

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

EVALUATION OF RATES OF GERMINATION,
SURVIVAL AND DEVELOPMENT OF FOUR
NATIVE SPECIES ALTOANDINAS IN FISH-
POND AND IN AN AREA DEGRADED IN THE
PROVINCE CARCHI

Marlon Javier Ruano Guel; Edison Daniel
Benavides Acosta

Facultad de Ingeniería en Ciencias
Agropecuarias y Ambientales, Universidad
Técnica del Norte Ibarra, Ecuador

Xavi-R93-@hotmail.com

daniegb131@gmail.com

1 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, but 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.

2 PROBLEMA

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 (Loterio, 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, y otros 2002). Como es el caso del deterioro ambiental en la provincia del Carchi donde la desaparición de bosques, es causada para satisfacer diferentes necesidades desde extracción maderera, industrialización lechera, construcción de vías, obtención de carbón 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.

3 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 mega diverso (Ortega y Guanuche, 2016).

Esta diversidad no presenta un límite por unidad de área a nivel mundial. De acuerdo a 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 km² (Velásquez, 2014)

Esta investigación se enfatiza en bosques altoandinos ecuatorianos que están ubicados entre los 1 200 y 3 600 metros en las estribaciones de la cordillera de los Andes con una diversidad muy alta correspondiente al 33,99% equivalente a 31 555.3 km² 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 CO₂, 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.

4 MÉTODOLOGIA

4.1 Identificación de áreas para la investigación

Se realizó una visita con el fin de conocer las características de los lugares propuestos en la cabecera cantonal Tulcán. El propósito fue verificar que el área degradada sea un rastrojo-pastizal, tenga disponibilidad de recurso hídrico, tenga un porcentaje de pendiente no mayor a 50% y sea de fácil acceso para el cuidado de las plantas. También se verificó el vivero propiedad de la prefectura del Carchi.

4.2 Recolección de semillas

Se realizó la recolección de 102 semillas por cada fuente semillera seleccionada más un excedente del 30 %. La forma de recolección de semillas empleada fue por sacudimiento manual para, trepando al árbol o directamente del suelo, siempre seleccionando las semillas correctas de la misma especie y evitando recoger aquellas deterioradas o fermentadas.

Características de la fuente semillera:

Se registrarán características principales de las fuentes semilleras como: estado

fitosanitario, DAP, altura total, localización (puntos GPS).

4.3 Aplicación de tratamientos Pre-germinativos

Control

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).

Periodos alternos de agua y sol

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).

Inmersión en agua caliente

Un día antes de la siembra, se calentó 1,5 litros de agua hasta alcanzar una temperatura promedio de 90 °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. Una vez completado el tratamiento se sembraron las semillas en campo y vivero (Quishpe, 2009).

4.4 Análisis de suelo

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 m² 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 (Salazar y 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, NH₄, Mg.

4.5 Análisis de sustrato

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, NH₄, Mg (Salazar y Sánchez, 2013).

4.6 Siembra de semillas en campo abierto y vivero

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.

4.7 Variables investigadas en campo abierto y vivero

Se realizó la toma de variables durante 9 meses comprendidos entre el 20 de diciembre del 2016 (Siembra) y 20 de octubre del 2017 (Última medición), una vez que la planta presente los primeros brotes de hojas verdaderas.

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 siguiente fórmula de germinación.

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

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

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)

Altura (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.

Diámetro basal (DB)

Se procedió a tomar quincenalmente el diámetro basal 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.

Hojas en desarrollo (HD)

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

4.8 Protocolo de diseño experimental

Diseño Irrestrito al Azar (DIA)

Se aplicó el Diseño de Irrestrito al Azar (DIA) con un arreglo factorial A x B con 12 combinaciones, siendo el factor A las especies en estudio y el factor B los tratamientos pregerminativos.

Modelo estadístico

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

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

Dónde: Y_{ij} = Observación individual
 μ = Media
 τ_i = Efecto de tratamiento
 ε_{ij} = Error experimental

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 T de Student para germinación

Para determinar si existen diferencias estadísticas en la germinación de campo abierto con la 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 por especie y tratamiento. 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 y las medias de las variables medidas en vivero.

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

Del análisis realizado se obtuvo una significancia de 0,56, siendo mayor al P valor al 5%, por lo cual se acepta la hipótesis nula.

Tabla 1. Prueba de muestras independientes.

Variables	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	0,40	-3,83	4,43	-13,01	5,35
	No se asumen v. iguales			-0,87	21,63	0,40	-3,83	4,43	-13,02	5,35

5.2 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

En el estudio realizado, para germinación de la especie *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, 2009)

Hyeronima asperifolia

En el caso de *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.1). Estos porcentajes obtenidos coinciden con el estudio realizado por Aguirre, Gunter & Stim (2007) quienes consideraron el estado de maduración de la semilla alcanzado un 30 % de germinación con semillas maduras en el árbol. Si bien en el presente estudio se obtuvo un porcentaje de germinación bajo, el índice de mortalidad fue del 100% (Fig.2) 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 & 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

Para la especie *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.1), 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%; por lo que podrían considerarse estos estudios para futuras investigaciones sobre

restauración ecológica y conservación de especies nativas altoandinas.

Citharexylum montanum

En la observación sobre el porcentaje de germinación de *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.1), 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.

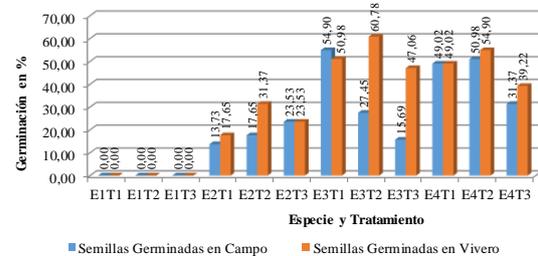


Fig 1. Germinación en campo abierto y vivero.

5.3 T de student para supervivencia y desarrollo inicial

Para determinar si existen diferencias estadísticas en la supervivencia, altura, diámetro basal y hojas en desarrollo entre campo abierto y 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 registrados en los dos ensayos. 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 y las medias de las variables medidas en vivero.

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

Del análisis realizado se acepta la hipótesis nula para las variables supervivencia con 0,41; altura con 0,17 y diámetro basal con 0,20 siendo estos valores mayores al P valor al 5%. Para la variable hojas en desarrollo en cambio se acepta la hipótesis alternativa debido a que su significancia es menor al P valor al 5%.

Tabla 2. Estadística de grupo.

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 de medias	
									Inferior	Superior
S	Se asumen v. iguales	0,28	0,60	-0,84	16,00	0,41	-2,78	3,29	-9,76	4,20
	No se asumen v. iguales			-0,84	15,76	0,41	-2,78	3,29	-9,76	4,21
H	Se asumen v. iguales	1,47	0,24	-1,40	24,00	0,17	-2,63	1,88	-6,52	1,25
	No se asumen v. iguales			-1,42	24,00	0,17	-2,63	1,86	-6,47	1,21
DB	Se asumen v. iguales	5,23	0,03	-1,27	24,00	0,22	-0,73	0,57	-1,91	0,45
	No se asumen v. iguales			-1,33	19,76	0,20	-0,73	0,54	-1,86	0,41
HD	Se asumen v. iguales	0,05	0,82	-2,51	25,00	0,02	-6,77	2,69	-12,31	-1,22
	No se asumen v. iguales			-2,45	20,96	0,02	-6,77	2,76	-12,50	-1,03

5.4 Supervivencia

La supervivencia y desarrollo inicial se evaluó a partir del brote de las primeras hojas verdaderas hasta finalizar el estudio con la entrega de plantas.

La información recopilada sobre *Aegiphila bogotensis* y *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 (B. Pérez 2011), Abundancia y frecuencia de los árboles del Valle Central de Costa Rica (Rojas y 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

Respecto de *Aegiphila bogotensis* en el lapso de nueve meses de investigación se registró un alto porcentaje de supervivencia en campo abierto y vivero con el tratamiento inmersión

en agua caliente (Fig.2); mientras que las variables de desarrollo inicial registradas en campo abierto alcanzaron medias de 18,67 cm en altura (Fig. 3); 6,15 mm en diámetro basal (Fig. 4) y 24 hojas desarrolladas (Fig. 5). En cambio, en vivero se registró una altura de 12,93 cm (Fig. 6), un diámetro basal de 5,33 mm (Fig.7) y 27 hojas en desarrollo (Fig.8), 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

Para la especie *Citharexylum montanum* en los 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.3); 5,14 mm de diámetro basal (Fig.4) y 21 hojas en desarrollo (Fig.5). Por el contrario, en vivero alcanzó una media en altura de 25,68 cm (Fig.6), un diámetro basal de 7,31 mm (Fig.7) y 37 hojas en desarrollo (Fig.8), 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.

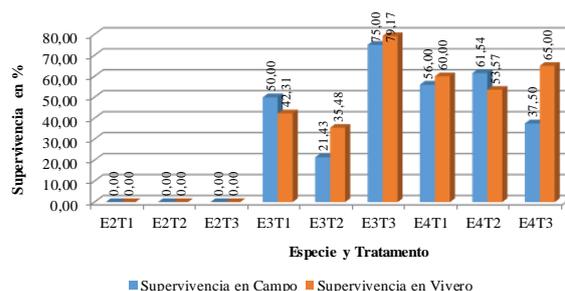


Figura 1. Supervivencia en campo abierto y vivero.

5.5 Desarrollo inicial en campo abierto

Altura (H)

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 anteriormente 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 3).

Tabla 3. 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		6,63
Total	343,7	13				
CV=				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. 3).

Especies	Tratamientos
E3: <i>Aegiphila bogotensis</i>	T1: Control
E4: <i>Citharexylum montanum</i>	T2: Periodos Alternos de Agua y sol
	T3: Inmersión en Agua Caliente

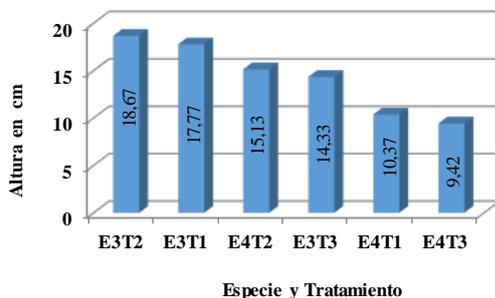


Figura 2. Interacción especie tratamiento para altura.

Diámetro Basal (DB)

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 porque los tratamientos en la variable diámetro basal son estadísticamente similares; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y no se realiza la prueba de medias. (Tabla 4).

Tabla 4. 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		6,63
Total	40,34	13				
CV=				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. 4).

Especies	Tratamientos
E3: <i>Aegiphila bogotensis</i>	T1: Control
E4: <i>Citharexylum montanum</i>	T2: Periodos Alternos de Agua y sol
	T3: Inmersión en Agua Caliente

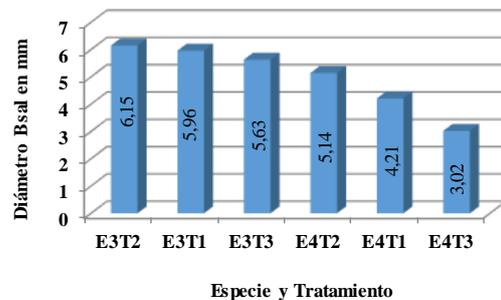


Figura 3. Interacción especie tratamiento para diámetro basal

Hojas en desarrollo (HD)

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 5).

Tabla 5. 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
Error	298,81	9	33,2	0		6,06
Total	647,88	14				
CV=				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. 5).

Especies	Tratamientos
E3: <i>Aegiphila bogotensis</i>	T1: Control
E4: <i>Citharexylum montanum</i>	T2: Periodos Alternos de Agua y sol
	T3: Inmersión en Agua Caliente

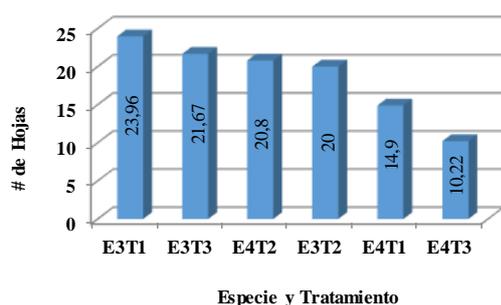


Figura 4. Interacción especie tratamiento para hojas en desarrollo.

5.6 Desarrollo inicial en vivero

Altura (H)

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 6).

Tabla 6. ADEVA de altura en vivero.

FV	SC	GL	CM	F		Fa0,05	Fa0,01
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					
CV=						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. 6).

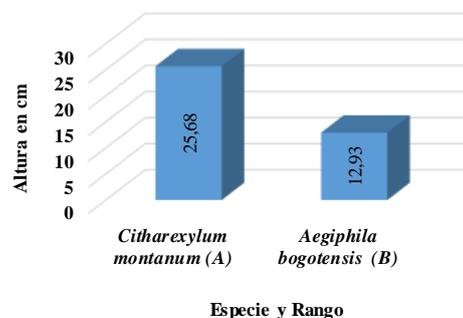


Figura 5. Prueba de medias para altura.

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 7).

Tabla 7. 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 (DB)

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 8).

Tabla 8. ADEVA de diámetro basal.

FV	SC	GL	CM	F	Fa0,05	Fa0,01	
Tratamientos	40,13	5	8,03	8,09	**	3,33	5,64
Especie	11,29	1	11,29	11,38	**	4,96	10,04
TPG	24,87	2	12,44	12,53	**	4,1	7,56
Especie*TPG	12,25	2	6,12	6,17	*	4,1	7,56
Error	9,92	10	0,99	0			
Total	50,06	15					
CV=				15,78			

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. 7).

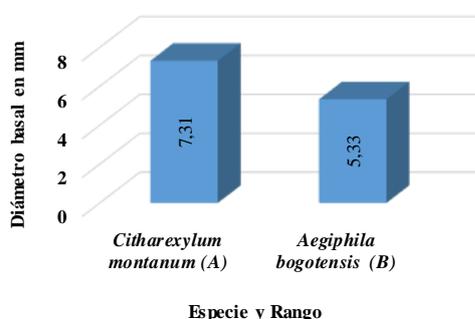


Figura 6. Rango de medias para diámetro basal.

Para el factor tratamientos pregerminativos se observa en la tabla 9, 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 9. 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 (HD)

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 10).

Tabla 10. 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					
CV=				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. 8).

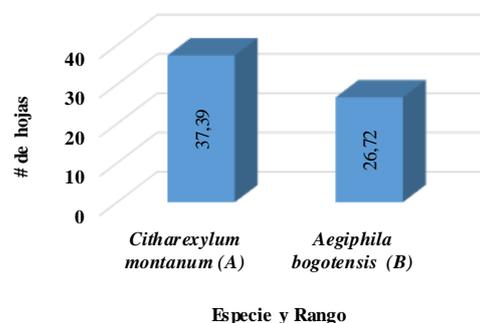


Figura 7. Rango de medias para hojas en desarrollo

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 11).

Tabla 11. 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

6 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.

6.1 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.9), con temperaturas mínimas de 0°C y máximas de 21°C (Fig.10) según (INAMHI, 2017).

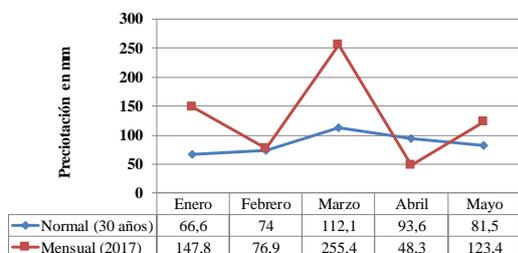


Figura 8. Reporte de precipitación en el cantón Tulcán INAMHI, (2017).

Si bien se registraron altas diferencias de temperatura en el periodo enero-mayo (Fig. 10). La temperatura mensual no difiere de la temperatura normal, manteniendo un rango de 12 °C a 13,4 °C (Tabla 26).

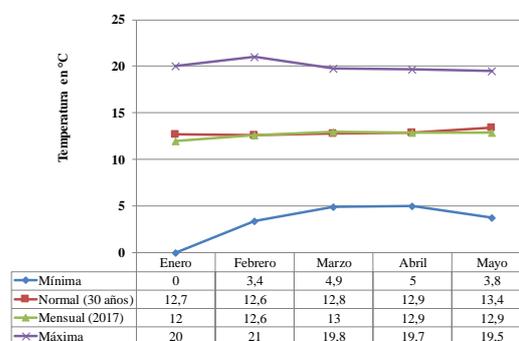


Figura 9. Reporte de temperaturas en el cantón Tulcán INAMHI, (2017).

6.2 Según el contenido nutricional del suelo en campo abierto

Del reporte de análisis de suelo realizado para muestras de campo abierto (Tabla 12), 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 12. 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		M.O.			
	M= Medio	AC= Acido	A= Alto			
	A= Alto	LA= Liger. Acido				

6.3 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.

6.4 Según el contenido nutricional del sustrato en vivero

Del reporte de análisis de sustrato de vivero (Tabla 13), 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 13. Datos del reporte de análisis de suelo en vivero INIAP, (2017).

ENSAYO	NUTRIENTES				pH	MO (%)
	P (ppm)	K (mesq/100 ml)	Ca (mesq/100 ml)	Mg (mesq/100 ml)		
Vivero	50,00 A	0,72 A	24,90 A	2,30 A	5,70 LAc	5,20 A
NUTRIENTES		PH	M.O.			
M= Medio	AC= Acido	A= Alto				
A= Alto	LAc= Liger. Acido					

7 CONCLUSIONES

La propagación sexual de *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 *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 especies *Aegiphila bogotensis* con el tratamiento control y en vivero *Citharexylum montanum* con el tratamiento 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 *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*.

Para el desarrollo inicial de las especies, según el rango de medias para campo, hubo una mayor tendencia en la especie *Aegiphila bogotensis* con los tratamientos pregerminativos: Periodos alternos de agua y sol el cual incide en las variables altura y diámetro basal y Control que incide en el desarrollo de hojas.

Para el desarrollo inicial en vivero, según la prueba de Tukey el mejor tratamiento pregerminativo fue Inmersión en agua caliente, ya que se ubica en el rango A para la especie *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.

8 RECOMENDACIONES

Del análisis de variables, condiciones atmosféricas y contenido nutricional de los suelos se recomienda propagar *Aegiphila bogotensis* en campo y *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 *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.

9 BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- 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.
- 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.
- Museo de zoología. (2013). Departamento de Biología. PUCE. Quito, Ecuador: Universidad Católica del Ecuador.
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D. y Tuco, A. (2014). Manual vivero forestal para producción de plantones 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
- 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.
- 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.
- 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.
- Tomas, D. (2008). Estimación de poblaciones ecológica. Valencia, España: IES Abastos.
- Velásquez, M. (2014). *LA BIODIVERSIDAD EN EL ECUADOR*. Cuenca: Universitaria Abya-Yala.