt; 31 %</b>	Heterogéneo		

- **Prueba de medias**

Se aplicó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad estadística para detectar si existe diferencia entre tratamientos.

Además, se aplicó la prueba de “t” de Student para determinar las diferencias entre las variables evaluadas de los ensayos de campo y vivero.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Germinación

Los datos obtenidos en campo y vivero, dieron respuesta a los objetivos planteados en la investigación, por lo que se procedió a tabularlos, analizarlos e interpretarlos, tomando en cuenta los análisis de varianza en cada medición y las variables a evaluar.

##### 4.1.1 T de Student para Germinación

Para determinar si existen diferencias estadísticas en la germinación y supervivencia de campo abierto con las de vivero, se aplicó la prueba de Levene para analizar las varianzas y la prueba de T de Student para analizar las significancias, utilizando los datos de las variables: semillas germinadas y plantas vivas de las especies (E1) *Viburnum triphyllum*, (E2) *Hyeronima asperifolia*, (E3) *Aegiphila bogotensis* y (E4) *Citharexylum montanum*. Para esto se planteó las siguientes hipótesis.

$P > 0.05 \Rightarrow H_0 =$  No existe diferencias significativas entre las medias de las variables medidas en Campo con las medias de vivero.

$P < 0.05 \Rightarrow H_1 =$  Existe diferencias significativas entre las medias de las variables medidas en Campo y las medias de vivero (Tabla 10).

Tabla 10. Estadísticas de grupo

Variables	Ensayo	N°	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Germinación (G)	Campo	12	12,08	10,10	2,92
	Vivero	12	15,92	11,53	3,33

Del análisis de igualdad de varianza utilizando la prueba de Levene al 5% = 0.05, se obtuvo como resultado que la variable de germinación presenta varianza igual ya que su significancia en la prueba T de student es mayor que 0.05; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ , es

decir no presentan diferencias significativas entre las medias obtenidas en campo y las medias obtenidas en vivero de la variable germinación (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de muestras independientes

Variables	Varianzas (v)	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
G	Se asumen v. iguales	0,56	0,46	-0,87	22,00	<b>0,40</b>	-3,83	4,43	-13,01	5,35
	No se asumen v. iguales			-0,87	21,63	<b>0,40</b>	-3,83	4,43	-13,02	5,35

#### 4.1.2 Germinación en Campo abierto y Vivero

Los resultados de germinación se registraron durante nueve meses a partir de la siembra de semillas en campo abierto y vivero. Para la sistematización de datos se aplicó la fórmula de germinación propuesta por Islam, tomando en cuenta que 51 semillas sembrada representan el 100 %.

- ***Viburnum triphyllum* (Palo juan)**

En el estudio realizado, para germinación de la especie (E3) *Viburnum triphyllum*, los tratamientos: control, periodos alternos de agua y sol durante dos días y el tratamiento inmersión en agua caliente a 90 °C durante 20 horas no fueron viables para la especie en campo abierto y vivero (Fig. 1); sin embargo, Minga y Verdugo (2016), realizaron un estudio similar en Azuay-Ecuador sobre árboles y arbustos de los ríos de cuenca y recomiendan aplicar el tratamiento pregerminativo inmersión en agua a temperatura ambiente durante 72 horas (Anexo 4.1). Además, recomiendan que el sustrato debe estar desinfectado y tamizado, para prevenir la proliferación de hongos que alteren la viabilidad de las semillas (Egae, 2010).

- ***Hyeronima asperifolia* (Motilón)**

En el caso de (E2) *Hyeronima asperifolia*, el tratamiento inmersión en agua caliente a 90 °C en campo abierto obtuvo un 23,53 % de germinación y el tratamiento periodos alternos de agua y sol obtuvo el 31,37 % en vivero (Fig.11). Estos porcentajes obtenidos coinciden con el estudio realizado por Aguirre, Gunter y Stim (2007) quienes consideraron el estado de maduración de la semilla alcanzado un 30 % de germinación con semillas maduras en el árbol (Anexo 4.2). Si bien en el presente estudio se obtuvo un porcentaje de germinación bajo, el índice de mortalidad fue del 100% (Fig.12) por lo que se debe considerar factores ambientales, temperatura, humedad, disponibilidad de luz, precipitación y ataque de plagas como babosas de tierra.

En otro estudio realizado por Alvarado y Encalada (2010) en Loja-Ecuador, se determinó que al aplicar temperaturas de 5 °C y 18 °C y 3 humedades de 2% a 10 %, la germinación de esta especie fue afectada por la dureza de su testa, la cual impidió la activación del metabolismo, proceso de respiración, elongación del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa la salida de la radícula, dando como resultado cero semillas germinadas.

- ***Aegiphila bogotensis* (Uvillo)**

Para la especie (E3) *Aegiphila bogotensis* el tratamiento control evidenció un 54,90 % de germinación en campo abierto y un 60,78 % en vivero con el tratamiento periodos alternos de agua y sol (Fig.11), siendo una tasa similar a la obtenida por Sánchez (2017) en un ensayo de germinación de semillas nativas realizado en el Refugio de Vida Silvestre de Pasochoa cuyo tratamiento fue escarificación y exposición a la luz natural por doce horas consiguiendo un potencial germinativo del 75% (Anexo 4.3); por lo que podrían considerarse estos estudios para futuras investigaciones sobre restauración ecológica y conservación de especies nativas altoandinas.

- *Citharexylum montanum* (Aguacatillo)

En la observación sobre el porcentaje de germinación de (E4) *Citharexylum montanum* se obtuvo un 50,98 % en campo con el tratamiento periodos alternos de agua y sol y 54,90 % en vivero con el mismo tratamiento (Fig.11), considerándolos mejores que el tratamiento aplicado por Pérez (2011), con un porcentaje de germinación del 39% mediante el tratamiento escarificación y humectación durante 24 horas. En este caso el porcentaje de germinación se ve reducido por los 10 días de almacenamiento según Pérez (Anexo 4.4).

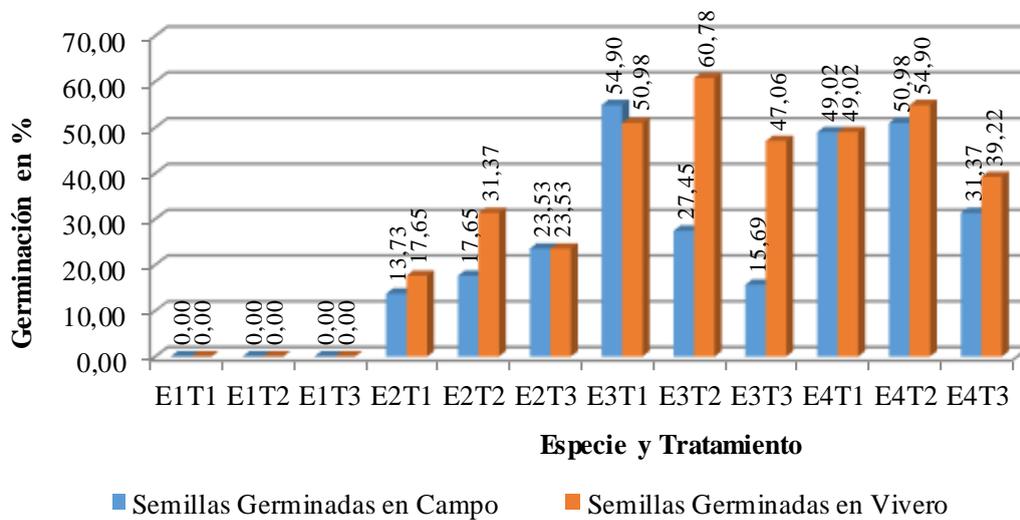


Figura 11. Germinación en campo y vivero.

## 4.2 Supervivencia y desarrollo inicial

La supervivencia y desarrollo inicial se evaluó a partir de los brotes de las primeras hojas verdaderas hasta finalizar el estudio con la entrega de plantas. Para determinar si existen diferencias significativas entre campo abierto y vivero se aplicó la T de Student.

### 4.2.1 T de Student para variables de supervivencia y desarrollo inicial

Para determinar si existe diferencias entre los datos de las especies: (E3) *Aegiphila bogotensis* y (E4) *Citharexylum montanum* de campo abierto con los de vivero se aplicó la prueba de Levene para analizar las varianzas y la prueba T de Student para analizar las

significancias, se utilizó los datos de la última medición de las variables altura, Diámetro basal y hojas en desarrollo planteando las hipótesis:

**P > 0.05 => Ho=** No existe diferencias significativas entre las medias de las variables medidas en Campo con las medidas de vivero.

**P < 0.05 => H1=** Existe diferencias significativas entre las medias de las variables medidas en Campo y las medias de vivero.

Tabla 12. Estadística de grupo

<b>Variables</b>	<b>Área de Investigación</b>	<b>Nº</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Media de error estándar</b>
<b>Supervivencia (S)</b>	Campo	9	6,56	6,54	2,18
	Vivero	9	9,33	7,40	2,47
<b>Altura (H)</b>	Campo	14	13,79	5,10	1,36
	Vivero	12	16,42	4,38	1,26
<b>Diametro basal (DB)</b>	Campo	14	4,86	1,79	0,48
	Vivero	12	5,58	0,90	0,26
<b>Hojas en desarrollo (HD)</b>	Campo	15	18,73	6,25	1,61
	Vivero	12	25,50	7,75	2,24

Del análisis de igualdad de varianza utilizando la prueba de Levene al 5% = 0.05, se obtuvo como resultado que las variables, supervivencia, altura y diámetro basal en campo y vivero presentan varianzas iguales ya que su significancia en la prueba de T es mayor que 0.05; por lo tanto, se acepta la Ho. En cambio, para la variable Hojas en desarrollo no se asumen varianzas iguales, ya que la prueba de T indica que su significancia es menor que 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa para las medias obtenidas en campo y las medias obtenidas en vivero (Tabla 13).

Tabla 13. Prueba de muestras independientes

Variables	Varianzas (v)	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la	
									Inferior	Superior
<b>S</b>	Se asumen v. iguales	0,28	0,60	-0,84	16,00	<b>0,41</b>	-2,78	3,29	-9,76	4,20
	No se asumen v. iguales			-0,84	15,76	<b>0,41</b>	-2,78	3,29	-9,76	4,21
<b>H</b>	Se asumen v. iguales	1,47	0,24	-1,40	24,00	<b>0,17</b>	-2,63	1,88	-6,52	1,25
	No se asumen v. iguales			-1,42	24,00	<b>0,17</b>	-2,63	1,86	-6,47	1,21
<b>DB</b>	Se asumen v. iguales	5,23	0,03	-1,27	24,00	<b>0,22</b>	-0,73	0,57	-1,91	0,45
	No se asumen v. iguales			-1,33	19,76	<b>0,20</b>	-0,73	0,54	-1,86	0,41
<b>HD</b>	Se asumen v. iguales	0,05	0,82	-2,51	25,00	<b>0,02</b>	-6,77	2,69	-12,31	-1,22
	No se asumen v. iguales			-2,45	20,96	<b>0,02</b>	-6,77	2,76	-12,50	-1,03

#### 4.2.2 Supervivencia y desarrollo inicial en campo abierto y vivero

La información recopilada sobre (E3) *Aegiphila bogotensis* y (E4) *Citharexylum montanum*, determinó que son pocos los estudios realizados para estas especies. Entre los más destacados se mencionan los siguientes: Observaciones sobre germinación de especies empleadas en restauración (Pérez B. , 2011), Abundancia y frecuencia de los árboles del Valle Central de Costa Rica (Rojas & Torres, 2016); y, Diversidad y regeneración natural bajo el dosel (Alcázar, 2011); sin embargo, no se evidencia estudios sobre supervivencia, crecimiento y desarrollo inicial a partir de la germinación (Anexo 4); es por ello que en esta investigación se consideró importante tomar datos de supervivencia, altura, diámetro basal y hojas en desarrollo de las especies.

- *Aegiphila bogotensis* (Uvillo)

Respecto de (E3) *Aegiphila bogotensis* en nueve meses de investigación se registró un alto porcentaje de supervivencia en campo abierto y vivero con el tratamiento inmersión en agua caliente (Fig.12); mientras que las variables de desarrollo inicial registradas en campo abierto alcanzaron medias de 18,67 cm en altura (Fig. 13); 6,15 mm en diámetro basal (Fig. 14) y 24 hojas desarrolladas (Fig. 15). En cambio, en vivero se registró una altura de 12,93 cm (Fig. 16), un diámetro basal de 5,33 mm (Fig.17) y 27 hojas en desarrollo (Fig.18),

resultando mejor los resultados de campo; sin embargo, esta especie en su etapa de madurez alcanza una altura de 15 a 20 metros, un diámetro basal de 80 cm a 150 cm y un follaje de forma cónica ancha.

- ***Citharexylum montanum* (Aguacatillo)**

Para la especie (E4) *Citharexylum montanum* en nueve meses de investigación se registró una mayor supervivencia en vivero con el tratamiento inmersión en agua caliente (Fig.2), mientras que para las variables de desarrollo inicial en campo alcanzaron una media de 15,13 cm de altura (Fig.13); 5,14 mm de diámetro basal (Fig.14) y 21 hojas en desarrollo (Fig.15). Por el contrario, en vivero alcanzó una media en altura de 25,68 cm (Fig.16), un diámetro basal de 7,31 mm (Fig.17) y 37 hojas en desarrollo (Fig.18), siendo mejor los resultados de vivero; sin embargo, en su etapa de madurez puede alcanzar una altura de hasta 20 metros y un diámetro basal de 80 a 100 cm con un follaje de forma cónica ancha.

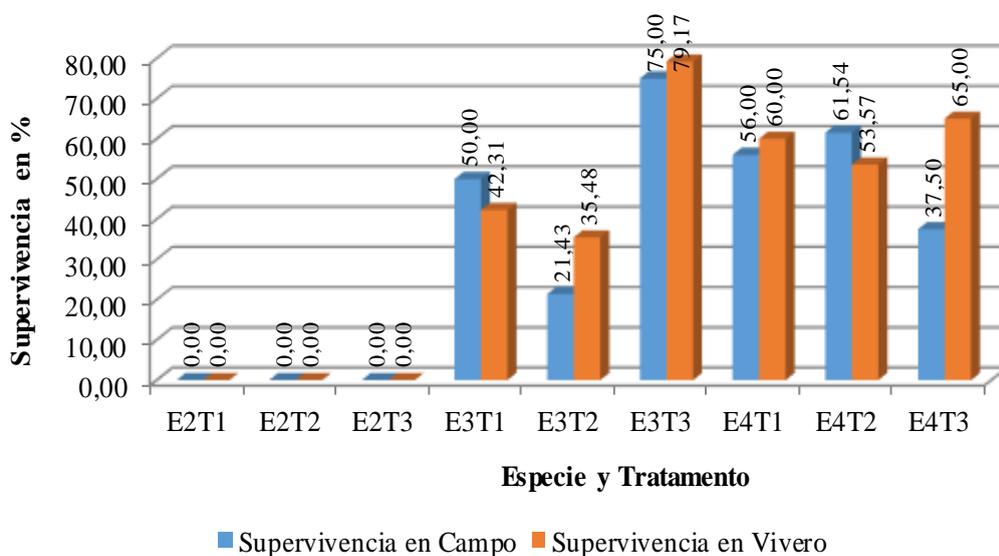


Figura 12. Supervivencia en campo y vivero

#### 4.2.3 Evaluación de variables de desarrollo inicial en campo abierto

Para la evaluación de variables del desarrollo inicial se aplicó un análisis estadístico irrestricto al azar al 5% y 1% de probabilidad estadística, del análisis de ADEVAS para cada una de las variables se obtuvo los siguientes resultados.

- **Altura**

Al realizar el análisis de varianza en la variable Altura, no se registran diferencias significativas entre tratamientos, por lo tanto, no se hizo el desglose del arreglo factorial en vista de que los tratamientos en la variable mencionada son estadísticamente similares y por lo tanto se acepta la hipótesis nula, cabe mencionar que al ser todos los tratamientos estadísticamente similares no se realiza la prueba de medias (Tabla 14).

Tabla 14. ADEVA de altura

FV	SC	GL	CM	F	Fa0,05	Fa0,01
Tratamientos	135,19	5	27,04	1,04	ns	3,69
Error	208,51	8	26,06	0		
Total	343,7	13				
<b>CV=</b>				37,12		

Si bien los tratamientos investigados no presentan diferencias significativas en la variable altura, el tratamiento periodos alternos de agua y sol tiende a ser mejor que los tratamientos control e inmersión en agua caliente, en las especies *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum* (Fig. 13).

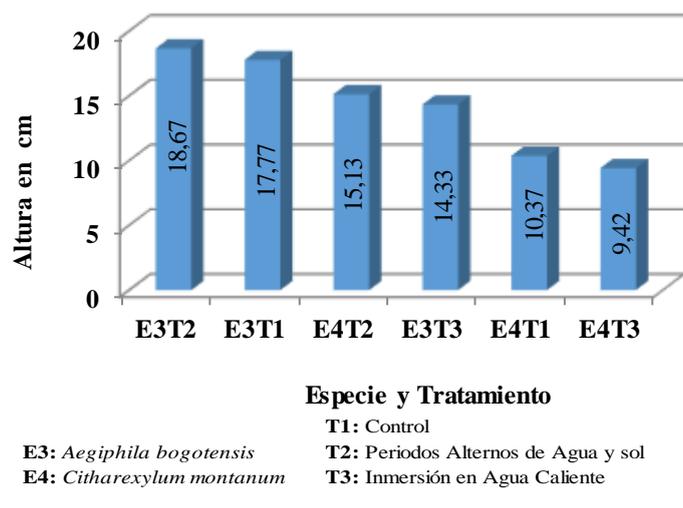


Figura 13. Interacción especie tratamiento para altura

- **Diámetro Basal**

Al realizar el análisis de varianza de la variable diámetro basal. No se registran diferencias significativas entre tratamientos por lo que no se hizo el desglose del arreglo factorial en vista de que los tratamientos en la variable diámetro basal son estadísticamente similares; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, cabe mencionar que al ser todos los tratamientos estadísticamente similares no se realiza la prueba de medias (Tabla 15).

Tabla 15. ADEVA de diámetro basal.

FV	SC	GL	CM	F	Fa0,05	Fa0,01
Tratamientos	14,09	5	2,82	0,86	ns	3,69
Error	26,26	8	3,28	0		
Total	40,34	13				
<b>CV=</b>				36,74		

Los tratamientos investigados para la variable diámetro basal no presentan diferencias significativas, pero se observa que el tratamiento periodos alternos de agua y sol tiende a ser mejor que los tratamientos testigo e inmersión en Agua caliente en las especies *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum* (Fig. 14).

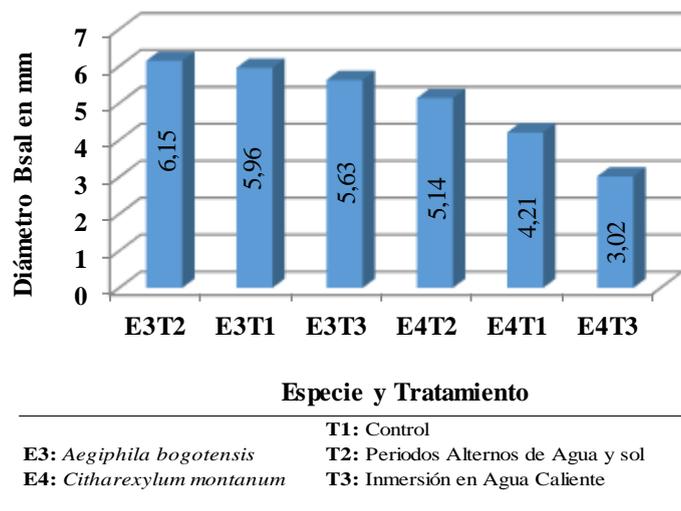


Figura 14. Interacción especie tratamiento para diámetro basal

- **Hojas en desarrollo**

Al realizar el análisis de varianza en la variable Hojas en Desarrollo. No se registran diferencias significativas entre tratamientos por lo que no se hizo el desglose del arreglo factorial en vista de que los tratamientos de la variable mencionada son estadísticamente similares; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, cabe mencionar que al ser todos los tratamientos estadísticamente similares no se realiza la prueba de medias (Tabla 16).

Tabla 16. ADEVA de Hojas en Desarrollo.

FV	SC	GL	CM	F	Fa0,05	Fa0,01
Tratamientos	349,08	5	69,82	2,1 ns	3,48	6,06
Error	298,81	9	33,2	0		
Total	647,88	14				
<b>CV=</b>				31,93		

Los tratamientos no presentan diferencias significativas en la variable hojas en desarrollo, sin embargo, se observa que los tratamientos: testigo en la especie *Aegiphila bogotensis* y periodos alternos de agua y sol en la especie *Citharexylum montanum*, tienden a ser mejores que el tratamiento inmersión en agua caliente en el desarrollo de follaje (Fig. 15).

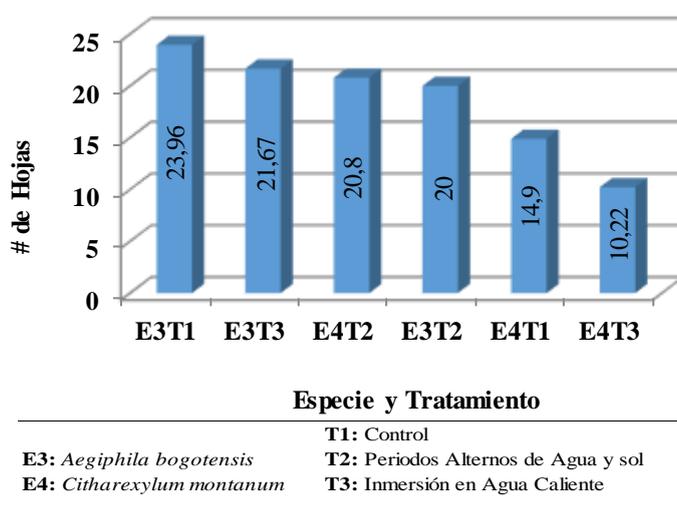


Figura 15. Interacción especie tratamiento para hojas en desarrollo.

#### 4.2.4 Evaluación de variables de desarrollo inicial en vivero

Para la evaluación de variables del desarrollo inicial en vivero se aplicó un análisis estadístico irrestricto al azar al 5% y 1% de probabilidad estadística, del análisis de ADEVAS para cada una de las variables se obtuvo los siguientes resultados.

- **Altura**

En el análisis de varianza para la evaluación de altura, se detectan diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos, especies y tratamiento pregerminativo, mientras que para la interacción especie\*tratamiento pregerminativos no se registraron diferencias significativas al nivel del 5% de probabilidad estadística; con un coeficiente de variación de 20,92 que es relativamente homogéneo por lo que se acepta la hipótesis alternativa en vista que los tratamientos son estadísticamente diferentes (Tabla 17).

Tabla 17. ADEVA de altura en vivero

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>		<b>Fa0,05</b>	<b>Fa0,01</b>
Tratamientos	794,66	5	158,93	9,34	**	3,33	5,64
Especie	473,99	1	473,99	27,85	**	4,96	10,04
TPG	381,5	2	190,75	11,21	**	4,1	7,56
Especie*TPG	99,8	2	49,9	2,93	ns	4,1	7,56
Error	170,18	10	17,02	0			
Total	964,84	15					
<b>CV=</b>				20,92			

Para la fuente de variación especies es estadísticamente heterogéneo, por lo que se realiza la prueba de Tukey al 5%, en donde la especie *Citharexylum montanum* con una media de 25,68 cm, se ubica en el rango A como la mejor (Fig. 16).

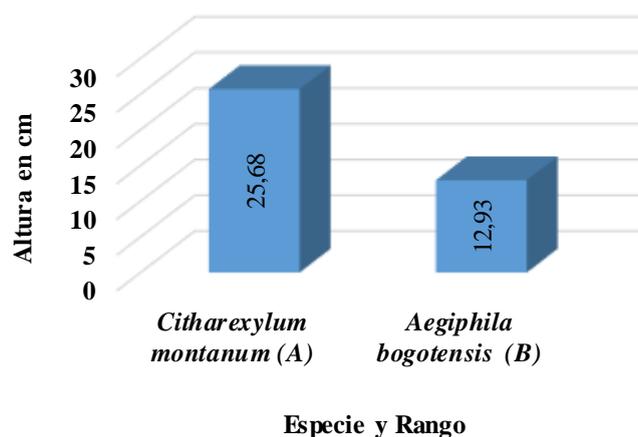


Figura 16. Prueba de medias para altura.

En cambio, para el factor tratamientos pregerminativos se puede observar en la tabla 15, que se destaca el tratamiento pregerminativo inmersión en agua caliente en la especie *Citharexylum montanum*, donde se obtuvo una altura de 36.22, ubicándose en el rango A como el mejor tratamiento (Tabla 18).

Tabla 18. Interacción especie tratamiento para altura

ESPECIE	TPG	MEDIAS	RANGO
<i>Citharexylum montanum</i>	3	36,22	A
<i>Citharexylum montanum</i>	2	21,88	B
<i>Citharexylum montanum</i>	1	18,95	B
<i>Aegiphila bogotensis</i>	3	17,93	B
<i>Aegiphila bogotensis</i>	2	15,12	B
<i>Aegiphila bogotensis</i>	1	10,74	B

- **Diámetro basal**

En el análisis de varianza para la evaluación diámetro basal, se detectan diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos, especies y tratamiento pregerminativo, mientras que para la interacción especie\*tratamiento pregerminativo se registraron diferencias significativas al nivel del 5% de probabilidad estadística, con un coeficiente de variación de 15.78 que es homogéneo por lo que se acepta la hipótesis alternativa en vista que los tratamientos son estadísticamente diferentes (Tabla 19).

Tabla 19. ADEVA de diámetro basal.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Fa0,05</b>	<b>Fa0,01</b>
Tratamientos	40,13	5	8,03	8,09	**	3,33
Especie	11,29	1	11,29	11,38	**	4,96
TPG	24,87	2	12,44	12,53	**	4,1
Especie*TPG	12,25	2	6,12	6,17	*	4,1
Error	9,92	10	0,99	0		
Total	50,06	15				
<b>CV=</b>				<b>15,78</b>		

Para la fuente de variación especies es estadísticamente heterogéneo, por lo que se realiza la prueba de Tukey, en donde la especie *Citharexylum montanum* con una media de 7.31 mm se ubica en el rango A como la mejor (Fig. 17).

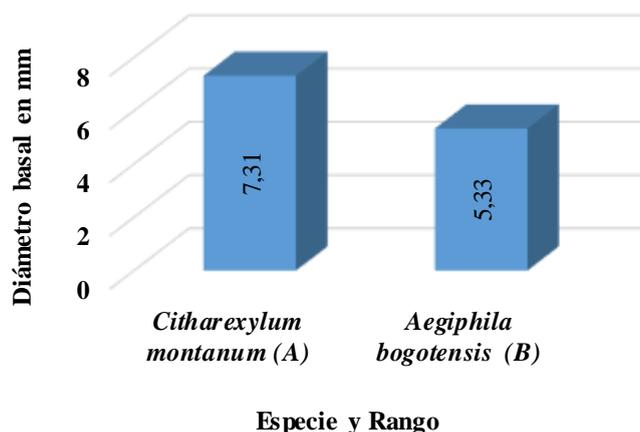


Figura 17. Rango de medias para diámetro basal

Para el factor tratamientos pregerminativos se observa en la tabla 20, que se destaca en este caso el tratamiento pregerminativo inmersión en agua caliente en la especie *Citharexylum montanum* con una media de 10,35 ubicándose en el rango A como el mejor tratamiento pregerminativo.

Tabla 20. Interacción especie tratamiento para diámetro basal.

ESPECIE	TPG	MEDIAS	RANGO
<i>Citharexylum montanum</i>	3	10,35	A
<i>Aegiphila bogotensis</i>	3	6,12	B
<i>Citharexylum montanum</i>	2	6,08	B
<i>Aegiphila bogotensis</i>	2	5,91	B
<i>Citharexylum montanum</i>	1	5,5	B
<i>Aegiphila bogotensis</i>	1	4,76	B

- **Hojas en desarrollo**

En el análisis de varianza para la evaluación de hojas en desarrollo, se detectan diferencias significativas para la fuente de variación tratamientos, tratamiento pregerminativo y la interacción especie\*tratamiento pregerminativo al nivel del 5% de probabilidad estadística, mientras que para la variación especies no se registraron diferencias significativas; con un coeficiente de variación de 41,65 que es relativamente heterogéneas por lo que se acepta la hipótesis alternativa en vista que los tratamientos son estadísticamente diferentes (Tabla 21).

Tabla 21. ADEVA de Hojas en Desarrollo.

FV	SC	GL	CM	F		Fa0,05	Fa0,01
Tratamientos	2982,55	5	596,51	3,67	*	3,33	5,64
Especie	454,63	1	454,63	2,8	ns	4,96	10,04
TPG	1449,76	2	724,88	4,46	*	4,1	7,56
Especie*TPG	1665,61	2	832,81	5,13	*	4,1	7,56
Error	1624,45	10	162,45	0			
Total	4607	15					
<b>CV=</b>						41,65	

Para la fuente de variación especies es estadísticamente heterogéneo, por lo cual se realiza la prueba de Tukey, en donde la especie *Citharexylum montanum* con una media de 37.39 hojas en desarrollo, se ubica en el rango A como la mejor (Fig. 18).

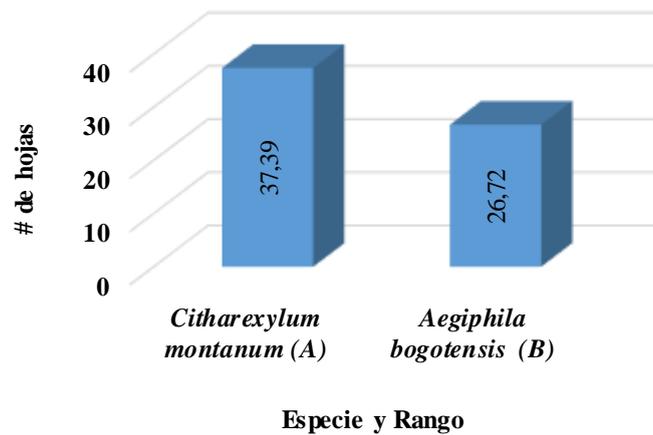


Figura 18. Rango de medias para hojas en desarrollo

Para el factor tratamientos pregerminativos se observa que se destacan los tratamientos pregerminativos: inmersión en agua caliente en la especie *Citharexylum montanum* con una media de 65.21 hojas y periodos alternos de agua y sol en la especie *Aegiphila bogotensis* con una media de 32.93 hojas, ubicándose los dos tratamientos como los mejores en vivero (Tabla 22).

Tabla 22. Interacción especie tratamiento para hojas en desarrollo.

ESPECIE	TPG	MEDIAS	RANGO
<i>Citharexylum montanum</i>	3	65,21	A
<i>Aegiphila bogotensis</i>	2	32,93	A
<i>Aegiphila bogotensis</i>	3	26,17	B
<i>Citharexylum montanum</i>	1	24,13	B
<i>Citharexylum montanum</i>	2	22,82	B
<i>Aegiphila bogotensis</i>	1	20,5	B

#### 4.2.5 Especies determinadas para restauración ecológica

Una vez finalizada la investigación se recomendó las especies con los índices más altos en desarrollo y supervivencia, considerando también los factores atmosféricos y condiciones de suelo, mismos que son un incidente directo en la supervivencia y desarrollo de cada especie.

- Según condiciones atmosféricas en campo abierto

Con base en los resultados obtenidos de la evaluación de variables: condiciones atmosféricas vs supervivencia y desarrollo inicial, se recomienda propagar en campo abierto la especie *Aegiphila bogotensis* por su capacidad de resistencia a precipitaciones que exceden la cantidad de lluvia normal de hasta 127%, es decir, más del doble de la precipitación normal registrada para el cantón Tulcán en el periodo enero-mayo (Fig.19), con temperaturas mínimas de 0°C y máximas de 21°C (Fig.19) según (INAMHI, 2017).

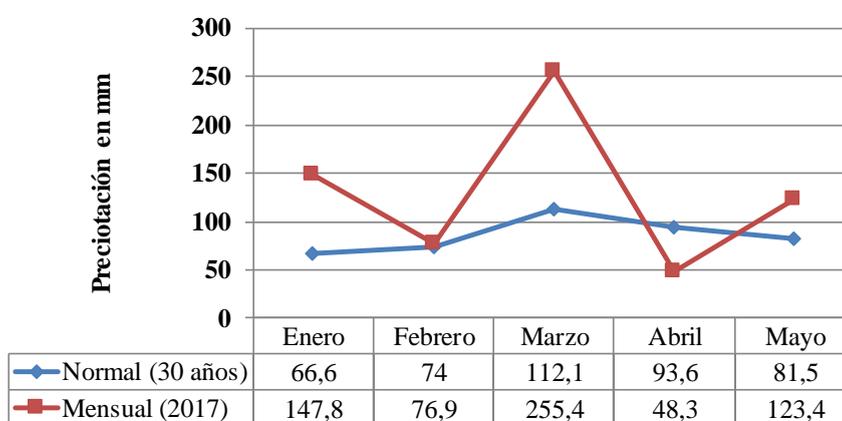


Figura 19. Reporte de precipitación en el cantón Tulcán (INAMHI, 2017).

Si bien se registraron altas diferencias de temperatura en el periodo enero-mayo (Fig. 20). La temperatura mensual no difiere de la temperatura normal, manteniendo un rango de 12 °C a 13,4 °C.

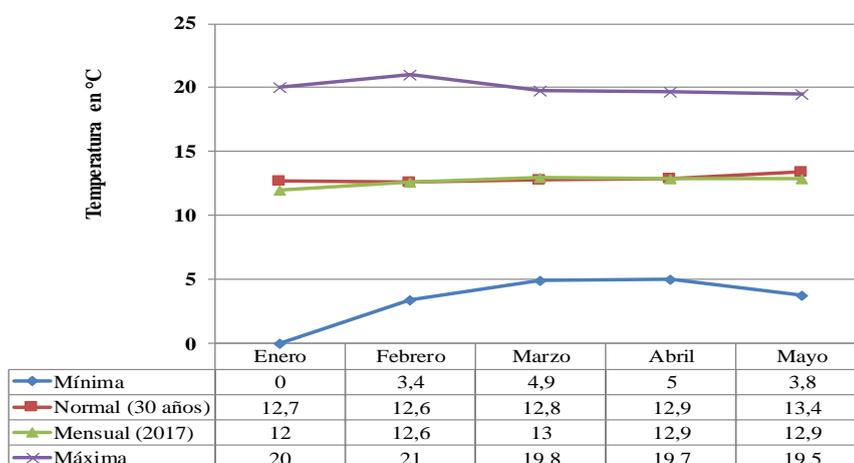


Figura 20. Reporte de temperaturas en el cantón Tulcán (INAMHI, 2017).

- **Según el contenido nutricional del suelo en campo abierto**

Del reporte de análisis de suelo realizado para muestras de campo abierto (Tabla 23), se obtuvo un pH ácido de 5.48 y un contenido en materia orgánica de 8.10% (alto), que evidencia la posibilidad de generar elementos nutritivos disponibles para la planta (INIAP, 2017). Se determinó que la especie *Aegiphila bogotensis*, logró alcanzar una mayor altura, diámetro basal y follaje, por tanto, ésta es la especie recomendada para implementarla en procesos de restauración *in-situ*.

Tabla 23. Datos del reporte de análisis de suelo en campo abierto (INIAP, 2017)

ENSAYO	NUTRIENTES				pH	MO (%)
	P (ppm)	K (meq/100 ml)	Ca (meq/100 ml)	Mg (meq/100 ml)		
Campo	105.00 A	1.00 A	14,20 A	1,70 M	5,48 Ac	8,40 A

NUTRIENTES	PH	MO.
M= Medio	AC= Acido	A= Alto
A= Alto	LAc = Liger. Acido	

- **Según condiciones controladas en vivero**

En vivero las condiciones de humedad y temperatura fueron controladas de modo que, sustentándose en la relación de temperatura con el desarrollo inicial y supervivencia de las plantas, se recomienda propagar en vivero la especie *Citharexylum montanum* por su capacidad de adaptación a un riego manual diario con temperaturas mínimas de 15°C y máximas de 28°C.

- **Según el contenido nutricional del sustrato en vivero**

Del reporte de análisis de sustrato de vivero (Tabla 24), que presentó un PH ligeramente ácido de 5.70 y un contenido de materia orgánica de 5.20 % (alto), evidencia capacidad de formación de nutrientes funcionales para la planta (INIAP, 2017), siendo las condiciones y características del sustrato similares a los resultados del análisis de suelo realizado por Tutsi (2014). Se determinó que la especie *Citharexylum montanum*, logró alcanzar mayor altura, diámetro basal y follaje; por tanto, ésta es la especie recomendada para producción en vivero, misma que puede emplearse en procesos de restauración *ex-situ*.

Tabla 24. Datos del reporte de análisis de suelo en vivero (INIAP, 2017)

ENSAYO	NUTRIENTES				pH	MO (%)
	P (ppm)	K (meq/100 ml)	Ca (meq/100 ml)	Mg (meq/100 ml)		
Vivero	50,00 A	0,72 A	24,90 A	2,30 A	5,70 LAc	5,20 A

NUTRIENTES	PH	MO.
M= Medio	AC= Acido	A= Alto
A= Alto	LAc = Liger. Acido	

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- La propagación sexual de (E1) *Viburnum triphyllum* no es viable en campo ni en vivero con los tratamientos pregerminativos empleados, debido a las características genotípicas de la semilla.
- Con la especie (E2) *Hyeronima asperifolia* se obtuvo una germinación inferior al 32 %; sin embargo, no se registró supervivencia de los individuos germinados por condiciones atmosféricas.
- En campo, la especie (E3) *Aegiphila bogotensis* con el tratamiento (T1) control y en vivero (E4) *Citharexylum montanum* con el tratamiento (T2) periodos alternos de agua y sol presentaron porcentajes de germinación superiores al 50 %. Estos tratamientos inciden en la germinación de las semillas.
- El tratamiento inmersión en agua caliente presentó los índices más altos de supervivencia para las especies (E3) *Aegiphila bogotensis* y (E4) *Citharexylum montanum*.
- Para el desarrollo inicial de las especies, según el rango de medias para campo, hubo una mayor tendencia en la especie (E3) *Aegiphila bogotensis* con los tratamientos pregerminativos: T2 (Periodos alternos de agua y sol) el cual incide en las variables altura y diámetro basal y T1 (Control) que incide en el desarrollo de hojas.
- Para el desarrollo inicial en vivero, según la prueba de Tukey el mejor tratamiento pregerminativo fue T3 (Inmersión en agua caliente), ya que se ubica en el rango A para la especie (E4) *Citharexylum montanum*, incidiendo en las variables de altura, diámetro basal y hojas en desarrollo.

- Los tratamientos pregerminativos si inciden en la germinación, desarrollo y supervivencia de las especies estudiadas, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa propuesta en la investigación.

## **5.2 Recomendaciones**

- Del análisis de variables, condiciones atmosféricas y contenido nutricional de los suelos se recomienda propagar (E3) *Aegiphila bogotensis* en campo y (E4) *Citharexylum montanum* para propagación previa en vivero, mismas que se pueden implementar en procesos de restauración ecológicos en la ceja altoandina de la provincia Carchi.
- Utilizar especies de germinación temprana ya que algunas especies como (E1) *Viburnum triphyllum* requieren un mínimo de cuatro meses para germinar y según estudios realizados las condiciones de humedad en campo y temperatura en vivero tienden a degradar la semilla
- Se recomienda tratar los suelos degradados que se pretendan restaurar, con el fin de darle condiciones nutricionales similares a las de la fuente semillera para elevar el porcentaje de supervivencia y desarrollo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre , Z., Loja , Á., Solano, C. y Aguirre , N. (2015). *Especies mas aprovechadas en la región sur del Ecuador*. Loja: EDILOJA Cia. Ltda.
- Aguirre, C. y Vizcaino, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra: Editorial Universitaria.
- Aguirre, N., Günter, S. y Stimm, B. (2007). Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador. *Tesis de doctorado inédita*. Munich, Alemania: Instituto de Silvicultura.
- Alcázar, C. (2011). *Regeneración natural bajo el dosel de Aegiphila bogotensis, Persea mutisii y Prunus buxifolia en los bosques Altoandinos de la Sabana de Bogotá*. Bogota.
- Aldous, J. (1972). *Nursery practice report on Forest Research*. London: Forestry comm.
- Almeria, H. (1999). Porte y Altura de las plantas. Junta de Andalucía.
- Alvarado, C. y Encalada, D. (2010). Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas, de seis especies forestales nativas en bosque tropical montano, potenciales para la reforestación en la estación científica san francisco. *tesis previa a la obtención del título de pregrado*. Loja, Ecuador.
- Barrera, J. y Valdéz, C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica en áreas disturbadas en colombia. *Universitas Scientiarum*, 15.
- Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N., Moreno, A. y Montoya, S. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. *Pontificia Universidad Javeriana*. Bogota, Colombia: Secretaría Distrital de Ambiente.
- De La Cuadra, C. (1993). *Germinación, latencia y dormición de las semillas*. Madrid, España: Rivadeneyra S.A.
- Dobbs, R., Edwards, D., Konishi, J. y Wallinger, D. (1976). *Guideline to collecting cones of conifers*. British Columbia: Canadian Forest Service.
- Egae, J. (2010). Factores que desencadenan brotes de plagas y condiciones climáticas en agro ecosistemas. Murcia, España.
- Foster, S. y Janson, C. (1985). The relationship between seed size and establishment conditions in Tropical Woody Plants. Ecological Society of America .

- Gold, K., León, P. y Way, M. (2004). Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. *Boletín INIA N° 110*. La Serena, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Intihuasi.
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de Boletín meteorológico mes: enero – junio del 2017 503- 506.: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
- INIAP. (2017). *Reporte de análisis de suelos, Tulcán Ecuador*. Quito: Estación Experimental Santa Catalina.
- Islam, S., Mia, A., Hossaint, T., Ahmed, J. y Khan, H. (2012). Priming on embryo emergence and seedling (*Momordica charantia* L.) under suboptimal temperature. Bangabandhu, Gazipur: International Journal of Agricultural Science .
- Kemp, R. (1975). Seed collection temporary storage and transport, documentation, training, safety and supervision. *Danida training course on forest seed collection and handling*. Rome: Report on FAO.
- Lotero, J., Linares, P., Cardona, A. y Sánchez, O. (2007). *Restauración ecológica en la laguna del Otún del Parque Nacional Natural Los Nevados*. Pereira: Patricia Velasco.Linares.
- Maecha, G. (2014). Vegetación arbórea del campus Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Mejía, M. (2016). Dinámica de los patrones espaciales en la frontera Agrícola papera. Área de estudio: zona de páramo en las Parroquias: la libertad, el ángel y san isidro del cantón espejo. Espejo, Carchi, Ecuador: Universidad Católica del ecuador.
- Mendoza, Z. y León, N. (2011). Sobrevivencia y crecimiento inicial de especies vegetales en el Jardín Botánico de la quinta El Padmi, Zamora, Chinchipe. . Zamora, Zamora Chinchipe, Ecuador: Arnaldoa, 18(2), 115-122.
- Minga, D. y Verdugo, A. (2016). Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca. Cuenca, Azuay, Ecuador: Imprenta Don Bosco.
- Morandini, R. (1962). Aparatos y procedimientos para la manipulación de las semillas forestales, producción, recolección y extracción de semillas. *Unasyuva* 15 (4).
- Museo de zoología. (2013). Departamento de Biología. PUCE. Quito, Ecuador: Universidad Católica del Ecuador.

- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D. y Tucto, A. (2014). Manual vivero forestal para producción de plántones y recolección de semillas de especies forestales nativas. Chachapoyas, Molinopamba, Peru: Serfor.
- OPEPA. (2016). *Organización para la Educación y Protección Ambiental*. Obtenido de [http://www.opepa.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=45&Itemid=30](http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=30)
- Ortega, C. y Guanuche, S. (2016). Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- PDOT Tulcán. (2011 - 2031). Plan de Ordenamiento Territorial del canton Tulcan. Tulcan, Ecuador.
- Pérez, B. (2007). Establecimiento in vitro de *Hypericum goyanesii* Cuatrec. E *Hypericum juniperinum* Kunth, a partir del cultivo de semillas. *Subdirección Científica. Contrato 146 – 2007. Inédito*. Bogota, Colombia.
- Pérez, B. (Diciembre de 2011). Observaciones sobre la germinación de tres especies del género *Citharexylum*, empleadas en restauración ecológica. Bogota, Colombia: Colombia Forestal.
- Pérez, I., Ochoa, S., Vargas, G., Mendoza, M. y Gonzáles, A. (2011). Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco. Tabasco, Mexico: Xalapa mar.
- Pitman, N., Jorgensen, P., Williams, R., León, S. y Valencia, R. (2002). *Estimaciones de Tasas de Extinción para una Flora Moderna Neotropical*. Obtenido de Conservation Biology: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1523-1739.2002.01259.x>
- Puentestar, P. (2015). La problemática ambiental y el deterioro de los recursos naturales en el Ecuador. una perspectiva desde la geografía. Quito, Ecuador.
- Quishpe, A. (2009). Evaluación de seis tratamientos pre germinativos y cuatro tipos de Sustratos para la preparación de Arupo (*Chionantus pubescens* Kunt). *FRN-CENID-UD;33T0062*. Loja, Ecuador.
- Recio, G. (2016). *Invertebrados Paradais Sphynx*. Obtenido de Moluscos gasterópodos sin concha: <https://invertebrados.paradais-sphynx.com/moluscos/babosas-de-tierra.htm>

- Rivas, D. (2002). Instrumentos de medición forestal. bosque natural.org.
- Rojas, F. y Torres, G. (2016). Árboles del valle central de Costa Rica. Costa Rica: Revista Forestal Mesoamericana.
- Salazar, M. y Sánchez, M. (2013). Guía para el muestreo de suelos en caña de azúcar. Guayaquil, Guayas, Ecuador: CINCAE.
- Sánchez, D. (2017). Ensayo de germinación de semillas de especies arbóreas nativas del refugio de vida silvestre Pasochoa. Quito, Ecuador.
- Sánchez, J., Calvo, E., Orta, R. y Muñoz, B. (1997). Tratamientos pregerminativos de hidratación deshidratación para semillas de pepino (*Cucumis sativus*). Pátzcuaro, México: Instituto de Ecología, A.C.
- Sánchez, L. (2011). *Evaluación del impacto ambiental conceptos y métodos*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Society for Ecological Restoration (SER), I. (2004). *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. Obtenido de Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas: [www.ser.org](http://www.ser.org)
- Stein, W., Slabaugh, P. y Plummer, A. (1974). Harvesting, processing and storage of fruits and seeds and seeds of woody plants in the united states. Wáshington, USA: Agricultural Handbook Forest service.
- Tomas, D. (2008). Estimación de poblaciones ecología. Valencia, España: IES Abastos.
- Turnbull, J. (1975). Seed extraction and cleaning, report on training course on forest seed collection and handling. Rome: FAO.
- Tutsi, M. (2014). Evaluacion de 5 sustratos para la producción de palo blanco (*Tabebuia donnell*). Santa Catalina Verapaz.
- Vargas , O., Díaz, E., Reyes, S. y Gómez, P. (2012). Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia. Bogota, Colombia: Grupo de Restauración Ecológica.
- Vargas, O. (2007). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. ISBN: 978-958-701-908-7. Bogota, Colombia: Grupo de Restauración Ecológica.
- Vazquez, C., Batis, A., Alcocer, M., Gual, M. y Sánchez, C. (1999). Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Reporte técnico del proyecto J084*. D.F, México: Instituto de Ecología.

- Vázquez, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, E. y Cervantes, V. (1997). La reproducción de las plantas: semillas y meristemas. *ISBN 968-16-5376-9*. Ajusco, Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- Velasco, P. (2007). Recuperar el Páramo. Restauración Ecológica en La Laguna del Otún. Pereira, Colombia: Ministerio de Ambiente Vivienda y Territorio.
- Velásquez, M. (2014). *LA BIODIVERSIDAD EN EL ECUADOR*. Cuenca: Universitaria Abya-Yala.
- Willan, R. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. *Estudio con especial referencia a los trópicos*. Montes, Italia: FAO.
- Woessner, R. y Menabb, K. (1979). Large scale production of gmelina arborea roxb. *seed a case study*. Commonw.
- Woodson. (1973). Flora of Panama, Verbenaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. *Flora of Panama*. Panama.



Anexo 2. Análisis de suelo en vivero

 <p><b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p><b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>	
--	---	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : Margarita Vaca Dirección : Carchi Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : Provincia : Carchi Cantón : Tulcán Parroquia : El Carmelo Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 05/10/2016 Fecha de Ingreso : 07/10/2016 Fecha de Salida : 13/10/2016</p>
---	---	--

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm					
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
105703	1_GP-PA	5,74LAc	103,00 A	15,00 M		0,33 M	6,40 M	1,10 M						
105704	2_GP-PB	5,66LAc	59,00 M	12,00 M		0,22 M	7,50 M	0,93 B						
105705	1_EC-MC	6,16LAc	45,00 M	58,00 A		0,20 M	15,40 A	1,60 M						
105706	2_EC-MV	5,70LAc	183,00 A	50,00 A		0,72 A	24,90 A	2,30 A						

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto	
	RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA			
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado		
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado		
	B = Curcumina		

  
RESPONSABLE LABORATORIO

  
LABORATORISTA

 <p><b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p><b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>	
--	---	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : Margarita Vaca Dirección : Carchi Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : Provincia : Carchi Cantón : Tulcán Parroquia : El Carmelo Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 05/10/2016 Fecha de Ingreso : 07/10/2016 Fecha de Salida : 13/10/2016</p>
---	---	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m C.E.	(% M.O.)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml Σ Bases	%	p <sub>c</sub> c/N	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na			Mg	K	K				Arena	Limo	Arcilla	
105703					12,80 A	5,82	3,33	22,73	7,83	0,53	14,10				
105704					13,20 A	8,06	4,23	38,32	8,65	0,53	14,45				
105705					10,50 A	9,63	8,00	85,00	17,20	0,49	12,43				
105706					5,20 A	10,83	3,19	37,78	27,92	0,42	7,18				

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo		
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio		
T = Tóxico			A = Alto		

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Pasta Saturada
M.O.	= Dicromato de Potasio
Al+H	= Titulación NaOH

  
RESPONSABLE LABORATORIO

  
LABORATORISTA

Anexo 3. Códigos y número de semillas germinadas en campo abierto y vivero

Especies/Tratamiento	CDG	Nº Semillas	Nº Semillas
		G. Campo	G. Vivero
<b>E1:</b> <i>Viburnum triphyllum</i>	E1T1	0	0
	E1T2	0	0
<b>E2:</b> <i>Hyeronima asperifolia</i>	E1T3	0	0
<b>E3:</b> <i>Aegiphila bogotensis</i>	E2T1	7	9
	E2T2	9	16
<b>E4:</b> <i>Citharexylum montanum</i>	E2T3	12	12
	E3T1	28	26
	E3T2	14	31
<b>T1:</b> Control	E3T3	8	24
<b>T2:</b> Periodos Alternos de Agua y sol	E4T1	25	25
<b>T3:</b> Inmersión en Agua Caliente	E4T2	26	28
	E4T3	16	20
<b>Total:</b>		<b>145</b>	<b>191</b>

Especies/Tratamiento	CDG	Nº Plantas	Nº Plantas
		Vivas Campo	Vivas Vivero
<b>E2:</b> <i>Hyeronima asperifolia</i>	E2T1	0	0
	E2T2	0	0
<b>E3:</b> <i>Aegiphila bogotensis</i>	E2T3	0	0
	E3T1	14	11
<b>E4:</b> <i>Citharexylum montanum</i>	E3T2	3	11
	E3T3	6	19
<b>T1:</b> Control	E4T1	14	15
<b>T2:</b> Periodos Alternos de Agua y sol	E4T2	16	15
<b>T3:</b> Inmersión en Agua Caliente	E4T3	6	13
<b>Total:</b>		<b>59</b>	<b>84</b>

Anexo 4. Tablas de Discusión

Anexo 4.1. Germinación de *Viburnum triphyllum*

Especie	Autores	Tratamiento	Resultados
(E1) <i>Viburnum triphyllum</i>	Minga y Verdugo (2016). Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca	Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 72 horas	Recomiendan
	Presente estudio	Periodos alternos de agua y sol durante dos días	Campo abierto y vivero 0%
		Inmersión en agua caliente a 90°C	

Anexo 4.2 Germinación de *Hyeronima asperifolia*

Especie	Autores	Tratamiento	Resultados
(E2) <i>Hyeronima asperifolia</i>	Alvarado & Encalada (2010) en Loja-Ecuador	Aplicar temperaturas de 5°C y 18°C y 3 humedades de 2 % a 10%	0% por la dureza de la testa
	Presente estudio	Inmersión en agua caliente a 90°C	Campo abierto 23,53% Vivero 31,37%
		Periodos alternos de agua y sol durante dos días	
Aguirre, Guinter & Stim (2007)	Consideraron el estado de maduración de la semilla	30%	

#### Anexo 4.3 Germinación de *Aegiphila bogotensis*

Especie	Autores	Tratamiento	Resultados
(E3) <i>Aegiphila bogotensis</i>	Sánchez (2017). Germinación de semillas nativas realizado en el Refugio de Vida Silvestre de pasochoa	Escarificación y exposición a la luz natural por doce horas	75%
	Presente estudio	Control Periodos alternos de agua y sol durante dos días	Campo abierto 54,90% Vivero 60,78%

#### Anexo 4.4 Germinación de *Citharexylum montanum*

Especie	Autores	Tratamiento	Resultados
(E4) <i>Citharexylum montanum</i>	Pérez (2011). Observaciones sobre germinación de especies del género <i>Citharexylum</i>	Escarificación y humectación durante 24 horas	30% (% reducido por 10 días de almacenamiento)
	Presente estudio	Periodos alternos de agua y sol durante dos días	Campo abierto 50,98% Vivero 54,90%

#### Anexo 4.5 Altura de *Aegiphila bogotensis*

Especie	Altura
(E3) <i>Aegiphila bogotensis</i>	Madurez 15 a 20 m
	Presente estudio 18,67 cm en campo 12,93 cm en vivero

#### Anexo 4.6 Altura de *Citharexylum montanum*

Especie	Altura
(E4) <i>Citharexylum montanum</i>	Madurez 20 m
	Presente estudio 15,13 cm en campo 25,68 cm en vivero

#### Anexo 4.7 Diámetro basal de *Aegiphila bogotensis*

Especie	Diámetro Basal
(E3) <i>Aegiphila bogotensis</i>	Madurez 80 a 150 cm
	Presente estudio 6,15 mm en campo 5,33 mm en vivero

#### Anexo 4.8 Diámetro basal de *Citharexylum montanum*

Especie	Diámetro Basal
(E4) <i>Citharexylum montanum</i>	Madurez 80 a 100 cm
	Presente estudio 5,14 mm en campo 7,31 mm en vivero

Anexo 4.9 Hojas en desarrollo de *Aegiphila bogotensis*

<b>Especie</b>		<b>Follaje</b>
(E3) <i>Aegiphila bogotensis</i>	Madurez	Forma cónica ancha
	Presente estudio	24 hojas 27 hoja

Anexo 4.10 Hojas en desarrollo de *Citharexylum montanum*

<b>Especie</b>		<b>Follaje</b>
(E4) <i>Citharexylum montanum</i>	Madurez	Forma cónica ancha
	Presente estudio	21 hojas 37 hojas

Anexo 5. Fichas informativas de las fuentes semilleras

Anexo 5.1 Ficha informativas de *Viburnum triphyllum*

ESPECIE	Nombre Común:	Palo Juan		
	Nombre Científico:	<i>Viburnum triphyllum</i>		
Fecha de recolección	12/12/2016	Temporalidad	Noviembre-Diciembre	
Estado fitosanitario de las fuentes	Sanas			
Tipo de recolección	Manual o directa	Tipo de semilla	Ortodoxa	
Fruto	Es una drupa carnosa, su color es verde y vino tinto al madurar. Se encuentran formando un racimo.			
Transporte de semillas	Caja cooler y Fundas ziploc			
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 1</b>				
LUGAR	Localidad	Paja Blanca, Parroquia Huaca, Cantón Huaca, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
		862870	10067709	2849
	Características del sitio	Se encuentra dentro de un área que ha sufrido transformación de origen antrópico. La especie es utilizada como cerca viva.		
				
FUENTE	Altura	4 m		
	DAP	14 cm		
SEMILLAS (17)	Ancho Promedio	7.26 mm		
	Largo Promedio	8.61 mm		
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 2</b>				
LUGAR	Localidad	Paja Blanca, Parroquia Huaca, Cantón Huaca, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
		862862	10067770	2849
	Características del sitio	Es un área utilizada con fines de producción agrícola y pecuaria. La especie es utilizada como cerca viva para división de terrenos		
				
FUENTE	Altura	5 metros		
	DAP	16 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	7.63 mm		
	Largo Promedio	7.56 mm		
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 3</b>				
LUGAR	Localidad	Paja Blanca, Parroquia Huaca, Cantón Huaca, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
		862792	10067770	2839
	Características del sitio	Es un área utilizada para la agricultura. Se cultiva principalmente papa y la especie es utilizada como cerca viva de los terrenos.		
				
FUENTE	Altura	3,5 metros		
	DAP	20 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	6.11 mm		
	Largo Promedio	10.12 mm		

Anexo 5.2 Ficha informativas de *Hyeronima asperifolia*

ESPECIE	Nombre Común:	Motilón		
	Nombre Científico:	<i>Hyeronima asperifolia</i>		
Fecha de recolección	12/12/2016	Temporalidad	Noviembre-Enero	
Estado fitosanitario de las fuentes	Sanas			
Tipo de recolección	Del suelo y trepando al árbol	Tipo de semilla	Ortodoxa	
Fruto	Es una drupa carnosa, su color es verde y vino tinto al madurar. Se encuentran formando un racimo. Liberan una tinta color morado.			
Transporte de semillas	Caja cooler y Fundas ziploc			
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 1</b>				
LUGAR	Localidad	El Rosal, Parroquia el Piartal, cantón Montufar, provincia del Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
		859543	10060752	2791
Características del sitio	Es un pastizal para fines pecuarios. Se encuentran relictos de bosque a 200 metros de la fuente semillera			
				
FUENTE	Altura	12 m		
	DAP	87 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	8.09 mm		
	Largo Promedio	10, 52 mm		
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 2</b>				
LUGAR	Localidad	El Chamizo, Parroquia San Gabriel, Cantón Montufar, Provincia Carchi.		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
		859955	10059850	2886
Características del sitio	La fuente semillera se encuentra en un mosaico, presenta coberturas de pastizal y agrícolas.			
				
FUENTE	Altura	12 m		
	DAP	112 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	7.57 mm		
	Largo Promedio	10.39 mm		
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 3</b>				
LUGAR	Localidad	Parroquia el Carmelo, Cantón Tukán, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
		853353	10071867	2798
Características del sitio	La fuente semillera se encuentra en un pastizal para fines pecuarios y pastizales.			
				
FUENTE	Altura	10 m		
	DAP	75 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	7.18 mm		
	Largo Promedio	10.34 mm		

Anexo 5.3 Ficha informativas de *Aegiphila bogotensis*

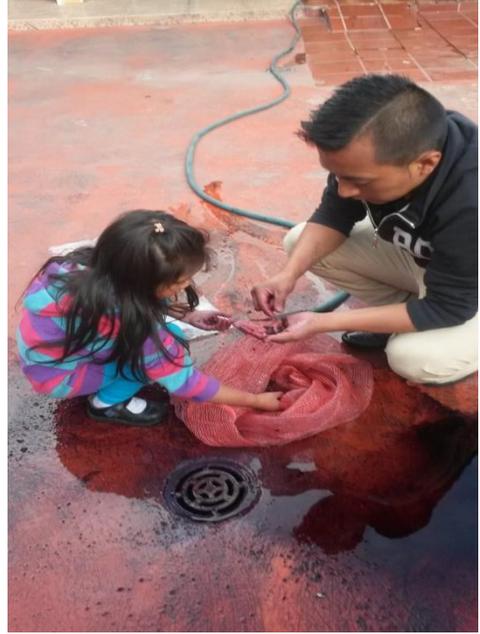
ESPECIE	Nombre Común:	Uvillo		
	Nombre Científico:	<i>Aegiphila bogotensis</i>		
Fecha de recolección	12/12/2016	Temporalidad	Septiembre-Diciembre	
Estado fitosanitario de las fuentes	Sanas			
Tipo de recolección	Sacudimiento manual y trepando al árbol	Tipo de semilla	Ortodoxa	
Fruto	Es una drupa, la mayoría carnosos, globosos o subglobosos de color verde en estado normal y de color amarillo en su madurez.			
Transporte de semillas	Caja cooler y Fundas ziploc			
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 1</b>				
LUGAR	Localidad	La Calera, Parroquia Mariscal Sucre, Cantón San Pedro de Huaca, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
	Características del sitio	La fuente semillera se encuentra dentro de un área utilizada con fines de producción agrícola y pecuaria.		
				
FUENTE	Altura	6 m		
	DAP	63 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	4.60 mm		
	Largo Promedio	8.70 mm		
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 2</b>				
LUGAR	Localidad	Parroquia Fernández Salvador, Cantón Montufar, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
	Características del sitio	La fuente semillera se encuentra dentro de un área que ha sufrido intervención antrópica para fines de producción agrícola y pecuaria		
				
FUENTE	Altura	8 m		
	DAP	82 cm		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	4.23 mm		
	Largo Promedio	9.09 mm		
<b>FUENTE SEMILLERA Nro. 3</b>				
LUGAR	Localidad	El Chamizo, parroquia San Gabriel, Cantón Montufar, Provincia Carchi		
	Coordenadas 17 S UTM WGS 84	X	Y	Z
	Características del sitio	La fuente semillera se encuentra dentro de un área que ha sufrido intervención antrópica para fines de producción agrícola y pecuaria		
				
FUENTE	Altura	5 m		
	DAP	1.50 m		
SEMILLAS (132)	Ancho Promedio	4.26 mm		
	Largo Promedio	9.01 mm		



Anexo 6. Recolección de Semillas



Anexo 7. Lavado y despulpado de semillas



Anexo 8. Preparación de área en campo



Anexo 9. Preparación de área en vivero



Anexo 10. Aplicación de tratamientos pregerminativos



Anexo 11. Siembra de semillas en campo y vivero



Anexo 12. Retiro de maleza en campo y vivero



Anexo 13. Toma de datos en campo y vivero



Anexo 14. Entrega de Plantas de campo y vivero

