



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“TRANSLOCACIÓN DE PLÁNTULAS DE: *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafavolata*, EN UN ÁREA DEGRADADA EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI”

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORA:

Gabriela Stefania Puetate Huaca

DIRECTORA:

Ing. Mónica León., MSc.

Ibarra – Ecuador

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS RENOVABLES

**“TRANSLOCACIÓN DE PLÁNTULAS DE: *Weinmannia rollottii*,
Weinmannia fagaroides, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata*, EN UN
ÁREA DEGRADADA EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA
DEL CARCHI”**

Trabajo de titulación revisada por el Comité Asesor, previa a la obtención del Título de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

Ing. Mónica León, MSc.

DIRECTOR

FIRMA

Ing. Gladys Yaguana, MSc.

ASESORA

FIRMA

Ing. Oscar Rosales, MSc.

ASESOR

FIRMA

Blgo. Renato Oquendo, MSc.

ASESOR

FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040162714-6		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Puetate Huaca Gabriela Stefania		
DIRECCIÓN:	Bolívar y General Plaza 2-54		
EMAIL:	gspuetateh@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062 982 900	TELÉFONO MÓVIL:	0980658838

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	TRANSLOCACIÓN DE PLÁNTULAS DE: <i>Weinmannia rollottii</i> , <i>Weinmannia fagaroides</i> , <i>Prunus huantensis</i> y <i>Ocotea infrafoveolata</i> , EN UN ÁREA DEGRADADA EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI.
AUTORA:	Puetate Huaca Gabriela Stefanía
FECHA:	21 de abril del 2017
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Mónica León MSc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **GABRIELA STEFANÍA PUETATE HUACA**, con cédula de identidad Nro. **040162714-6**, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de abril del 2017

LA AUTORA:

ACEPTACIÓN:



Gabriela Stefanía Puetate Huaca

C.I. 040162714-6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **GABRIELA STEFANIA PUETATE HUACA**, con cédula de identidad Nro. 040162714-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“TRANSLOCACIÓN DE PLÁNTULAS DE: *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafoveolata*, EN UN ÁREA DEGRADADA EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Gabriela Stefanía Puetate Huaca

C.I. 040162714-6

Ibarra, a los 21 días del mes de abril del 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que le presente trabajo fue desarrollado por la señorita PUETATE HUACA GABRIELA STEFANÍA, bajo mi supervisión en calidad de directora.

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

Ing. Mónica León MSc
DIRECTORA

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se ha desarrollado sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de abril del 2017



Gabriela Stefania Puetate Huaca

C.I 040162714-6

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por su infinito amor por mí, por ser mi guía, y mi refugio, sin su bendición y protección no habría logrado culminar esta etapa de mi vida.

A mi directora de tesis, Ing. Mónica León, por su incondicional apoyo a lo largo de mi vida universitaria, por sus sabios consejos, por todos los conocimientos impartidos, por su paciencia y por su gran corazón.

A mis asesoras y asesores de tesis, Ing. Gladys Yaguana, Ing. Oscar Rosales, y Blgo. Renato Oquendo, quienes con sus conocimientos y experticia supieron guiar acertadamente este trabajo.

A CONDESAN, por su apoyo y colaboración para el desarrollo del presente estudio.

Y, agradezco de manera especial a mi madre, hermana, familia y amigos, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo, para alcanzar mis sueños propuestos.

Gabriela P.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por ser mi fuerza, mi guía, mi sustento diario para seguir adelante y no desmayar ante los problemas y obstáculos que se presentan en la vida.

A mi madre *Marlene Huaca*, por ser mi ejemplo, por enseñarme a luchar siempre ante cualquier adversidad para alcanzar mis sueños y a no darme por vencida nunca. Por estar siempre a mi lado en todo momento y por todo su amor.

A mi hermana *Sheccid*, por motivarme siempre, por ser mi confidente, mi amiga, mi cómplice y por creer siempre en mí.

Gabriela P

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
Aprobación de tesis.....	ii
Identificación de la obra.....	iii
Autorización de uso a favor de la universidad.....	iv
Cesión de derechos.....	v
Certificación.....	vi
Declaración.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Dedicatoria.....	ix
Índice de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Mapas.....	xiv
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Fotos.....	xv
Índice de Anexos.....	xvi
Resumen.....	xvii
Summary.....	xix
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Objetivo General.....	4

1.1.2 Objetivos Específicos.....	4
1.1.3 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.....	9
2. Revisión de la Literatura.....	6
2.1 Marco Legal.....	6
2.1.1 Constitución del Ecuador.....	6
2.1.2 Convenio sobre la Diversidad Biológica.....	7
2.1.3 Código Orgánico Territorial (COOTAD).....	8
2.1.4 Ley Forestal de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.....	8
2.1.5 Acuerdo Ministerial 065.....	9
2.1.6 Reglamentos y Ordenanzas Provinciales.....	10
2.2 Restauración Ecológica.....	11
2.2.1 Sucesión Ecológica.....	12
2.2.2 Translocación.....	13
2.3 Área Degradada.....	14
2.4 Bosque Altoandino.....	14
2.5 Plantas Nativas.....	15
2.5.1 Selección de Especies.....	15
2.6 Sustrato.....	16
2.6.1 Humus de lombriz.....	17
2.6.2 Compost.....	17
2.7 Parámetros de medición.....	18
2.7.1 Adaptabilidad.....	18
2.7.2 Supervivencia.....	18

2.7.3 Crecimiento Inicial.....	19
2.7.4 Altura Total.....	20
2.7.5 Diámetro Basal.....	20
2.8 Caracterización de las especies.....	20
2.8.1 Caracterización Botánica.....	20
2.8.2 Caracterización Ecológica.....	22
CAPÍTULO III.....	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1 Caracterización del área de estudio.....	24
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	27
3.2.1 Materiales de campo.....	27
3.2.2 Materiales de oficina.....	27
3.2.3 Herramientas.....	27
3.2.4 Insumos.....	27
3.2.5 Software.....	27
3.3 Metodología.....	28
3.3.1 Selección de especies.....	28
3.3.2 Selección de fuentes plantuleras.....	34
3.3.3 Selección del área degradada.....	38
3.3.4 Protocola para la preparación del área de estudio.....	40
3.3.5 Protocola para conocer la sobrevivencia, crecimiento y viabilidad.....	45
CAPÍTULO IV.....	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1 Evaluar la sobrevivencia de las cuatro especies en estudio.....	47

4.2 Determinación del desarrollo inicial de las plántulas translocadas.....	51
4.3 Establecimiento de la viabilidad de las especies estudiadas para la restauración.	55
CAPÍTULO V.....	57
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1 Conclusiones.....	57
5.2 Recomendaciones.....	57
CAPÍTULO VI.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	58
Anexos.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1. Fuentes Plantuleras.....	35
Tabla 2. Combinación de tratamientos y especies nativas.....	42
Tabla 3. Orden de las plántulas de acuerdo al sorteo establecido por el DCA...	43
Tabla 4. Registro de temperatura de la parroquia El Carmelo.....	48
Tabla 5. Prueba de Tukey al 0,05% - Tratamientos.....	51
Tabla 6. Prueba de Tukey al 0,05% - Especies.....	53

ÍNDICE DE MAPAS

CONTENIDO	PÁGINA
Mapa 1. Base de la Parroquia El Carmelo.....	26
Mapa 2. Ubicación de las Fuentes Plantuleras.....	37
Mapa 3. Ubicación del sitio de ensayo.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Supervivencia total de las plántulas.....	47
Figura 2. Porcentaje de supervivencia de las cuatro especies.....	50
Figura 3. Promedio de la altura inicial y final de las especies.....	52
Figura 4. Tasa de crecimiento relativa entre especies.....	54
Figura 5. Mortandad de las plántulas.....	55

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO	PÁGINA
Fotografía 1. Sector Agua Fuerte, parroquia El Carmelo.....	25
Fotografía 2. Selección de especies.....	28
Fotografía 3. Guanderas - Mariscal Sucre.....	36
Fotografía 4. Mariscal Sucre, Huaca.....	38
Fotografía 5. Área con alta pendiente.....	38
Fotografía 6. Hoyado del terreno.....	40
Fotografía 7. Recolección de plántulas.....	41
Fotografía 8. Traslado de plántulas.....	41
Fotografía 9. Área de estudio.....	42
Fotografía 10. Trasplante de plántulas.....	44

Fotografía 11. Riego de plántulas.....	44
Fotografía 12. Toma de datos (altura y diámetro basal).....	45
Fotografía 13. Ennegrecimiento de las hojas.....	49
Fotografía 14. Enfermedad de las plántulas.....	49
Fotografía 15. Muerte de plántulas.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PÁGINA
Anexo 1. Mapa de Cobertura Vegetal de la parroquia El Carmelo.....	72
Anexo 2. Mapa de Uso del Suelo de la parroquia El Carmelo.....	73
Anexo 3. Matriz de toma de datos en el campo.....	74
Anexo 4. Análisis de suelo.....	75

RESUMEN

Ecuador es considerado el país con mayor concentración de biodiversidad debido a su privilegiada ubicación. La mayor parte de este patrimonio natural se encuentra distribuida en los bosques altoandinos, sin embargo, con la colonización, la modernización y el cambio del uso del suelo, estos recursos han ido disminuyendo, generando ecosistemas degradados que no presentan la capacidad de restaurarse por sí mismos. Por tal razón, la restauración ecológica es un instrumento que permite recuperar ciertos atributos de un área disturbada. Dentro de este proceso se encuentra la translocación de plántulas, que es un método de reubicación de plantas nativas de un sitio a otro sitio, permitiendo la recuperación. El objetivo de esta investigación es evaluar el desarrollo temprano y la adaptabilidad de cuatro especies nativas de bosque altoandino: *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata* mediante tratamiento de humus, compost y un testigo, en un área degradada. Con la finalidad de establecer la viabilidad de estas especies en base a la sobrevivencia y desarrollo inicial, para futuros proyectos de restauración en ecosistemas altoandinos.

Este estudio se ejecutó en el sector Agua Fuerte, parroquia El Carmelo, provincia del Carchi, a una altitud de 2980 msnm, con temperatura promedio de 12°C y con precipitaciones de 900 mm anuales. El ensayo se realizó en una zona con antecedentes de fragmentación del bosque nativo, donde se desarrollan inadecuadas actividades agropecuarias en áreas que presentan pendientes del 90%. El ensayo tuvo una duración de 8 meses, donde se trasplantaron 600 plántulas, 150 de cada especie; dando cumplimiento a las siguientes hipótesis: a) Las cuatro especies no presentan diferencias en cuanto a sobrevivencia como producto de la translocación en áreas degradadas; b) La aplicación de humus no incide en el crecimiento y sobrevivencia de las especies de bosque alto andino trasplantadas en áreas degradadas; c) La aplicación de compost no incide en el crecimiento y sobrevivencia de las especies de bosque alto andino trasplantadas en áreas degradadas.

Los resultados obtenidos en cuanto a la sobrevivencia de cada especie determinaron que *Ocotea infrafraveolata* presentó la mayor tasa de sobrevivencia con el 56%, a diferencia de

Weinmannia fagaroides con un porcentaje del 26%. En relación al crecimiento inicial de las especies con la interacción del humus de lombriz y el compost, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) tomando en cuenta la tasa de crecimiento relativa (TCR) de cada plántula, donde se determinó que no existe diferencia de crecimiento en relación al sustrato. Posteriormente, se desarrolló un análisis para determinar si existe diferencia de crecimiento entre especies, la prueba de significancia de Tukey reflejó que existe una diferencia significativa entre las especies: *Weinmannia fagaroides* vs *Ocotea infrafraveolata*, *Weinmannia rollottii* vs *Weinmannia fagaroides*, y de igual manera entre *Weinmannia fagaroides* vs *Prunus huantensis*.

Finalmente se determinó que *Weinmannia rollottii* es la especie que presentó mayor viabilidad, ya que reúne requisitos de sobrevivencia con un porcentaje del 43% del total de plántulas, y por su índice de desarrollo inicial del 54%. Por tal razón, esta especie es considerada viable para procesos de restauración ecológica ya que presenta capacidad de adaptarse y desarrollarse en áreas degradadas.

Palabras clave: restauración, translocación, área degradada, bosque altoandino, sobrevivencia, desarrollo inicial, viabilidad.

SUMMARY

Ecuador is a country with the biggest concentration of biodiversity due to its unique ubication. The most part natural heritage is located in the high andean forest, nevertheless colonization, modernization and chage of land use decreased the resources and generated ecosystems degradation without the posibilidad of restauration itselfs. The ecological restauration is an instrument to recuperate some atributes of a disturbed área. Translocation of seedling is within this process, thus this methodology allow appraise the adaptation, survival and increase species coming from áreas of natural regeneration, translocated in an intervened area.

The aim of this investigation es assess the early development and adaptability of four native species from high andean forest: *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata* throughout a humus treatment, compost and a witness in a degraded area. By the end determinate the viaility of these species to survive and its inicial development addressed to future projects toward escosystems high andean restauration.

This study was carried out in the Agua Fuerte sector, Carmelo parish, Carchi province, with an average temperature of 12°C, precipitations 900 mm annually. This assay was performed in an area with a history of native forest fragmentation, where inadequate agricultural activities are developed in areas with 90% slopes. This experiment last 8 months, where 600 seedlings were transplanted, 150 of each species, getting the following hypothesis: a) Four species do not present differences in survival as a result of translocación of degraded areas. b) The application of humus does not affect the growth and survival of the high andean forest species transplanted in degraded areas. c) The application of compost does not affect the growth and survival of high andean forest species transplanted in areas.

The results obtained in terms of the survival of each species determined that *Ocotea infrafraveolata* presented the highest survival rate with 56%, in comparison with

Weinmannia fagaroides with a percentage of 26%. In relation to the initial growth of the species with the interaction of worm humus and compost, an analysis of variance (ANOVA) was performed taking into account the relative growth rate (RER) of each seedling, where it was determined that there is not growth difference in relation to the substrate. Subsequently, an analysis was development to determine if ther is a difference in growth between species, The Tukey test showed that there is a high significant difference between the species: *Weinmannia fagaroides* vs *Ocotea infrafoveolata*, *Weinmannia rollottii* vs *Weinmannia fagaroides*, and between *Weinmannia fagaroides* vs *Prunus huantensis*.

Finally, it was determined that *Weinmannia rollottii* is the most viable species because it meets the requirements of survival with a percentage of 43% of the total seedlings and it is an initial development index of 54%. For this reason this species is considered viable for processes of ecological restoration because it has the capacity to adapt and develop in degraded areas.

Key words: restoration, translocation, degraded area, high andean forest, survival, initial development, viability

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe, los problemas ambientales más trascendentales son: el alto índice de deforestación, pérdida de biodiversidad, incendios forestales y la fragmentación de los ecosistemas. En Ecuador existe un alto grado de alteración de los bosques altoandinos, debido a la sustitución del bosque nativo para implementación de áreas de cultivos y la tala para comercialización de madera legal e ilegal (Moreano, 2014). Además, la problemática se agrava con el ritmo histórico de deforestación a nivel nacional (Bersosa, Condori, Crespo, & Moreno, 2010). Lo cual ha generado el cambio drástico de la cobertura boscosa en el Ecuador (Sierra, 2013).

Durante el período 1990–2000 se registró una tasa de deforestación de 92 787 ha/año, siendo esta la etapa donde se evidenció el mayor índice de deforestación anual en el país. Para el período 2000–2008 se registró una tasa de deforestación de 77 742 ha/año. Durante los años 2008–2012 se redujo a 65 880 ha/año; mientras que para la etapa 2012–2014 se determinó una tasa de 47 497 ha/año. Este último valor es la tasa de deforestación más baja del país (FAO, 2015). De acuerdo a cifras proporcionadas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) en el año 2015 determinó, que la región Costa presenta el mayor índice de deforestación anual con un promedio de 25 481 ha/año, seguida de la Vertiente Oriental de los Andes con un valor de 21 501 ha/año y por último se encuentran los Valles Interandinos con 1 895 ha/año.

Asimismo, en la provincia del Carchi el índice de deforestación en el período 1990 – 2000 fue de 1636 ha/año y para el período 2000 – 2008 de 92 ha/año, convirtiéndose en una de las provincias a nivel nacional que registró la mayor disminución de la tasa de deforestación anual (Ministerio del Ambiente, 2012). Las principales causas de deforestación y degradación de estas áreas son: monocultivos de papa, ganadería extensiva, quema de bosques, uso de maquinaria pesada y uso excesivo de productos agroquímicos (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia del Carchi, 2015). Tales actividades afectan el equilibrio ecológico de los bosques altoandinos y su biodiversidad dificultando el proceso de sucesión vegetal. Como resultado, se forman zonas erosionadas sin la capacidad de restaurarse por sí mismas (Mena, 2000).

Por tal razón se desarrolló la investigación translocación de plántulas con cuatro especies nativas: *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata*, bajo el efecto de dos tratamientos experimentales y un testigo. La cual pretende reforestar un área degradada ubicada en la parroquia El Carmelo, empleando una nueva metodología, y a la vez, generar información en relación a la importancia de estas especies que no son comúnmente usadas en programas de restauración ecológica y destacar la importancia que presentan en relación a los beneficios ecológicos que pueden aportar. Este estudio determinó cuál de las especies muestra el mayor potencial para procesos de restauración, en relación a la adaptabilidad, desarrollo inicial y sobrevivencia de las plántulas. De igual manera, se desarrolló una metodología adecuada para la propagación de especies nativas, y conjuntamente contribuir a la conservación y recuperación del bosque y suelo, e incrementar la biodiversidad natural en las áreas de influencia en las que participa.

En la búsqueda de información relacionada con estudios de ensayos de especies nativas con fines de reforestación en Ecuador, las investigaciones enfatizan en la respuesta de las especies de estudio en áreas intervenidas, respuestas de germinación, crecimiento inicial y sobrevivencia. El estudio “Manejo en vivero de cinco especies arbóreas nativas de regeneración natural para repoblación en el bosque de Huayropungo, comunidad de Palo Blanco, provincia del Carchi” evaluó el crecimiento y la sobrevivencia de 5 especies forestales *Alnus acuminata* (Aliso), *Myrciantes ropaloides* (Arrayán), *Miconia theazans* (Colca), *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui) y *Ocotea infrafraveolata* (Yalte). El ensayo se ubicó a 3285 msnm, con una temperatura promedio de 9,25° C y con precipitaciones de 792,5 mm por año, donde se obtuvo que la especie *Ocotea infrafraveolata* (Yalte) tuvo una sobrevivencia del 90%, con 35% de sombra, y del 61% sin sombra, en un período de 12 meses (Concha, 2007). Según el autor esta mortalidad se debe a las bajas temperatura y la falta de precipitación registrada entre los días 120 y 150.

En el estudio “Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja” determinó la curva de germinación de 10 especies bajo condiciones controladas en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Loja: *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona*

officinalis, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Prumnopitys montana*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* y *Weinmannia rollotti*. La investigación se ejecutó en el periodo de un año entre finales de 2009 y 2010 a una altitud de 2000 msnm. *Weinmannia rollotti* destacó por su elevado porcentaje de germinación superior al 80% de un total de 100 semillas; cuya germinación empieza a partir de doceavo día y se estabiliza a los 45 días. Estos resultados se deben a los pre-tratamientos físicos y químicos que se efectuaron en el laboratorio (Correa & Bermeo, 2011).

De igual manera, en la investigación “Crecimiento inicial de especies nativas en líneas de enriquecimiento de bosque secundario en la Estación Biológica Bilsa – Provincia de Esmeraldas”, comparó el crecimiento en diferentes tipos de bosque intervenidos, todos ellos estratificados acorde a los años de abandono, formando grupos de separación en lapsos de 5 años. El estudio se desarrolló en cinco etapas; la primera comprende de 0 -5 años después del abandono, la segunda de 5 – 10 años, la tercera de 10 – 15 años, la cuarta de 15 – 20 años y la quinta etapa de más de 20 años de abandono. Las 7 especies estudiadas son Aguacatillo *Ocotea sp.*, Tangaré *Carapa guianensis*, Manzano Colorado *Guarea kunthiana*, Cedro Castillo *Cedrela odorata*, Sangre de Gallina *Otoba gordoniiifolia*, Coco *Virola dixonii* y Guayacán *Tabebuia chrysantha*. El estudio tuvo una duración de un año donde resultó que la especie *Ocotea sp* obtuvo una sobrevivencia del 68.59 %, mientras que en cuanto a la altura no se registró significancia. Para esta variable *Ocotea sp* tuvo un crecimiento promedio de 59,85 cm. Cabe recalcar que los bloques con menos de 15 años de abandono mostraron mayor sobrevivencia, a comparación con los otros bloques de más de 15 años de abandono. Esto se debe a que, entre mayor tiempo de abandono, la vegetación es más compleja y desarrollada, y esto se refleja en la competencia por luz y nutrientes. En el caso de la altura se obtuvo los mismos resultados, lo cual también sustenta la teoría de la diferencia de la complejidad de la vegetación si se toma en cuenta el periodo de abandono de los bloques de estudio (Aulestia, 2011).

Es necesario mencionar que el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) a través del Proyecto EcoAndes, hace posible este tipo de estudios, ya que desarrolla acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas andinos. Se pretende, determinar si la translocación de especies vegetales nativas, desde lugares de regeneración natural hacia áreas degradadas o intervenidas responde a las necesidades

de adaptación de los ecosistemas altoandinos en la provincia del Carchi. Para la ejecución de esta investigación en todas las fases se cuenta con el apoyo logístico, asesoramiento y financiamiento de CONDESAN quienes a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) coordinan proyectos con los gobiernos de Ecuador y Perú.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el desarrollo temprano y adaptabilidad de cuatro especies nativas: *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata*, de bosques altoandinos, mediante dos tratamientos: humus, compost y un testigo, en un área degradada en el cantón Tulcán, Carchi.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar la sobrevivencia de las cuatro especies en estudio *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata*.
- Determinar el desarrollo inicial de las plántulas translocadas desde bosques altoandinos, bajo el efecto de dos tratamientos (humus y compost).
- Establecer la viabilidad de las especies estudiadas para la restauración en ecosistemas altoandinos.

1.1.3 Hipótesis

- Las cuatro especies no presentan diferencias en cuanto a sobrevivencia como producto de la translocación en áreas degradadas.

- La aplicación de humus no incide en el crecimiento y sobrevivencia de las especies de bosque alto andino trasplantadas en áreas degradadas.
- La aplicación de compost no incide en el crecimiento y sobrevivencia de las especies de bosque alto andino trasplantadas en áreas degradadas.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Dentro de este capítulo se encuentra una recopilación bibliográfica que sustenta el presente estudio, donde se hizo uso de investigaciones relacionadas con el tema propuesto las cuales fueron extraídas de artículos científicos, libros, tesis de grado y marco legal que rigen la restauración ecológica de los ecosistemas en el Ecuador.

2.1 Marco Legal

La investigación desarrollada se enmarca dentro de artículos pertenecientes a la Constitución de la República del Ecuador 2008, en el Convenio Internacional de Diversidad Biológica, Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, artículos de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Artículo científico 065 y Reglamentos y Ordenanzas Provinciales, los cuales son la base legal para la investigación desarrollada.

2.1.1 Constitución del Ecuador

La República del Ecuador se gobierna de acuerdo a leyes suscritas en la Constitución a partir del año 2008. Esta constitución presenta leyes ambientales, las cuales declaran los derechos que posee la naturaleza, proporcionando mecanismos y estrategias para comprometer la restauración y resguardo de la misma, y por ende garantizar un ambiente sano. En el capítulo séptimo de los Derechos de la Naturaleza se encuentran los artículos relacionados a la restauración ecológica:

Art 71.- La naturaleza tiene derecho a ser respetada y al restablecimiento de sus ciclos vitales, procesos evolutivos, estructura y sus funciones. El estado será quien incentive a la población al cuidado, respeto y protección de la naturaleza y de cada uno de los elementos que la conforman.

Art 72.- La naturaleza tiene derecho a ser restaurada. En el caso de que se genere un impacto ambiental negativo a gran escala; incluyendo los generados por el aprovechamiento de recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los procedimientos más eficientes para conseguir la restauración.

Art 73.- El estado empleara medidas de precaución y prohibición para aquellas actividades que conlleven a la pérdida y extinción de especies, alteración de ciclos naturales y degradación de ecosistemas Prohíbe la introducción de material orgánico e inorgánico y de organismos que puedan afectar el patrimonio genético nacional.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

2.1.2 Convenio sobre la Diversidad Biológica

El tratado internacional denominado Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), se firmó el 5 de junio del año 1992 y entró en ejecución el 29 de diciembre del año 1993. Este tratado presenta objetivos transcendentales, entre ellos: la conservación y preservación de la diversidad genética y biológica, y el uso responsable de los recursos. Estos buscan establecer mecanismos, los cuales conlleven a la consolidación de prácticas sostenibles con el medio ambiente.

Art 8.- Restaurará y rehabilitará ecosistemas degradados y promoverá la recuperación de especies amenazadas, entre otras cosas mediante la elaboración de planes u otras estrategias de ordenación.

2.1.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

En el título uno de los Principios Generales, el Art 4 menciona los fines de los Gobiernos Descentralizados, donde menciona la recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de un ambiente sostenible y sustentable.

En el capítulo cuarto, sección uno de Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones, el Art 65 de las competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural señala, incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente:

En el capítulo cuarto, sección uno de Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones, el Art. 136. De ejercicio de las competencias de gestión ambiental señala que los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza. Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales

2.1.4 Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre

En la presente Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y Vida Silvestre, no se constituye a la restauración ecológica como un proceso prioritario; pero se establece una infracción por el daño ocasionado al medio ambiente.

En el título cuarto de las Infracciones a la presente y juzgamientos, en el capítulo uno de las infracciones y penas, se señalan los siguientes artículos:

Art. 78.- Establece que quien tale, queme, pode, altere, destruya o realice alguna acción destructiva que comprometa los elementos que forman parte de un área protegida, será sancionado con una multa que equivale a diez salarios mínimos vitales generales y la incautación de los materiales o instrumentos que hayan sido empleados para realizar ciertas acciones. Si la alteración, quema o acción destructiva, se efectuare en un ecosistema frágil y altamente lesionable (páramo, manglar) la sanción equivale al cien por ciento del valor de la restauración del área degradada.

Art 79.- Sin perjuicio de la acción penal correspondiente, quien provoque incendios de bosques o vegetación protectores, cause daños en ellos, destruya la vida silvestre o instigue la comisión de tales actos será multado con una cantidad equivalente de uno a diez salarios mínimos vitales generales.

2.1.5 Acuerdo Ministerial 065

El artículo 31 del Libro III del **Texto unificado de la legislación ambiental secundaria (TULSMA)** del Ministerio del Ambiente, el cual fue emitido mediante el Decreto Ejecutivo No. 3516 y publicado en el Registro Oficial Suplemento 2 el 31 de marzo del 2003, establece que la forestación y reforestación de las tierras de aptitud forestal, tanto públicas o privadas, se sujetarán al Plan Nacional de Forestación y Reforestación.

CAPÍTULO II

De las modalidades para la restauración forestal con fines de conservación

Art 3.- Modalidad de regeneración natural.- Esta modalidad busca la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas, su incremento y conservación de los servicios ecosistémicos, permitiendo y facilitando las dinámicas de sucesión natural en áreas degradadas.

Esta modalidad de restauración va a ser pertinente en aquellas áreas degradadas, en donde el nivel de disturbio no ha mermado todavía las capacidades del ecosistema para reiniciar por si mismo procesos de sucesión natural, y donde el ecosistema circundante brinda las condiciones adecuadas para sostener estos procesos en el área degradada.

Art 4.- Modalidad de revegetación con especies nativas.- Busca la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas y su consiguiente incremento y conservación de los servicios ecosistémicos, a través de la introducción de especies nativas de flora (arbóreas y no arbóreas), provenientes de viveros o de ecosistemas naturales.

Las prácticas que califiquen para esta modalidad de restauración, deberán estar vinculadas y referidas en el Plan de Restauración Forestal correspondiente, y serán:

Enriquecimiento de ecosistemas naturales: Se refiere a la introducción selectiva de especies nativas de flora en ecosistemas naturales que han sufrido pérdidas sistemáticas. Muchas de estas contribuyen al buen funcionamiento del ecosistema y permiten recuperar, mejorar y sostener las dinámicas propias de esos ecosistemas.

2.1.6 Reglamentos y ordenanzas provinciales

Ordenanza que establece las políticas ambientales del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi

Art 3.- Políticas

Política 3.- Promover el desarrollo forestal sustentable en la Provincia a través de la prevención, control de la deforestación y desertificación de los suelos mediante la gestión integral y sustentable del recurso bosque, con la implementación de planes de forestación y reforestación en coordinación con la Autoridad Forestal Nacional y otras autoridades competentes.

Estrategias

- a) Promover la conservación de bosques primarios mediante el desarrollo de instrumentos de control y el fomento de actividades alternativas.
- b) Impulsar programas de incentivos para diversificar las actividades productivas locales y conservación de los recursos naturales.

Política 6.- Conservar y manejar sustentablemente la biodiversidad de la Provincia, a través del ordenamiento territorial con enfoque eco sistémico e interculturalidad, con la participación de la comunidad en la gestión sustentable de los recursos naturales.

Estrategias:

- c) Fomentar programas y proyectos de recuperación de la diversidad biológica, de la agrobiodiversidad, de zonas degradadas y sistemas lacustres.
- e) Propiciar la generación de actividades productivas no extractivas para la conservación de la biodiversidad.
- f) Gestionar mecanismos de incentivos para la conservación de ecosistemas frágiles.

2.2 Restauración ecológica

La degradación y destrucción de la diversidad de los ecosistemas terrestres a escala global es de 13 millones de ha/año (Organización de las Naciones Unidas, 2016). Generando la pérdida de diversos servicios ambientales como: regulación del clima, fijación de carbono, producción y captación de agua, fijación de nutrientes, biodiversidad, belleza escénica, control de inundaciones, conservación de suelos, entre otros (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2014).

La degradación y fragmentación de los ecosistemas terrestres y la pérdida de la biodiversidad se debe a la práctica de actividades antrópicas insostenibles (Organización de las Naciones Unidas, 2016). Actualmente una de las alternativas para contribuir a esta problemática ambiental es la restauración ecológica que se define como: “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido” (McDonald, Gann, Jonson, & Dixon, 2016).

Es importante recalcar que la capacidad de restaurar un ecosistema va a depender de los conocimientos que se tenga en relación a: el estado del ecosistema antes y después del disturbio, la geomorfología y los suelos, los factores causantes de la degradación y el funcionamiento actual del ecosistema (Fernández, et al., 2010).

La restauración ecológica es la intervención que se realiza de forma intencional sobre un ecosistema degradado, la cuál permite que se inicie o acelere el proceso de recuperación en relación a su estructura y funcionamiento (UICN, 2014). La restauración implica emplear y poner en práctica esfuerzos humanos, es decir ayudar y asistir al ecosistema

para lograr remediar y restaurar de forma asistida las dinámicas naturales (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2014).

Es importante mencionar que la restauración implica llevar al ecosistema a su estado original, pero esta acción es muy difícil de realizarla, debido a que un ecosistema degradado no volverá a tener su misma estructura y funcionamiento después de procesos de restauración, por lo que actualmente se hace referencia a rehabilitación de ecosistemas. Este proceso consiste en recuperar funciones específicas de un ecosistema, sin recuperar totalmente su estructura (Barrera, Contreras, Garzón, & Moreno, 2010)

2.2.1 Sucesión ecológica

El término sucesión frecuentemente es utilizado para describir cambios en diferentes tipos de vegetación en escalas temporales y espaciales (Galvéz, 2002). En los sitios con poblaciones forestales, la sucesión es definida como el cambio directo con el tiempo de la composición de especies y fisionomía vegetal de un sitio en el cual el clima permanece efectivamente constante (Cabrera, 2006). Y de acuerdo a Fernández et al., (2010) define la sucesión como un proceso de cambio progresivo y metódico en un ecosistema, tanto a nivel de estructura y composición. Proceso por el cual se sustituyen las especies y las comunidades a través del tiempo y del espacio. Es decir involucra patrones no estacionales, direccionales y continuos de colonizaciones y extinciones de poblaciones de especies.

Dentro de este proceso existen dos tipos de sucesiones:

- Sucesión primaria

Es aquella que se desenvuelve en un área desnuda, en otras palabras, que carece de una comunidad precedente, por lo tanto, esta sucesión inicia en un biotopo virgen, que no ha sido obstruido anteriormente por otras comunidades, a la primera comunidad que se constituye dentro de este ecosistema se denomina pionera o primaria (Gastó, 2011).

- **Sucesión secundaria**

La sucesión secundaria se constituye sobre una comunidad ya existente, pero que ha sido suprimida por un disturbio de forma natural o antrópico, que puede ser: deforestación, malas prácticas agrarias, incendio forestal, inundación, ganadería, erupción volcánica, entre otros (Grela, 2003).

Un claro ejemplo de sucesión secundaria es el de las áreas de cultivo abandonadas, numerosas áreas de este tipo no se encuentran completamente degradadas o destruidas y la primera especie en aparecer generalmente es el pasto o pastizal, que presentan una amplia capacidad de adaptabilidad y crecimiento muy rápido (Cabrera, 2006).

2.2.2 Translocación

Se define como el proceso que conlleva el desplazamiento de organismos vivos de un área a otra (Tessaro & López, 2012). La translocación de especies botánicas es un proceso que consiste en extraer plántulas o relictos naturales de sitios previamente identificados, con la finalidad de plantarlas en un área que presente condiciones preestablecidas para estudiar sus patrones de comportamiento y crecimiento (FLACSO ANDES, 2008).

La translocación ha sido empleada para trasladar especies vegetales que se encuentren vulnerables en áreas degradadas, debido a las actividades antrópicas que se desarrollan dentro de la zona, las cuales amenazan su existencia (ACCIONA, 2014). Este procedimiento se ha llevado a cabo en proyectos que tienen como objetivo conservar especies nativas, las cuales presenten interés e importancia para la región. Por esta razón la translocación es considerada una alternativa que contribuye con los procesos de restauración ecológica (Valencia, 2013).

Es necesario recalcar que varios de estos desplazamientos se ejecutan por razones como: conservar y proteger especies en peligro de extinción y evitar conflictos con seres humanos en el caso de especies faunísticas (FLACSO ANDES, 2008).

2.3 Área degradada

Un área degradada se caracteriza por la pérdida de la diversidad de la vegetación, y pérdida de la productividad del suelo; por lo cual genera la pérdida de la capacidad del ecosistema para funcionar correctamente (Comisión Nacional Forestal, 2009). La degradación de la vegetación se manifiesta en cambios de la estructura y composición de cada una de las especies que forman parte de un ecosistema (Morales G. , 2014).

La erosión es una de las principales causas que conlleva a la formación de áreas degradadas. Esto se debe al impacto negativo que ha ocasionado la sobreexplotación del suelo, la deforestación y las inadecuadas prácticas agrícolas generadas por el hombre, por ejemplo, desarrollando cultivos en áreas que presentan altas pendientes, monocultivos, expansión agrícola y sobrepastoreo, provocando la disminución de la fertilidad del suelo y la pérdida de los recursos naturales (Bastidas, 2015).

Por lo mencionado anteriormente, existen pocas probabilidades que un área degradada recupere su estado original, debido a que el área se encuentra fragmentada y fraccionada; a no ser que se empleen diferentes medidas de restauración ecológica (UICN, 2014).

2.4 Bosque altoandino

El bosque altoandino a nivel de América central y Sudamérica se encuentra presente entre los 2000 y 3400 msnm. En Ecuador, se encuentra ubicado a lo largo de las estribaciones de la cordillera de los Andes, desde 1800 hasta 3000 msnm; y en la cordillera Oriental se halla entre los 2000 y 2900 msnm (Navarrete & Muriel, 2013). Se caracteriza por presentar vegetación estratificada, la cual se distingue por su extensa diversidad de vegetación a nivel de: estrato arbóreo, arbustos y especies herbáceas (Romero, 2012).

Representa uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad, es considerado como prioridad dentro de proyectos de conservación y preservación ya que presenta un alto índice de riqueza y endemismo. De igual manera, son constituidos como la base de subsistencia de la población, ya que presenta diversos beneficios tanto: ambientales, sociales y económicos (Gálmez & Kometter, 2009).

Los bosques altoandinos de igual manera presentan una gran importancia ya que proporcionan diversos servicios ambientales como: regulación de caudales, captación de agua, absorción de dióxido de carbono, regulación del clima, control de erosión, belleza escénica, entre otros (Mena & Ortíz, 2003). A la vez, este bosque presenta un alto índice de importancia para la diversidad faunística, de manera especial para las especies de aves, insectos y mamíferos ya que constituye el hábitat de cada uno de ellos (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2009).

2.5 Plantas nativas

Una especie nativa es aquella que pertenece y/ o habita dentro de un área de distribución natural, es decir que son propias de una región local o una zona determinada. Razón por la cual, estas especies se originaron de manera natural, sin la intervención del ser humano. Por lo tanto, estas especies presentan un alto potencial de propagación natural (Melgoza et al., 2007).

Estas especies representan un recurso primordial dentro de los procesos de restauración ecológica, ya que presentan un gran potencial para desarrollarse en zonas alteradas, y además a través del tiempo, permiten recuperar la fertilidad del suelo y desarrollar un microclima debido a que se desarrolla vegetación protectora la cual permite reestablecer y conservar parte de la flora y fauna propias de la región (Vázquez, Batis, Alcocer, Díaz, & Sánchez, 2015).

2.5.1 Selección de especies

Para la selección de las especies a emplearse en proyectos de restauración, se debe identificar comunidades de vegetación que presenten funciones importantes y específicas que contribuyan con la restauración del ecosistema (Vargas O. , 2007). Por ejemplo, para restaurar un área que presente suelos con un alto índice de degradación, se deben emplear especies que sean fijadoras de nitrógeno, que ayuden con la incrementación de materia orgánica y disponibilidad de microorganismos. La selección de las especies es de gran

importancia, ya que de este proceso dependerá el éxito o fracaso de un proyecto de restauración (Vidal & Rojas, 2014).

2.6 Sustrato

Sustrato es todo material o combinación de diferentes componentes no tóxicos, provee sostén para la planta y una adecuada capacidad de intercambio catiónico, así como una adecuada retención de humedad para la planta y con una porosidad que garantice una correcta aireación para un óptimo desarrollo (Hidalgo, Sindoni, & Méndez, 2009).

El sustrato es el responsable de los cambios biológicos, químicos y físicos a nivel del suelo, influyendo directamente en: la permeabilidad, la retención del agua, el incremento de la porosidad y el cambio en su estructura, esto se debe a la acción y presencia de microorganismos. Además de contribuir con la mejora de las propiedades del suelo, aporta para el desarrollo y crecimiento óptimo de las plantas (Hernández, et al., 2012).

Un buen sustrato presenta diferentes componentes con propiedades especiales que contribuyen a promover el desarrollo de las plantas, ya que permite una mejor nutrición de las raíces (Sánchez, 2010). Las principales propiedades son: retención de humedad, capilaridad y capacidad de aireación en la raíz, estas características aseguran que las raíces encuentren nutrientes y oxígeno necesario para su sobrevivencia (Cruz, Sandoval, & Bugarin, 2013).

Es así como los sustratos orgánicos son una alternativa para la reducción y aprovechamiento de todos los residuos agropecuarios, y además resultan ser una tecnología amigable con el ambiente ya que permite aprovechar los desechos biodegradables, y a la vez, generar diversos beneficios ecológicos como estabilizador contra la erosión del suelo, menos producción de aguas lixiviadas, aporta con materia orgánica al suelo, tal como lo menciona el estudio “Análisis comparativo de tres sustratos orgánicos, en el desarrollo de plántulas de café de la variedad castillo” por (Portocarrero, 2014)

2.6.1 Humus de lombriz

Dentro de los principales sustratos orgánicos se encuentra el humus de lombriz, se lo obtiene por el proceso llamado lombricultura, el cual consiste en diversas transformaciones tanto a nivel: bioquímico y microbiológico que soportan los residuos sólidos orgánicos, obtenidos de las diferentes actividades ganaderas, agrícolas, urbanas y agroindustriales; esto se genera a través del proceso de digestión e ingestión de las lombrices de tierra (Mulet, Díaz, & Vilches, 2008). El humus de lombriz presenta importantes características tales como: contiene un pH prácticamente neutro y presenta abundante flora bacteriana, la cual contribuye con el enriquecimiento y fertilidad del suelo (García, Guridi, Mollineta, & Nieblas, 2009).

En el estudio “Evaluación de tres métodos de fertilización orgánica para el mejoramiento de la producción de diversos cultivos, en la granja del colegio Técnico Agropecuario Chunchi” realizado por (Pazmiño, 2014), manifiesta que el humus de lombriz presenta excelentes e importantes características agronómicas, las cuales permiten recuperar suelos ya que aporta con altos niveles de microorganismos y elementos químicos que permiten el desarrollo óptimo de las plantas.

2.6.2 Compost

El compost o compostaje es el resultado de los procesos biológicos y metabólicos que lo realizan los diferentes microorganismos, en condiciones aeróbicas es decir en presencia de aire (Álvarez, 2005). Este proceso permite la transformación de los desechos orgánicos en un material que sea homogéneo y que las plantas puedan asimilar, por tal motivo es necesario controlar los factores de humedad y temperatura en todo el transcurso del procedimiento (FAO, 2013). El uso del compost genera diversos beneficios al suelo en varios aspectos como son: químicos, físicos y microbiológicos tal como lo menciona el estudio “Producción y Evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos”, donde menciona que el compost contribuye a estabilizar el suelo y evitar la erosión, aumenta el

contenido de materia orgánica y genera gran cantidad de nutrientes para las plantas (Vásquez, 2008).

2.7 Parámetros de medición

Los parámetros de medición de acuerdo al estudio “Cuantificación de biomasa mediante el estudio dendrométrico en el cultivo de ciruelo (*Prunus domestica*) en la granja experimental La Pradera, parroquia San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura” permiten conocer las dimensiones que presentan cada una de las plántulas en estudio, evaluar su sobrevivencia, crecimiento inicial y su adaptabilidad (Maigua, 2014).

Dentro de los principales parámetros de medición se encuentran:

2.7.1 Adaptabilidad

La adaptabilidad es una característica o propiedad que presentan las plantas para sobrevivir y adaptarse en ambientes variables. Vale recalcar que es una capacidad genética que presentan los genotipos para aprovechar favorablemente los estímulos presentes en el ambiente (Gordón, Camargo, Franco, & González, 2007).

De acuerdo al estudio “Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de *Pisum sativum*, en Carchi, Ecuador”, determina que la adaptabilidad está dada por la interacción de diversos factores ambientales como el suelo, clima, temperatura y las diversas características genéticas que presenta cada especie (Paspuel, 2013)

2.7.2 Sobrevivencia

La sobrevivencia se refiere a la posibilidad que presenta una especie de permanecer viva durante un determinado lapso de tiempo (Fernández, 2001). La sobrevivencia de las especies o de las plántulas es un aspecto de la biología de importante relevancia para el mantenimiento de las poblaciones vegetales, esto se debe a que es uno de los factores que

establecen la adición de nuevas especies en el ecosistema y esto conlleva a la regeneración natural de cada uno de los bosques (Montserrat, 1994).

El estudio “Sobrevivencia de cinco especies forestales en función de los procedimientos de preparación del suelo en el parque natural de los montes de Mágala”, indica que este factor es clave en procesos de reforestación, ya que permite conocer las especies que presentan mayor tasa de sobrevivencia en el campo (Navarro & Del Campo, 2014).

De igual manera en el estudio “Caracterización sucesional para la restauración de la reserva forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca”, se analizó la vegetación que contribuye a la restauración de zonas que habían sido objeto de perturbaciones, donde se evaluó cada una de las especies resultando *Weinmannia sp*, la que presentó mayor tasa de sobrevivencia, y por lo tanto, es considerada apropiada para protocolos de restauración ecológica tal como lo menciona (Cantillo, Lozado, & Pinzón, 2008).

2.7.3 Crecimiento inicial

El crecimiento inicial de las plántulas se encuentra influenciado por diversos factores tales como: la temperatura, la humedad, tolerancia a la luz y condiciones físico y químicas del suelo (Aguirre & León, Sobrevivencia y crecimiento inicial de especies vegetales en el Jardín Botánico de la quinta El Padmi, 2001).

De acuerdo al estudio “Crecimiento y producción inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana de estados sucesionales diferentes”, manifiesta que el crecimiento inicial de las especies está influenciado por diversos factores como: condiciones climáticas, fertilidad del suelo y radiación solar. Como resultado de este estudio se determinó que la especie con menor tasa de crecimiento son *Prunus sp*, seguida de *Ocotea floccifera*, de acuerdo al autor esto se debe a que son especies esciófitas (Hernández, Gagnon, & Davidson, 2015)

De igual manera, el parámetro crecimiento inicial en el estudio “Evaluación del crecimiento inicial de tres especies forestales es un sistema agroforestal”, permitió

conocer las especies que presentaron mayor desarrollo en relación a la altura y diámetro basal, luego de ser trasplantadas en un área degradada (De Los Ángeles, 2013). Y de acuerdo a (Jaime, Suárez, & Melgarejo, 2015), menciona que la evaluación del crecimiento inicial es una aproximación cuantitativa, donde hace uso de datos básicos y sencillos, los cuales permiten la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, seminatural o controlado.

Por tal razón, para determinar que especies son las adecuadas y cuales presentaron la mayor sobrevivencia y crecimiento, se debe tomar en cuenta los parámetros morfológicos de cada una de ellas, los cuales indican la respuesta fisiológica que presentaron las especies frente al proceso de estrés ocasionado en el trasplante, y frente a las diversas condiciones ambientales existentes. Los principales parámetros morfológicos son:

2.7.4 Altura total

La altura total es la distancia vertical expresada en unidades de medida comprendidas desde la base hasta la yema apical (Ugalde, 2001).

2.7.5 Diámetro basal

Es la medida referente a la sección transversal de la plántula, esta medición se realiza a 5cm del suelo (Ugalde, 2001).

2.8 Caracterización de las especies

La caracterización de la especie permite determinar las particularidades más relevantes que presentan cada una, tanto a nivel botánico y ecológico.

2.8.1 Caracterización botánica

La caracterización botánica permite conocer más detalladamente los aspectos específicos propios de cada una de las especies, tal como lo mencionan (Benítez, et al., 2006). Los principales aspectos considerados para la caracterización botánica son:

- **Distribución**

Este concepto biogeográfico permite conocer las regiones y sitios específicos donde habitan o pueden ser encontradas las especies en estudio (Frankham, y otros, 2012).

- **Forma de vida**

Se realiza una clasificación en base al modelo desarrollado por Brown en el año 1977, el cual identifica 5 formas de vida que son: pasto, hierba, enredadera, arbusto y árbol.

- **Tipo de fruto**

En restauración ecológica la maduración del óvulo fecundado de una flor se refleja de manera diferente en el tipo de fruto. Estas particularidades propias de cada especie son adaptaciones, las cuales permiten tomar ventaja para la dispersión de las semillas y la regeneración de ecosistemas degradados (González, Biondini, & María, 2013).

- **Altura máxima**

Es la distancia entre el ápice terminal y el suelo. La altura que puede alcanzar una especie depende de su fisiología y el medio en el cual se desarrolla (Birchler & Rose, 1998).

- **Tolerancia a la luz**

Es la capacidad que desarrollan las especies para soportar largos periodos de radiación solar (Pincheira & Rau, 2012).

- **Tipo de semilla**

Es la unidad de propagación de una especie, puede presentar diversas adaptaciones que permiten preservar su carga genética hasta encontrar las condiciones ideales o su dispersión a partir de un diseño aerodinámico o por medio de la dieta de aves, insectos y mamíferos (González, Biondini, & María, 2013).

- **Forma de propagación de la especie**

Según su fisiología las plantas pueden propagarse de distintas maneras por medio de tejidos como: yemas y meristemos. Son métodos usados para producir plantas a partir de semillas o esquejes. Esto puede variar y ajustarse a las características propias de cada especie (Vázquez et al., 2014).

2.8.2 Caracterización ecológica

De acuerdo al estudio “Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México”, la caracterización permitió identificar la distribución, riqueza, asociación y diversidad de las diferentes especies que se encuentran dentro de los bosques. Y por ende, generar estrategias de conservación para las especies que se encuentren vulnerables debido a diversas actividades antrópicas que se desarrollan (Domínguez, Zárate, Valdés, & Villarreal, 2007). Los aspectos considerados para la caracterización botánica obedecen a los siguientes aspectos:

- **Hábitat**

Se refiere a las variaciones del tiempo atmosférico que son propias y características de una determinada zona. Presenta directa relación con el piso altitudinal en el cual se adaptan y se desarrollan las especies biológicas (Hernández R. , 2011).

- **Fenología**

La fenología se define como la variación que le sucede a la vegetación en los procesos de producción de flores y fructificación en los diferentes años, y ésta depende de la intensidad y la duración de la estación seca, de las formas de vida y de la posición fitosociológica de las especies en el dosel (Vilchez, Robin, & Redonde, 2014). Entre los factores más relevantes dentro de la fenología se encuentran:

- Germinación, brotación, desarrollo de la yema
- Desarrollo y caída de las hojas
- Crecimiento y desarrollo de brotes en el tallo
- Floración
- Desarrollo del fruto
- Maduración de los frutos
- Tiempo de recolección de semillas

- **Beneficios ecológicos que brinda**

Tiene relación directa con los diferentes servicios ecosistémicos que una especie puede brindar. De acuerdo a Isasi (2011) estas especies pueden denominarse como especies paraguas o indicadores de calidad ambiental.

- **Vulnerabilidad de la especie**

Esta característica hace referencia en cuanto a la aptitud que presentan las especies para lograr adaptarse a diversas condiciones climáticas. Las especies que presentan particularidades las cuales indican que presentan amenazas serán las más vulnerables y se podrían encontrar en peligro de extinción (Arribas, et al., 2012).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

El presente estudio de investigación se realizó en el sector Agua fuerte (Fotografía 1), ubicado en la parroquia rural El Carmelo, perteneciente al cantón Tulcán, Provincia del Carchi (Mapa 1).

Límites:

- **Norte:** República de Colombia.
- **Sur:** El Playón de San Francisco y Santa Bárbara (parroquias del cantón Sucumbíos).
- **Este:** Santa Bárbara (parroquia perteneciente al cantón Sucumbíos) y la república de Colombia.
- **Oeste:** Julio Andrade (parroquia perteneciente al cantón Tulcán).

La parroquia El Carmelo fue fundada el 10 de enero del año 1919, mediante el Acuerdo Ejecutivo N° 98. Esta conformada por varias comunidades: Agua Fuerte, Florida Baja, Buena Vista, Playa Alta, Cartagena, Frailejón, Capulí y Aljún. Presenta una población de 3 085 habitantes. Su extensión territorial es de 5155,26 ha, lo cual representa el 3.63% de la superficie total que posee el cantón Tulcán y el 1.76% a nivel de la provincia del Carchi (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011),

El Carmelo se ubica entre los 2 480 y 3 640 msnm, presenta una temperatura promedio de 12°C y su precipitación promedio anual es de 900 mm (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015). El 78.55% del territorio parroquial posee relieve montañoso, con pendientes superiores al 30%, seguido de terrenos que presentan pendientes del 12 al 30% (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia "El Carmelo", 2015)

Esta parroquia se caracteriza por presentar: bosque altoandino, bosque siempre verde montano alto, páramo de frailejones y páramo herbáceo (Mapa de cobertura vegetal - anexo 1). Representa la vegetación más alta de la cordillera oriental, las especies que predominan en este tipo de bosques es: *Weinmannia fagaroides*, *Clusia spp*, *Oreopanax spp*, *Ocotea spp*, *Miconia chlorocarpa*, *Prunus spp* y *Hedyosmun cumbalanse*. Estas especies se caracterizan por ser árboles que presentan una altura aproximada de 10m (Cuasapaz, et al., 2015).

Esta parroquia presenta conflictos de uso en relación al recurso suelo (Mapa uso del suelo - anexo 2), ya que se desarrollan actividades como: monocultivos de papa, sobrepastoreo, expansión agrícola, entre otras; generando un desequilibrio y originando el desgaste de la fertilidad, la erosión y degradación del suelo (Cuasapaz, et al., 2015).



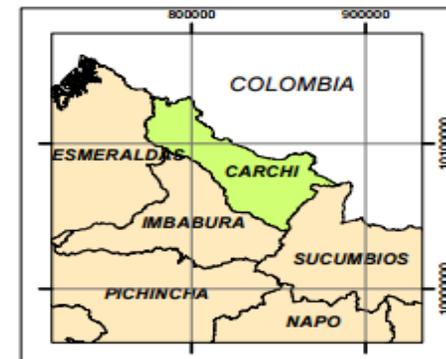
Fotografía 1. Sector Agua Fuerte, parroquia El Carmelo

Fuente: Autora

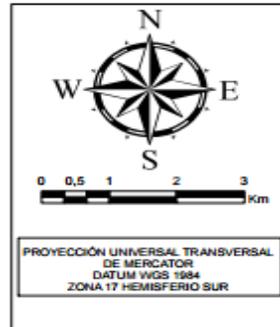
MAPA BASE LA PARROQUIA EL CARMELO



MAPA DE UBICACIÓN



- SIMBOLOGÍA**
- CABECERA CANTONAL
 - CABECERA PARROQUIAL
 - POBLADO
 - CURVA DE NIVEL TIPO INTERMEDIA
 - CURVA DE NIVEL TIPO ÍNDICE
 - RUTA LOCAL
 - RUTA PRIMARIA
 - RUTA SECUNDARIA
 - RÍO INTERMITENTE
 - RÍO PERENNE
 - PARROQUIA EL CARMELO
 - LÍMITE INTERNACIONAL
 - LÍMITE PROVINCIAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES "FICAYA"		
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
MAPA BASE DE LA PARROQUIA DE EL CARMELO		
ESCALA DE ELABORACIÓN	ESCALA DE IMPRESIÓN	MAPA
1 : 250000	1 : 100000	1 DE 3
ELABORADO POR	REVISADO POR	FUENTE
GABRIELA PUETATE	MSC. OSCAR ROSALES	IGM, 2013

3.2 Materiales equipos, insumos y herramientas

3.2.1 Materiales de campo

Plántulas de las especies en estudio	Mangueras para riego
Humus de Lombriz	Recipientes plásticos para riego
Compost	Rótulos (identificación de ensayos)
Guantes	Cintas de marcaje (amarillo, azul, rojo)
Botas de caucho	Paletas plásticas de colores
Poncho de aguas	Rotulador permanente
Gavetas plásticas	Postes de madera de 2m
Flexómetro de 10m	Alambre de Púas

3.2.2 Materiales y equipos de oficina

Libreta de campo	Flash memory
Copias	Impresiones
Navegador GPS	Laptop
Cámara fotográfica	Impresora

3.2.3 Herramientas

Pala para jardinería	Barra de construcción bellota
Azada	Calibrador pie de rey

3.2.4 Insumos

Mano de obra cercamiento	Mano de obra para la plantación
Mano de obra para preparación del terreno	Mano de obra para la ayuda de toma de datos de altura y diámetro basal.
Mano de obra para el hoyado	Transporte y movilización
Mano de obra para la recolección de plántulas	Alimentación

3.2.5 Software

ArcGis	GraphPad Prims 7
--------	------------------

3.3 Metodología

Para evaluar la sobrevivencia, crecimiento inicial y adaptabilidad de las plántulas translocadas en un área degradada, se desarrolló el siguiente procedimiento:

3.3.1 Selección de especies

Para la selección de las especies nativas a emplearse en el estudio, se tomaron en cuenta varios aspectos, entre ellos: que sean especies con las cuales no se haya trabajado en procesos de restauración ecológica, que no se produzcan en viveros, y además que no se tenga información acerca de su adaptabilidad y comportamiento en áreas degradadas. Para su identificación se realizó un recorrido en diversas parroquias, donde se preseleccionaron especies que presentaban las características nombradas (Fotografía 2).



Fotografía 2. Selección de especies

De las especies obtenidas en la preselección, posteriormente se buscó información acerca de las características botánicas y ecológicas que presenta cada una de ellas. Obtenida esta información se procedió a elegir cuatro especies para desarrollar el ensayo de investigación. Esta selección se realizó en base a parámetros como: presenta tolerancia a la luz, beneficios ecológicos que brinda la especie, tiempo de recolección de plántulas,

características de la zona donde fue encontrada, fenología, entre otros. Las especies seleccionadas fueron:

➤ *Weinmannia rollottii*

Nombre Científico: *Weinmannia rollottii*

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Cunoniaceae

Género: *Weinmannia*

Epíteto Específico: *rollottii*

Autor: Killip

Nombre común: Encino de hoja grande



Esta especie es propia de la zona ecuatorial, también conocida como encino de hoja grande es predominante de los bosques altoandinos (Bosque siempre verde montano), de igual manera se encuentra en áreas de transición entre relictos de bosque y pastizales, también en bosques parcialmente intervenidos con presencia de árboles de encino adultos (Morales, 2010). Los rangos altitudinales donde se puede encontrar esta especie van desde los 2200 hasta los 3450 msnm (Vargas W. , 2002). Es un árbol de talla mediana que puede medir hasta 3m en su estado silvestre. Tiene una copa abultada, también resalta la presencia de briofitas y epífitas en sus ramas. Posee hojas simples con filos dentados que terminan en un ápice curvo. El envés presenta pubescencias, mientras que en el revés se puede notar nervaduras pronunciadas (Montes, 2011). Posee una corteza de color marrón oscuro (Restrepo, 2005). Presenta una inflorescencia racimal en pares de hasta 8cm de longitud. Las flores se agrupan hasta en seis fascículos la coloración varía en tonos blanquecinos (Vargas W. , 2002). Los frutos son cápsulas de 4mm de diámetro carentes de pubescencia de tonos rojos o violáceos (Chuquimez, Ochoa, & Chávez, 2012). Es una especie que se propaga por reproducción sexual (Montes, 2011). Requiere altas dosis de radiación para su germinación, por lo que esta especie se adapta y se desarrolla de manera óptima en sitios abiertos (Whaley, y otros, 2010).

La especie *Weinmannia rollottii* tiene tres épocas fenológicas en el año cuya actividad comienza en el mes de abril con la floración; las épocas están diferenciadas por tres meses de duración. Luego de la floración, empieza el fructificación desde junio a agosto y finalmente la época de recolección que se extiende desde del mes de septiembre hasta diciembre (ECOFONDO, 2015). Los beneficios ecológicos que brinda es control de erosión por medio de su raíz pivotante que se ramifica y puede extenderse bajo la superficie, mitigando el proceso erosivo y la recuperación del suelo por la biomasa que se deposita en su alrededor como resultado de la caída de hojas y briofitas que se descomponen en la superficie (Restrepo, 2005). Esta especie tiene un grado de vulnerabilidad medio. El encino de hoja grande es conocido entre los pobladores y tiene un uso muy importante como carbón y leña. A pesar de su explotación, esta especie es muy común en matorrales y remanentes de bosque de la zona. *Weinmannia rollottii* no ha sido empelada para procesos de restauración ecológica y su estado sucesional es secundario tardío (Yapúd, 2016). Esta especie se encuentra asociada con pastizales y matorrales naturales, cerca de otras especies de *Weinmannia*. También es común encontrarla en sitios húmedos donde predominan los líquenes y las briofitas como musgos y hepáticas (Yapúd, 2016).

➤ *Weinmannia fagaroides*

Nombre Científico: *Weinmannia fagaroides*

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Cunoniaceae

Género: *Weinmannia*

Epíteto Específico: *fagaroides*

Autor: Kunth

Nombre común: Encino de hoja pequeña



Esta especie es propia de los bosques alto andinos de la zona ecuatorial y es comúnmente nombrada encino de hoja pequeña. Se encuentra en bosque primario alto andino, bosques parcialmente intervenidos, áreas disturbadas, pastizales y en franjas de transición entre pastizales y remanentes de relictos. También en márgenes de páramos y vegetación transitoria a los páramos andinos (Brandbyge, 2010) En Ecuador se la puede encontrar en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cañar, Loja, Morona Santiago, Zamora Chinchipe y Napo. Los rangos altitudinales de esta especie van desde los 2200 hasta los 3300 msnm (Revelo, 2014). Es un arbusto de talla mediana que alcanza hasta los 2m de altura. Tiene una copa irregular y saturada de ramas con hojas compuestas de forma obovada. El ápice de la hoja es redondeado (Lozano, 2015). La corteza es de tono marrón con una textura que asemeja a diminutas lenticelas (Gutierrez, 2015). Las flores son de color blancuzco con tamaño que va desde los 2 hasta los 3mm de largo (Morales F. , 2010). Presenta fruto en forma de cápsulas de 3mm de diámetro, glabras de tonalidad marrón en cuyo interior se hallan semillas recalcitrantes (Morales F. , 2010). Se propaga por reproducción sexual (Revelo, 2014). Es tolerante a la luz y presenta una capacidad de desarrollarse en sitios abiertos y de escasa sombra (Whaley, y otros, 2010).

Presenta gran cantidad de folíolos en la hoja cuando no ha madurado. Sin embargo, cuando alcanza la madurez presenta una floración semestral muy marcada en cada año, de modo que la fructificación coincide con la temporada de estiaje (Lozano, 2015). Los aportes ecológicos de esta especie consisten en: control de erosión por medio de su raíz pivotante que se ramifica y puede extenderse bajo la superficie mitigando el proceso erosivo, retención de la humedad por su asociación con briofitas, aporta al suelo de materia orgánica conforme se desarrolla la planta y provee de hojas a la superficie y fuente de alimento para aves que ayudan a la propagación de la semilla (Yapúd, 2016). Esta especie tiene un grado de vulnerabilidad medio (COPOE, 2005). El uso del encino de hoja pequeña consiste en dos actividades que son leña como fuente de energía y para fines maderables o su aplicación en la industria del cuero con sus taninos y emolientes (Lozano, 2015). El estado sucesional que presenta es secundario tardío. Esta especie se encuentra asociada con pastizales y matorrales naturales, en zonas de transición subparamosa junto a especies como *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui) y *Ocotea infrafoveolata* (yalte) (GPC, 2010).

➤ *Prunus huantensis*

Nombre Científico: *Prunus huantensis*

Reino: Plantae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Prunus*

Epíteto Específico: *huantensis*

Autor: Pilg

Nombre común: Pandala



Prunus huantensis también conocida como cerezo de monte o pandala, se distribuye en el norte del Ecuador, sur de Colombia y en el límite norte del Perú. Esta especie predomina en alturas que van desde los 2300 y 3200 msnm (Bosque siempre verde montano). Se encuentra en bosque primario, relictos de bosque semi-intervenido y sitios de pendiente pronunciada con abundante vegetación riparia, en presencia de árboles maduros de (pandala) *Prunus huantensis* (Hernández, 2011). En el Ecuador es fácilmente encontrarla en la cordillera Oriental (Jumbo, 2006). Es un árbol que puede medir hasta 10m. Tiene una copa expandida. Las hojas son simples, alternas opuestas y de margen entero de forma oblonga, con un peciolo apenas visible pero que resalta en su grosor y su coloración rojiza (Caranqui, 2014). Posee un fuste predominante con una corteza de coloración marrón (Jumbo, 2006). Presenta inflorescencias de color rosa que se dispone en racimos y péndulos (Caranqui, 2014). Los frutos son drupas esféricas de hasta 2 cm de diámetro con dehiscencia central y en el interior se encuentra semillas de forma ovada con estrías y de coloración negra (Brandbyge, 2010). Es una especie que se propaga por reproducción sexual (Vázquez, Batis, Alcocer, Díaz, & Sánchez, 2015). Presenta tolerancia a la luz y puede adaptarse y desarrollarse en sitios de poca sombra (MAE, 2014)

La época de floración se ubica en el mes de junio y conforman el fruto en el mes de julio. Tiene follaje caducifolio y llega a perder hojas debido a la fructificación, pero estas vuelven a brotar en la época lluviosa (SEMARNAT, 2011). Los beneficios ecológicos

que destacan son su aporte de materia orgánica. Además, al ser parte de la familia Rosaceae, sus frutos son muy apetecidos por la avifauna, lo cual atrae a diferentes especies que ayudan a dispersar su semilla. También es apta para la protección de áreas de ronda en pequeñas micro cuencas hidrográficas o laderas como inductor hacia corredores ornitológicos (Melgoza, y otros, 2007). El estado del grado de vulnerabilidad es medio. Su estado sucesional es secundario inicial. Esta especie se encuentra en sitios abiertos y remanentes de bosque y se la utiliza para cercas vivas y producción de leña y carbón. La madera también se destina a la construcción y tallado de artesanías; mientras que sus hojas son empleadas para animales domésticos para tratar enfermedades (MAE, 2014). Esta especie se encuentra asociada con árboles maduros de *Prunus huantensis*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Ocotea infrafaveolata* y *Weinmannia sp.*

➤ ***Ocotea infrafaveolata***

Nombre Científico: *Ocotea infrafaveolata*

Reino: Plantae

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae

Género: *Ocotea*

Epíteto Específico: *infrafaveolata*

Autor: (Jacq) H.S. Irwin & Barneby

Nombre común: Yalte



Ocotea infrafaveolata también conocida como yalte, laurel de monte o aguacatillo se distribuye en la zona ecuatorial desde el norte de Perú hasta el sur de Colombia. Esta especie predomina en alturas que van desde los 3400 a 3600 msnm (Bosque siempre verde montano) (Vargas W. , 2002). Es un árbol que puede medir hasta 30m en su estado silvestre. Tiene una copa expandida que adopta una forma globosa. Las hojas son simples opuestas. Tienen una textura coriácea y terminan en un ápice puntiagudo y tienen el margen entero de forma. Las nervaduras pueden tener tonos amarillentos o rojizos, mientras que el haz es glabro (Whaley, et al., 2010). Posee un fuste robusto que no es

predominantemente vertical, sino que tiene muchas ramificaciones desde la base (Cornelius, 2014). Presenta inflorescencia racimosa o cimosa terminal de hasta 12cm de longitud, de color amarillenta y con pubescencias en la zona más exterior de los tépalos. Las flores son actinoformas pues presentan simetría compuesta de 6 tépalos fusionados (Caranqui, 2014). El fruto es una drupa elíptica cuyas medidas de longitud y ancho son de 2 y 1cm respectivamente. Tienen una coloración oscura y en su interior se encuentra una semilla dicotiledónea (Montenegro, 2008). Se propaga por reproducción sexual (Cornelius, 2014). Esta especie puede adaptarse y desarrollarse en sitios abiertos y con abundante luz solar (Montenegro, 2008).

Las etapas fenológicas de floración y fructificación duran 2 y 3 meses respectivamente e inician a partir del mes de marzo (Chuquimez, Ochoa, & Chávez, 2012). *Ocotea infrafadeolata* desempeña un rol multivariado en la ecología de su entorno. Esta especie brinda nutrientes al suelo por medio de la descomposición de la hojarasca. También provee de sombra a la flora menor cuyos requerimientos de luz sean mínimos. Su semilla sirve como alimento para aves las cuales ingieren el fruto entero y regurgitan su semilla generando la dispersión de semillas, atrae a muchos polinizadores debido a los vivos colores de su inflorescencia (UNNE, 2011). El estado del grado conservación de la especie es vulnerable (MAE, 2012). Su estado sucesional es secundario tardío. Esta especie es maderable tiene uso en el tallado y la construcción. Aunque sus aceites podrían generar otro campo para su aprovechamiento, solamente la leña y la explotación forestal se pudieron constatar como los usos que le dan a esta especie. Está asociada a vegetación de tipo arbórea en el estrato superior en la competencia por luz solar.

3.3.2 Selección de fuentes plantuleras

Para la selección de las fuentes plantuleras de bosque alto-andino, se realizó recorridos por distintos sectores y parroquias dentro de la provincia (Mapa 2), para la identificación de los lugares donde existe la mayor disponibilidad de plántulas (Tabla 1). Esto se desarrolló con la ayuda y acompañamiento del Sr. Segundo Yapúd, quien conforme a su experiencia, presentaba información de cada zona (Fotografía 3).

Tabla 1. Fuentes Plantuleras – Coordenadas correspondientes a las Zona 18 Sur

CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUD (msnm)
Tulcán	Santa Martha de Cuba	Santa Martha de Cuba	192472	10072149	2929
Tulcán	Santa Martha de Cuba	Santa Martha de Cuba	192507	10072133	2912
Sucumbíos	El Playón de San Francisco	Chozas Viejas	200809	10068576	3383
San Pedro de huaca	Mariscal Sucre	Guandera	198259	10064412	3277
Tulcán	Julio Andrade	El Troje	203765	10075593	3432
Tulcán	El Carmelo	Agua Fuerte	203614	10074848	3271
Tulcán	Julio Andrade	El Troje	203630	10074854	3271

Fuente: Autora

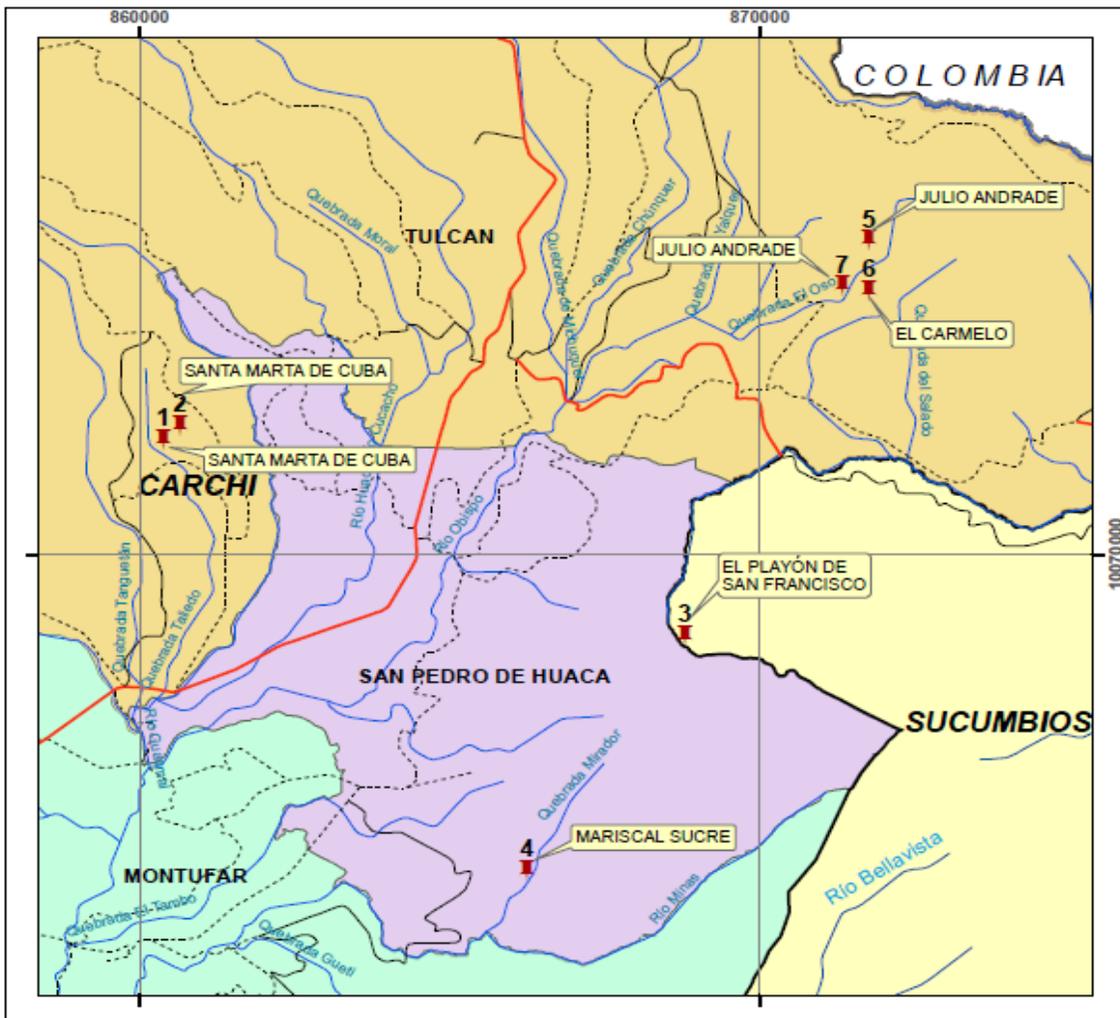


Fotografía 3. Guandera – Mariscal Sucre

Para la selección de las fuentes plantuleras se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- Si la zona presenta o no disturbios.- Indica si la zona se encuentra alterada o afectada, debido a actividades antrópicas o naturales.
- Tipo de área.- Hace referencia a las características del área, por ejemplo: remanente de bosque, zona con alta pendiente, bosque primario, matorral natural, entre otros.
- Disponibilidad de plántulas.- Determina si existe alta o baja cantidad de plántulas en la zona específica.
- Temporalidad de plántulas.- Enfatiza los meses específicos del año donde se encuentra disponibilidad de plántulas.

MAPA DE UBICACIÓN DE FUENTES PLANTULERAS



MAPA DE UBICACIÓN



- SIMBOLOGÍA**
- RUTA LOCAL
 - RUTA PRIMARIA
 - - - RUTA SECUNDARIA
 - RÍO INTERMITENTE
 - RÍO PERENNE
 - LIMITE INTERNACIONAL
 - FUENTES PLANTULERAS



LEYENDA						
N	PARRQUIA	SECTOR	X	Y	ALTURA	
1	Santa Marta de Cuba	Santa Marta de Cuba	860472	10072349	2929	
2	Santa Marta de Cuba	Santa Marta de Cuba	860507	10072333	2912	
3	El Playón de San Francisco	Chozas Viejas	866809	10068576	3383	
4	Mariscal Sucre	Guandera	866259	10064412	3277	
5	Julio Andrade	El Troje	871705	10075593	3432	
6	El Carmelo	Agua Fuerte	871634	10074848	3271	
7	Julio Andrade	El Troje	871630	10074854	3271	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES "FICAYA"		
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
MAPA DE UBICACIÓN DE FUENTES PLANTULERAS		
ESCALA DE ELABORACIÓN	ESCALA DE IMPRESIÓN	MAPA
1 : 250000	1 : 100000	2 DE 3
ELABORADO POR: GABRIELA FUERTATE	REVISADO POR: MSC. OSCAR ROSALES	FUENTE: IGM, 2013

3.3.3 Selección del área degradada

Para la selección del área degradada donde se implementó el ensayo de investigación, se efectuó un recorrido previo por diversos sectores dentro de la provincia, para poder identificar los sitios de estudio. El recorrido se realizó en los cantones: Tulcán, Huaca, Montufar y Bolívar (Fotografía 4).



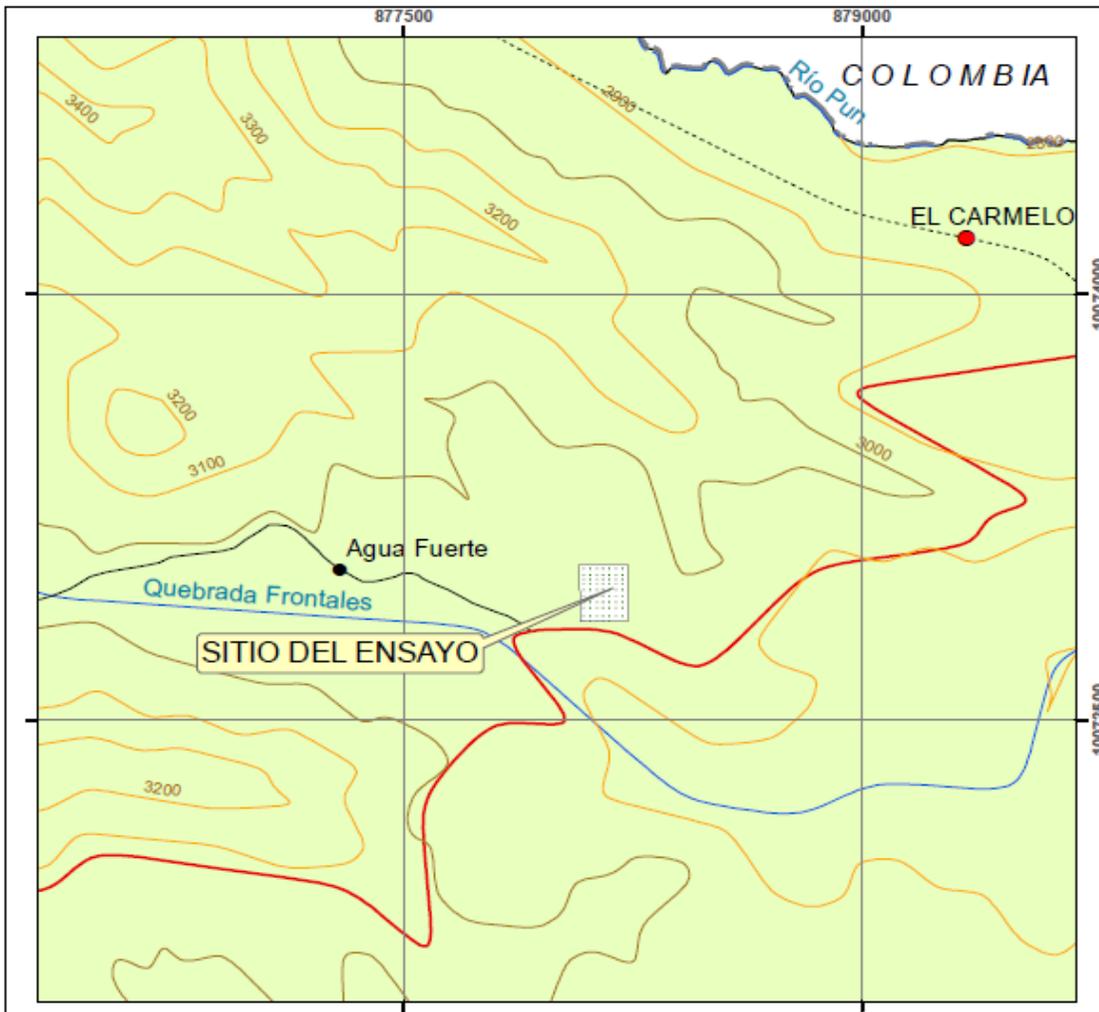
Fotografía 4. Mariscal Sucre, Huaca

Se identificaron cinco sitios, los cuales presentaban pendientes muy pronunciadas del 90% aproximadamente, donde se desarrollaban inadecuadas prácticas agrarias (Fotografía 5) generando la erosión y degradación del suelo y por ende la pérdida de la cobertura vegetal. Por tal razón, se analizó las características que presentaba cada lugar para determinar cuál de ellos representa la mejor alternativa para la implementación del ensayo, resultando seleccionada el área ubicada en el sector Agua Fuerte, parroquia El Carmelo, cantón Tulcán (Mapa 3).



Fotografía 5. Área con alta pendiente

MAPA DE UBICACIÓN DE L SITIO DE ENSAYO



MAPA DE UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA

- CABECERA PARROQUIAL
- POBLADO
- CURVA DE NIVEL TIPO INTERMEDIA
- CURVA DE NIVEL TIPO ÍNDICE
- RUTA LOCAL
- RUTA PRIMARIA
- - - RUTA SECUNDARIA
- RÍO PERENNE
- + FUENTES PLANTULERAS
- ENSAYO



0 0,1 0,2 0,4 0,6 Km

PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL
DE MERCATOR
DATUM WGS 1984
ZONA 17 HEMISFERIO SUR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES "FICAYA"
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MAPA DE UBICACIÓN DEL SITIO DE ENSAYO

ESCALA DE ELABORACIÓN	ESCALA DE IMPRESIÓN	MAPA
1 : 250000	1 : 20000	3 DE 3
ELABORADO POR	REVISADO POR	FUENTE
GABRIELA PUETATE	MSc. OSCAR ROSALES	IGM, 2013

3.3.4 Seleccionada el área de estudio se desarrolló un protocolo para la preparación del terreno, recolección, trasplante de plántulas, riego, limpieza de maleza y monitoreo.

En el presente estudio se ejecutó en un área de 46 x 66 m, dando un total de 3 036 m².

- Preparación del terreno

Se procedió a realizar el cercado del sitio con postes de madera y alambre de púas, esto se realizó para evitar el ingreso del ganado. Consecutivamente se ejecutó el hoyado del terreno (600 hoyos), las dimensiones que presentó cada uno fue de 30x30 cm, este trabajo se ejecutó con la participación de jóvenes pertenecientes a la parroquia El Carmelo (Fotografía 6).



Fotografía 6. Hoyado del terreno

- Recolección de plántulas

Se realizó la recolección de 150 plántulas por cada una de las especies seleccionadas. Las plántulas fueron recolectadas de distintas fuentes. Para la selección de cada una de ellas se tomó en cuenta las siguientes características: que presente una sola rama y que presente tallo recto. Esta actividad se la realizó con la ayuda de un guía local (Fotografía 7).



Fotografía 7. Recolección de plántulas

Las plántulas fueron recolectadas con pan de tierra, donde se hizo uso de herramientas de mano. Posteriormente fueron ubicadas en gavetas plásticas, para inmediatamente ser trasladadas al área donde fueron translocadas (Fotografía 8).



Fotografía 8. Traslado de plántulas

➤ **Translocación de plántulas**

Para la translocación de las plántulas en el área de estudio, se hizo uso del Diseño Completamente al Azar, donde se trabajó con dos tipos de tratamiento: Humus de lombriz (HL), Compost ©, y el Testigo (T); aplicados a las especies nativas seleccionadas: *Weinmannia rollottii* (WR), *Weinmannia fagaroides* (WF), *Prunus huantensis* (PH) y *Ocotea infrafadeolata* (OI). A continuación, se detalla la combinación de tratamientos con las diferentes especies (Tabla 2):

Tabla 2. Combinación de tratamientos y especies nativas

Humus de lombriz + <i>Weinmannia rollottii</i>	HLWR
Humus de lombriz + <i>Weinmannia fagaroides</i>	HLWF
Humus de lombriz + <i>Prunus huantensis</i>	HLPH
Humus de lombriz + <i>Ocotea infrafraveolata</i>	HLOI
Compost + <i>Weinmannia rollottii</i>	CWR
Compost + <i>Weinmannia fagaroides</i>	CWF
Compost + <i>Prunus huantensis</i>	CPH
Compost + <i>Ocotea infrafraveolata</i>	COI
Testigo + <i>Weinmannia rollottii</i>	TWR
Testigo + <i>Weinmannia fagaroides</i>	TWF
Testigo + <i>Prunus huantensis</i>	TPH
Testigo + <i>Ocotea infrafraveolata</i>	TOI

Fuente: Autora

El área de estudio se dividió en 20 columnas y 30 filas (Fotografía 9), donde las plántulas fueron translocadas cada dos metros de distancia de acuerdo al sorteo que establece el diseño estadístico (Tabla 3), posteriormente se realizó la aplicación de humus de lombriz (1 kg) y compost (1 kg) en cada hoyo de acuerdo al tratamiento que corresponda (Fotografía 10).



Fotografía 9. Área de estudio – División del terreno en filas y columnas

**Tabla 3: Orden de las plántulas en el área de estudio de acuerdo al sorteo que establece el
Diseño Completamente al Azar**

F I L A S

160	336	332	39	288	134	146	182	291	93	227	328	363	590	60	519	290	187	474	431
382	312	526	162	273	437	576	541	355	118	402	505	435	148	538	140	574	110	579	547
198	525	297	540	180	352	382	453	578	370	309	599	114	258	487	371	125	199	399	459
550	177	395	181	315	366	313	38	468	74	25	123	41	305	105	210	563	29	115	85
377	405	401	482	129	342	536	245	15	121	166	306	287	30	554	77	374	262	112	311
330	595	424	365	420	26	67	27	52	173	106	406	64	517	545	184	316	537	413	589
293	86	135	83	113	103	154	464	348	561	282	186	381	211	61	307	233	529	500	280
284	427	201	515	419	91	57	259	553	443	476	82	72	238	159	539	333	301	167	214
99	429	386	17	469	5	303	570	119	178	230	580	594	415	271	524	448	322	350	534
562	34	387	376	254	116	124	567	566	278	346	75	266	295	90	31	588	486	2	4
132	215	358	267	458	467	535	397	573	404	164	14	325	133	362	491	240	489	308	222
410	246	289	412	141	551	447	40	337	237	43	87	488	331	249	543	434	130	304	568
213	279	314	153	375	378	310	263	575	239	548	334	522	585	581	242	495	51	227	349
393	421	498	323	398	597	441	600	514	394	490	445	416	65	549	592	3	426	206	18
510	439	518	268	555	320	172	335	520	425	32	142	521	96	128	368	438	209	450	484
16	318	372	379	62	471	212	527	208	552	80	66	591	449	21	107	430	175	417	136
272	168	503	69	252	440	544	596	502	373	192	274	356	598	97	361	324	357	53	569
465	532	501	380	36	127	588	384	523	470	108	22	298	92	508	321	257	270	275	456
224	276	144	497	174	559	285	261	235	9	345	63	203	194	218	7	79	6	217	475
264	283	120	163	169	189	176	250	557	48	281	269	338	492	294	481	351	204	231	229
256	147	202	13	472	55	19	483	59	389	76	216	219	244	432	47	411	84	139	188
463	73	300	367	392	232	587	138	158	71	143	583	530	344	493	122	171	528	109	571
207	11	460	302	353	452	8	220	577	165	343	243	354	560	296	126	507	190	94	205
400	70	504	197	89	50	111	446	391	327	462	151	292	195	564	179	479	265	444	478
390	408	193	454	152	584	234	28	473	347	286	236	253	49	572	385	506	131	117	68
455	44	422	509	326	494	513	228	78	88	81	340	255	150	23	157	593	260	248	414
95	183	477	10	341	161	360	247	457	556	101	35	58	33	299	1	156	191	542	46
423	37	511	200	45	586	54	100	102	565	317	399	531	319	226	24	499	196	546	137
403	56	396	364	512	496	451	98	516	433	241	104	461	225	283	12	221	251	185	145
442	170	428	480	149	388	533	20	42	409	359	418	485	369	407	155	223	436	466	329

C
O
L
U
M
N
A
S



Fotografía 10. Trasplante de plántulas

- **Riego y limpieza de maleza**

El riego se realizó de acuerdo a los requerimientos de humedad del suelo (Fotografía 11), determinados mediante observación directa en el campo, con la finalidad de asegurar el crecimiento y sobrevivencia de las especies trasplantadas.

La limpieza de maleza se ejecutó de manera localizada (30 cm alrededor del cuello de la plántula) para evitar la competencia por luz, agua y nutrientes.



Fotografía 11. Riego de plántulas

- **Monitoreos**

Para obtener los datos de crecimiento y supervivencia de cada una de las plántulas, se realizaron monitoreos mensuales (Fotografía 12), donde se llenaron fichas (Anexo 3), durante un período de 8 meses, donde se evaluó:

- Crecimiento y desarrollo
 - Diámetro basal
 - Altura total desde la base hasta la yema apical
- Supervivencia



Fotografía 12. Toma de datos (altura y diámetro basal)

3.3.5 Para conocer la supervivencia, crecimiento inicial y viabilidad de las especies se realizó análisis de todos los datos obtenidos en el campo

- **Supervivencia**

Este parámetro se estableció en porcentaje y se lo obtuvo relacionando: las plántulas que sobrevivieron con el número total de plántulas trasplantadas. La identificación de esta variable se realizó a través de la observación directa en el campo, para lo cual se efectuaron monitoreos mensuales. Este análisis se lo ejecutó por cada una de las especies (Gillen & Take, 1993).

- **Crecimiento**

Para el análisis de esta variable, se realizó el cálculo de la tasa de crecimiento relativo (TCR) de cada una de las especies trasplantadas, este análisis se lo efectuó en base a las alturas que presentaron cada una de las plántulas. La fórmula empleada para este cálculo fue:

$$TCR = \frac{(Cf - Ci)}{T}$$

Donde:

- TCR = tasa de crecimiento relativo
- Cf = altura final
- Ci = altura inicial
- T = tiempo en meses (tiempo total de monitoreos)

Con los valores obtenidos en el cálculo de la tasa de crecimiento relativa (TCR), se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) de cada una de las especies con sus respectivos tratamientos; donde se aplicó la prueba de Tukey al 5% para determinar si existe o no significancia en los datos obtenidos. Este procedimiento se efectuó para comprobar si existe diferencia de crecimiento entre especies, y determinar si la aplicación de humus de lombriz y compost incide en el crecimiento de cada una de las plántulas. Este análisis se lo determinó haciendo uso del programa estadístico GraphPad Prims 7 (Hernández, Roa, & Cortés, 2014).

Para el cumplimiento del objetivo tres se procedió a: evaluar y analizar todos los resultados previamente obtenidos en el desarrollo del objetivo uno y dos; los cuales tienen como finalidad dar a conocer que especies presentaron mayores capacidades de adaptabilidad y sobrevivencia.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Evaluar la sobrevivencia de las cuatro especies en estudio *Weinmannia rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata*

La sobrevivencia se determinó relacionando el número de las plántulas que sobrevivieron con el total de plántulas translocadas. De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que existe una baja tasa de sobrevivencia con un porcentaje del 48%. Los factores que influenciaron son la dificultad de adaptación de las plántulas y fuertes heladas durante el tiempo que se realizó el ensayo, provocando la mayor tasa de mortandad de las plántulas durante los cuatro primeros meses del ensayo (Figura 1). Estos datos comparados con el estudio “Sobrevivencia y crecimiento de plántulas de cinco especies, que coexisten en bosques andinos, en distintas condiciones de disponibilidad de luz y agua”, se ha logrado determinar que en procesos de translocación la adaptabilidad de las plántulas es a partir del cuarto mes (Venier, Cabido, Mangeaund, & Funes, 2013)

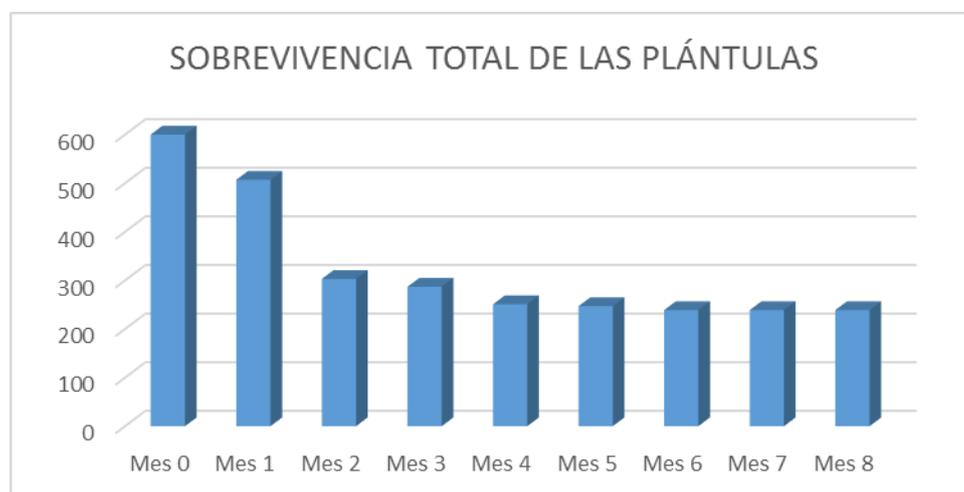


Figura 1. Sobrevivencia total de las plántulas

La dificultad de adaptación se debe al estrés que sufren las plántulas al momento de ser translocadas desde el bosque altoandino hacia un área degradada, ejerciendo una influencia negativa sobre su desarrollo óptimo. Esto se debe a que las plántulas al

momento de ser extraídas de su hábitat natural pierden parte de su raíz, impidiendo que puedan hacer uso de las cantidades adecuadas de nutrientes, agua y luz, generando un déficit hídrico que conlleva a la muerte de las plantas. Estos resultados se corroboran con el estudio “Estrés de plantas forestales, trasplantadas en zonas intervenidas”, el cual menciona que la mortandad de las plántulas, se debe al estrés producido en el proceso de trasplante realizado en un área intervenida, la cual, no presenta condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento (Hernández, 2015).

Asimismo, durante la realización del ensayo se evidenció tres heladas (Tabla 4), durante los cuatro primeros meses a partir de la translocación, generando daño a los tejidos vegetales y la muerte de las plántulas. Esto se debe a la formación de hielo en la superficie de la planta, impidiendo el desarrollo normal de sus órganos y sus funciones. Una helada es considerada cuando la temperatura del aire que se encuentra cercano a la superficie del terreno, se aproxima a los 0°C durante un rango de 4 a 6 horas aproximadamente (Ramírez, Fuentes, & García, 2010).

Los resultados obtenidos se ratifican con la investigación “Protección contra heladas: fundamentos, práctica y economía”, donde se determinó que las heladas generan daños drásticos en la planta, reduciendo el rendimiento y disminuyendo su capacidad de sobrevivencia. El autor menciona que en el instante que se produce una helada se forman de cristales de hielo en sus tejidos, dañando sus células lo que ocasiona la muerte de las plántulas (FAO, 2010).

Tabla 4. Registro de temperatura en la parroquia El Carmelo

RANGO	DÍA A PARTIR DE LA TRANSLOCACIÓN	TEMPERATURA MÍNIMA
MES 0 – MES 1	22	4°C
MES 1 – MES 2	55	1°C
MES 3 – MES 4	99	2°C

Fuente: Estación meteorológica de la parroquia El Carmelo, 2016

Los efectos ocasionados por las heladas fueron el ennegrecimiento de las hojas (Fotografía 13) el cual se debe por la destrucción de la membrana celular (Wiersma, 2014), seguido de enfermedad de las plantas ya que reduce el nivel de resistencia que presentan, permitiendo que agentes patógenos invadan las áreas afectadas (Fotografía 14) y finalmente la muerte de las plántulas (Fotografía 15).



Fotografía 13. Ennegrecimiento de las hojas



Fotografía 14. Enfermedad de la planta



Fotografía 15. Muerte de la plántula

La sobrevivencia de las especies se monitoreó durante un período de 8 meses, donde se determinó que a pesar del alto índice de mortalidad en las plántulas, existen diferencias significativas en relación a la sobrevivencia entre las cuatro especies en estudio (Figura 2). La especie con mayor tasa de sobrevivencia fue *Ocotea infrafaveolata* con un valor de 56%, seguida de *Weinmannia rollottii* con un porcentaje del 43%, a continuación *Prunus huantensis* con el 35% y finalmente la especie *Weinmannia fagaroides* con un valor de 26%. Estos datos fueron comparados con el estudio “Manejo en vivero de cinco especies arbóreas nativas de regeneración natural para repoblación en el bosque de Huayropungo, comunidad de Palo Blanco, provincia del Carchi”, donde se determinó que la especie *Ocotea infrafaveolata* presento una sobrevivencia del 61%, esto se debe a las bajas temperatura y la falta de precipitación registrada entre los días 120 y 150 (Concha, 2007).

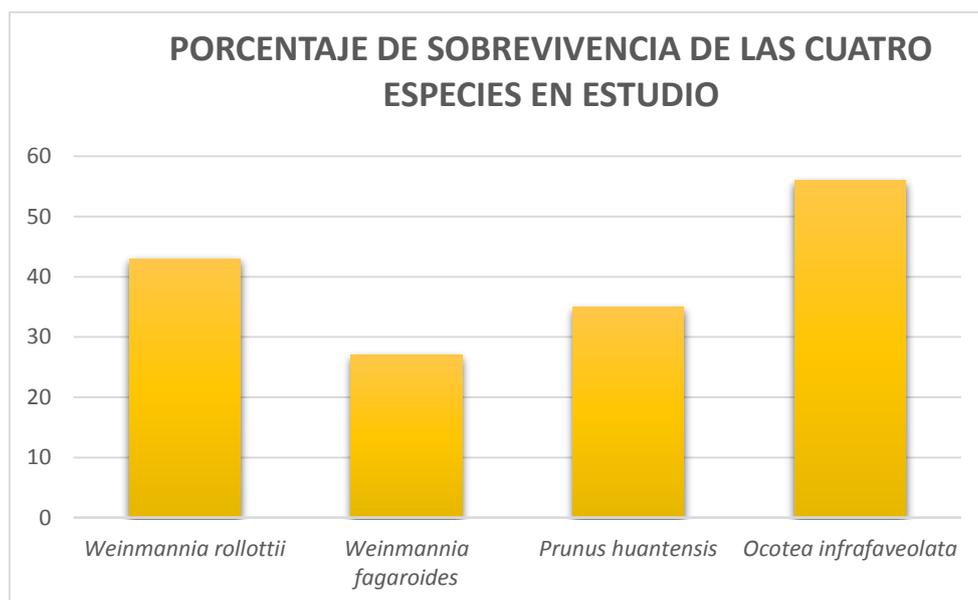


Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia de las cuatro especies en estudio

4.2 Determinar el desarrollo inicial de las plántulas translocadas desde bosques altoandinos, bajo el efecto de dos tratamientos (humus y compost).

Para el análisis de desarrollo inicial de especies con la interacción de cada uno de los tratamientos (humus de lombriz, compost y testigo), se realizó un análisis de varianza (ANOVA), tomando los datos de la tasa de crecimiento relativa (TCR) correspondiente a las alturas que presenta cada una de las plántulas.

Una vez realizado el ANOVA se determinó, que no existen diferencias significativas de crecimiento de las especies en relación al sustrato. La prueba de significancia de Tukey (Tabla 5) refleja que no existe diferencia en las comparaciones para Compost vs Humus de lombriz, Testigo vs Humus de lombriz y de igual manera para Testigo vs Compost.

Tabla 5. Prueba de Tukey al 0.05% - Tratamientos

Prueba de comparación múltiple de Tukey	Diferencia media	95,00% Intervalo de confianza de la diferencia	Significancia	Estado
C vs HL	-0,0917	-0,198 a 0,0151	NO	Ns
T vs HL	-0,00575	-0,11 a 0,0989	NO	Ns
T vs C	0,0859	-0,023 a 0,195	NO	Ns

Simbología (C vs HL = Compost vs Humus de lombriz), (T vs HL = Testigo vs Humus de lombriz), (T vs C = Testigo vs Compost)

Estos resultados comparados con el estudio “Evaluación de tres métodos de fertilización orgánica para el mejoramiento de la producción de diversos cultivos, en la granja del colegio Técnico Agropecuario Chunchi”, manifiesta que el humus de lombriz y el compost aportaron altos niveles de microorganismos y elementos químicos que permitieron el mejoramiento del suelo, sin embargo, se evidencio que no existe diferencia significativa de crecimiento entre los cultivos donde se realizó la aplicación de sustratos en comparación con el cultivo testigo; el autor manifiesta que esto se debe a que el suelo presenta condiciones favorables que contribuyen para el desarrollo óptimo de los cultivos (Pazmiño, 2014)

De la misma forma, se realizó un análisis en base a los promedios de las alturas inicial y final de las plántulas de las cuatro especies en relación a los tratamientos, donde se evidenció que existe una similitud de valores, lo que significa que no existen diferencias significativas de crecimiento (Figura 3).

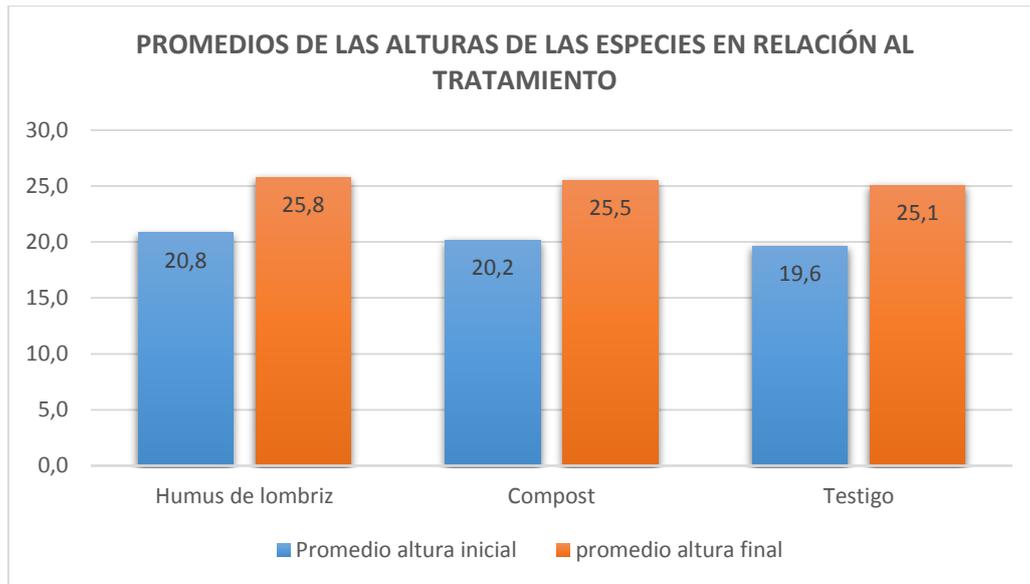


Figura 3. Promedio de la altura inicial y final de las especies en relación al sustrato

Al no evidenciar diferencias en el crecimiento de las especies en relación a los tratamientos se realizó un análisis de suelo (Anexo 4), en donde se evidenció que el suelo presenta parámetros adecuados a nivel de amonio, potasio, fósforo, calcio y magnesio. El resultado del pH resultó ser ligeramente ácido, pero se encuentra en un rango adecuado, lo cual demuestra que el suelo presenta condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento de las plántulas.

En el estudio “Evaluación del efecto de actividades agropecuarias sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en El Carmelo, Carchi”, muestra un suelo con alta fertilidad, esto se debe a que posee gran cantidad de materia orgánica y organismos microbianos, los cuales influyen en el desarrollo y crecimiento de las plantas y provee sanidad de las mismas (Delgado, 2015). Por tal razón, las zonas altoandinas son consideradas eminentemente agrícolas por su alta productividad y fertilidad (Fonte, et al., 2014)

Debido a que no se registró diferencias significativas de crecimiento en relación a los tratamientos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) tomando en cuenta los valores correspondientes a la tasa de crecimiento relativa (TCR) que presenta cada una de las plántulas, para determinar si existe diferencia de crecimiento entre especies.

Una vez realizado el ANOVA y la prueba de significancia de Tukey (Tabla 6), se pudo determinar, que si existen diferencias significativas en relación al crecimiento inicial entre las especies: *Weinmannia fagaroides* vs *Ocotea infrafadeolata*, *Weinmannia rollottii* vs *Weinmannia fagaroides*, y de igual manera entre *Weinmannia fagaroides* vs *Prunus huantensis*. No se registró diferencia de crecimiento entre *Weinmannia rollottii* vs *Prunus huantensis*, así mismo entre *Weinmannia rollottii* vs *Ocotea infrafadeolata* y entre las especies *Prunus huantensis* vs *Ocotea infrafadeolata*.

Tabla 6. Prueba de Tukey al 0.05%

Prueba de comparación múltiple de Tukey	Diferencia media	95,00% Intervalo de confianza de la diferencia	Significancia	Estado
TCR - WF vs TCR - WR	0,282	0,119 a 0,444	SI	***
TCR - PH vs TCR - WR	-0,0273	-0,177 a 0,122	NO	Ns
TCR - OI vs TCR - WR	-0,0817	-0,213 a 0,0501	NO	Ns
TCR - PH vs TCR - WF	-0,309	-0,48 a -0,138	SI	***
TCR - OI vs TCR - WF	-0,363	-0,519 a -0,208	SI	***
TCR - OI vs TCR - PH	-0,0544	-0,197 a 0,0879	NO	Ns

Simbología (TCR – WR = Tasa de crecimiento relativo de *Weinmannia rollottii*), (TCR – WF = Tasa de crecimiento relativo de *Weinmannia fagaroides*), (TCR – PH = Tasa de crecimiento relativo de *Prunus huantensis*), (TCR – OI = Tasa de crecimiento relativo de *Ocotea infrafadeolata*)

El análisis determinó que la especie con mayor desarrollo inicial, en relación a la tasa de crecimiento relativa es *Weinmannia fagaroides* con un porcentaje del 70%, seguida de *Weinmannia rollottii* con el 56%, a continuación *Prunus huantensis* con el 49% y finalmente *Ocotea infrafadeolata* con un porcentaje del 45% resultando ser la especie con menor tasa de crecimiento (Figura 4).

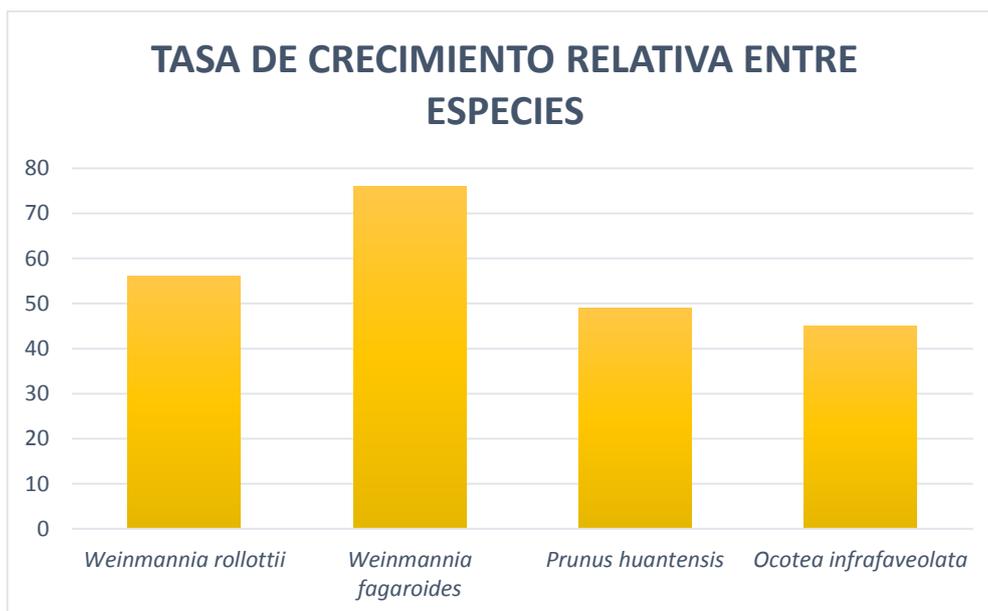


Figura 4. Tasa de crecimiento relativa entre especies

Los resultados obtenidos se debe a que *Weinmannia fagaroides* y *Weinmannia rollottii* son especies heliófitas, es decir son plantas que requieren de plena exposición a la luz del sol para su desarrollo, incrementando su metabolismo y crecimiento. Esto se ratifica con el estudio “Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del cantón Cuenca, provincia del Azuay”, el cual determinó que la especie *Weinmannia sp* presentó mayor crecimiento, debido a que puede establecerse en condiciones de mayor exposición de luz en ambientes naturales (Teán & Toledo, 2016).

Por el contrario *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafadeolata* son especies esciófitas que se desarrollan de mejor manera en la sombra y no en la exposición directa al sol (Palacios & Jaramillo, 2004). El estudio “Dinámica de crecimiento de 29 especies forestales en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador”, determinó que las especie *Ocotea sp*, presentó la menor tasa de crecimiento en áreas abiertas con directa exposición del sol, sin embargo, presentó la mayor tasa de sobrevivencia debido a que los tejidos y estructura de la planta son más tolerantes a las condiciones agresivas del tiempo atmosférico (Aguirre, León, Palacios, & Aguirre, 2013).

4.3 Establecer la viabilidad de las especies estudiadas para la restauración en ecosistemas alto andinos

La viabilidad de las especies esta dada por diversos factores, los mas importantes son: capacidad de adaptabilidad, sobrevivencia y desarrollo inicial de las plántulas durante el proceso de translocación.

Los viabilidad en base a la adaptabilidad y sobrevivencia, señalan que durante los tres primeros meses a partir de la translocación se registró la mayor tasa de mortalidad. Al finalizar el proceso se registró la muerte de 327 plántulas (Figura 5). Resultando la especie *Ocotea infrafaveolata* la que presentó mayor tasa de sobrevivencia con un porcentaje del 56%, seguido de la especie *Weinmannia rollottii* con el 43%.

Por tal motivo, estas especies son consideradas viables para ser empleadas en procesos de restauración ecológica a gran escala, ya que a pesar de los diferentes incidentes presentados durante el tiempo de estudio (cambios drásticos de clima, granizadas) son aquellas que presentan mayor capacidad de adaptación y sobrevivencia, sin embargo son especies de lento crecimiento.

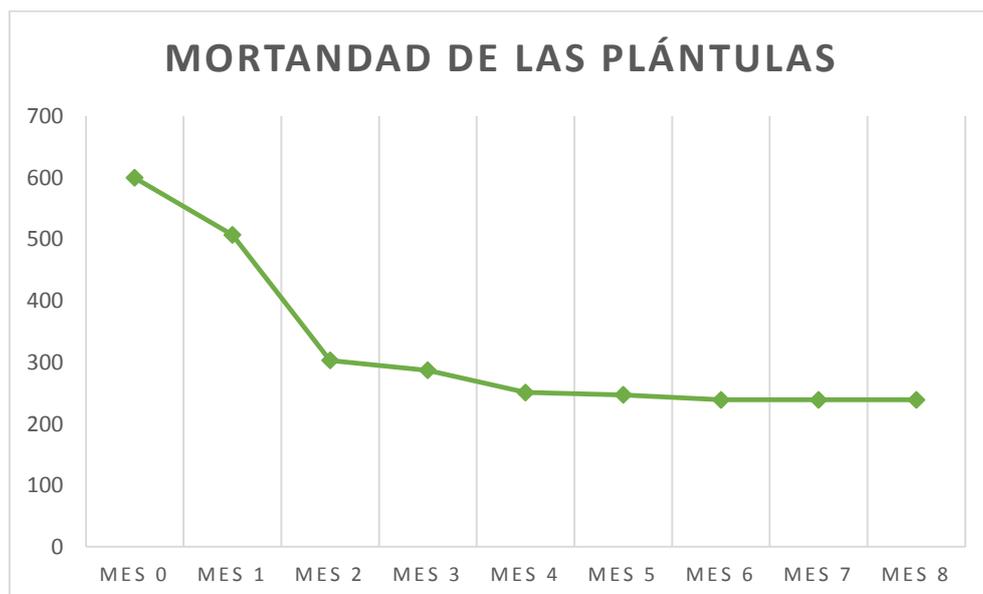


Figura 5. Mortandad de plántulas

Considerando el desarrollo inicial de las especies se determinó que *Weinmannia fagaroides* o comunmente conocida como encino de hoja pequeña, presentó el mayor índice de crecimiento en comparación con las otras especies, con un porcentaje del 70% de acuerdo a la tasa de crecimiento relativa, sin embargo, es la especie que posee la tasa mas bajo de sobrevivencia con el 26%.

A continuación se encuentra la especie *Weinmannia rollottii*, con un porcentaje de crecimiento del 54%, de igual modo, esta especie presentó uno de los mayores índices de sobrevivencia con el 43%. Por tal razón, esta especie es considerada viable para procesos de restauración ecológica por su rápido crecimiento y sobrevivencia, lo cual le permite adaptarse y desarrollarse en áreas disturbadas.

Lo que se ratifica con el estudio “Respuesta germinativa de cuatro especies forestales nativas del Macizo del Cajas”, el cual indica que la especie *Weinmannia rollottii* presentó un alto índice de germinación y sobrevivencia con un porcentaje del 70%, por tal razón esta especie es óptima para ser empleada en procesos de restauración ecológica (Joseth & Delva, 2016).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La especie *Ocotea infrafadeolata* es la que presentó la mayor tasa de sobrevivencia con un porcentaje de 56%.
- Durante la investigación se determinó que existen diferencias significativas de sobrevivencia en relación a las cuatro especies estudiadas, como producto del proceso de translocación.
- La aplicación de húmus de lombriz y compost para el presente estudio no inciden en el crecimiento y sobrevivencia de las especies de bosque altoandino translocadas en áreas degradadas.
- La especie *Weinmannia rollottii* es la que presentó mayor viabilidad en cuanto a la sobrevivencia y crecimiento, tornándose como la especie más indicada y recomendada para procesos de restauración ecológica en comparación con las cuatro especies en estudio.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar más estudios relacionados a translocación de especies nativas, para que de esta manera se incremente el uso de estas especies en procesos de restauración.
- Se recomienda aplicar este proceso de translocación en áreas degradadas, como una estrategia de conservación de suelos y propagación de nuevas especies.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ACCIONA. (2014). Medio natural y biodiversidad. *Traslado y conservación de especies vegetales de interés en Colombia* .
- Acuerdo Ministerial No. 065. (5 de Abril de 2015). Quito.
- Aguirre, Z., & León, N. (2001). Sobrevivencia y crecimiento inicial de especies vegetales en el Jardín Botánico de la quinta El Padmi. *Amaltoa*, 18(2), 115-122.
- Aguirre, Z., León, N., Palacios, B., & Aguirre, N. (2013). Dinámica de crecimiento de 29 especies forestales en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ*, 3(1), 54-65.
- Álvarez, J. (2005). *Manual de compostaje para agricultura ecológica*, 1-48.
- Armando, C., Altamirano, M., & Tapia, G. (2005). Ecología y comportamiento de osos andinos reintroducidos en la reserva biológica Maquipucuna, Ecuador: Implicaciones en la conservación. *Politécnica*, 26(1).
- Arribas, P., Abellán, P., Velasco, J., Bilton, D., Lobo, J., Millán, A., & Sánchez, D. (2012). La vulnerabilidad de las especies frente al cambio climático, un reto urgente para la conservación de la biodiversidad. *ECOSISTEMAS*, 79-84.
- Aulestia, C. (2011). Crecimiento inicial de especies nativas en líneas de enriquecimiento de bosque secundario en la Estación Biológica Bilsa - Provincia de Esmeraldas. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N., & Moreno, A. (2010). Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital. 402. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

- Bastidas, M. (2015). Mecanismos de incentivo para la restauración de áreas degradadas. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Benavides, H., Gazca, M., López, F., Camacho, F., Fernández, D., Garza, D. L., . . . Martínez, F. (2011). Growth variability in seedlings of eight provenances of *Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. et Cham., in natural conditions. *Madera y Bosques*, 17(3), 83-112.
- Benítez, C., Cardozo, A., Hernández, L., Lapp, M., Rodríguez, H., Ruíz, T., & Torrecilla, P. (2006). Botánica Sistemática. *Fundamentos para su estudio*. Maracay: Cátedra de Botánica Sistemática. Facultad de Agronomía.
- Bersosa, F., Condori, L., Crespo, J., & Moreno, S. (2010). Módulo de restauración ecológica y bioremediación. *Rehabilitación y remedación para la restauración ecológica de remanentes de bosques altoandinos en la comunidad de Cofradía y Huacupamba, cantón Espíndola, provincia Loja, Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Birchler, T., & Rose, W. (1998). La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Forest Sciences*, VII, 1-14.
- Brandbyge, M. (2010). Programa de reforestación en áreas marginales de la sierra ecuatoriana . *Reforestación de los Andes Ecuatorianos con especies nativas* . Quito.
- Brown, C. (1977). Folk botanical life forms: Their universality and growth. *American Anthropologist*, 79, 317-342.
- Cabrera, M. A. (2006). Caracterización de la vegetación natural de sucesión primaria en el Parque Nacional Volcán Pacaya, Guatemala. *Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. Costa Rica.

- Cantillo, E., Lozado, A., & Pinzón, J. (2008). Caracterización sucesional para la restauración de la reserva forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca. *Colombia Forestal*, 12(1), 103-118.
- Caranqui, J. (2014). Florística en los bosques montanos en el centro del Ecuador. *Descripción de especies de bosque montano de la zona central*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: ESPOCH .
- Chuquimez, D., Ochoa, F., & Chávez, A. (2012). Comportamiento fenológico preliminar de cinco especies maderables en bosque sub andino de la comunidad campesina Molinopamb, Amazonas - Perú. Iquitos, Perú: IIAP.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). (2014). *publicada en el Registro oficial No. 166*.
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2015). *Pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes y recursos naturales: protección de derechos humanos en el contexto de actividades de extracción, explotación y desarrollo*. Organización de los Estados Americanos.
- Comisión Nacional Forestal. (2009). Restauración de ecosistemas forestales. *Guía básica para comunicadores*, 69. Jalisco, México.
- Concha, M. (2007). Manejo en vivero de cinco especies arbóreas nativas de regeneración natural para repoblación en el bosque de Huayropungo, comunidad de Palo Blanco, provincia del Carchi. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro oficial 449*. Quito: Asamblea Nacional.
- COPOE. (2005). Caracterización territorial de las subcuencas de los ríos: Collay, Cuenca, Jadán, Juval, Madgalena, Mazar, Paute, Pindiling, Pulpito y Santa Bárbara

pertenecientes a la cuenca hidrográfica del río Paute mediante imágenes satelitales. Cuenca, Azuay, Ecuador: IERSE.

Cornelius, J. (2014). Especies nativas de Colombia. *Importancia y caracterización* .

Correa, R. A., & Bermeo, J. S. (2011). Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja, Ecuador.

Cruz, E., Sandoval, M., & Bugarin, R. R. (2013). Sustratos en la horticultura. *Bio-Ciencias*, 17-26.

Cuasapaz, P., Villota, C., Mafla, T., Unigarro, L., Ponce, M., & López, D. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia El Carmelo. *Actualización 2015 - 2019*.

De Los Ángeles, A. (2013). Evaluación del crecimiento inicial de tres especies forestales en un sistema agroforestal. Universidad Politécnica de Valencia.

Delgado, A. (2015). Evaluación del efecto de actividades agropecuarias sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en El Carmelo, Carchi. Universidad Central del Ecuador.

Díaz, F. (2004). Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. 44-68. Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato.

Domínguez, J., Zárate, A., Valdés, J., & Villarreal, J. (2007). Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*(81), 51-63.

ECOFONDO. (2015). Calendario fenológico de las especies forestales consideradas en el estudio. Sucumbios, Ecuador.

- Espinoza, V., Hofmann, M., Moens, M., & Treviño, I. (2010). Módulo de restauración ecológica y bioremediación. *Plan piloto de rehabilitación, reasignación y reintegración de una plantación de pino (Pinus patula) en el área de bosque y vegetación protectora "El Bosque" en Loja, Ecuador.*
- FAO. (2010). Protección contra heladas: fundamentos, práctica y economía. *El daño producido por la heladas: fisiología y temperaturas críticas.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO. (2013). *Manual del compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: FAO.
- FAO. (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales. *Informe nacional de Ecuador, 1-97.* Roma.
- Fernandez, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., & Montenegro, G. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Santiago de Chile, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Fernández, P. (2001). Análisis de supervivencia. *Fisterra*, 130-135.
- FLACSO ANDES. (2008). Protocolos de campo y campamentos en las Islas Galápagos. *Manual de protocolos para actividades de manejo e investigación en el parque Galápagos y reserva marina Galápagos.*, 96. Quito, Ecuador.
- Fonte, S., Vanek, S., Oyarzun, P., Quintero, C., Lavelle, & Patrick. (2014). Explorando Opciones Agroecológicas para el Manejo de la Fertilidad del Suelo en Sistemas de Agricultura en pequeña escala de las Zonas Altoandinas . Centro Internacional de Agricultura Tropical.

- Frankham, R., Ballou, J., Eldridge, M., Fenster, C., Lacy, R., & Mendelson, J. (2012). Implicaciones de los diferentes conceptos de especie para la conservación de la biodiversidad. *Conservación biológica*, 153.
- Gálmez, V., & Kometter, R. (2009). Perspectivas y posibilidades de REDD+ en bosques altoandinos. *11*. (INTERCOOPERATION, Ed.) Lima, Perú: Serie investigación y sistematización.
- Galvéz, J. (2002). La restauración ecológica: Conceptos y Aplicaciones. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- García, A., Guridi, F., Mollineta, A., & Nieblas, E. (2009). Efectos biológicos derivados del humus de lombriz sobre el crecimiento de plantas de maíz cv. Canilla. *Centro Agrícola*, 36(9), 27-31.
- Gastó, J. (2011). *Sucesión ecológica*. Buenos Aires.
- Gillen, R., & Take, K. (1993). The constituent differential method for determining live and dead herbage. *Journal of Range Management*, 46(2), 142-147.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia del Carchi. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia del Carchi*. Tulcán.
- González, C., Biondini, M., & María, S. (2013). El fruto. *Definición y estructura del fruto*.
- Gordón, R., Camargo, I., Franco, J., & González, A. (2007). Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz. *Agronomía mesoamericana*, 17(2), 189-199.
- GPC. (2010). Plan de manejo del bosque protector "El Chamizo-Minas". Tulcan, Carchi, Ecuador: Gobierno Provincial del Carchi.

- Grela, I. (Junio de 2003). Evaluación del estado sucesional de un bosque subtropical de quebradas en el norte de Uruguay. *Acta botánica de Brasilica*, 17(2), 315-324.
- Gutierrez, F. (2015). Herbario JBB en línea. *Weinmannia fagaroides Kunth*. Bogotá, Colombia.
- Hernández, H., Gagnon, D., & Davidson, R. (2015). Crecimiento y producción inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía Ecuatoriana de estados sucesionales diferentes. *SIEMBRA*, 69-75.
- Hernández, L., Roa, O., & Cortés, F. (2014). Crecimiento de *Baccharis macrantha* y *Viburnum triphyllum*, dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia). *Biota Colombia*, 15(2), 27-38.
- Hernández, M., Rangel, P., García, J., Navarro, A., González, J., & Omaña, M. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimienta morrón. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, III(6), 1203-1216.
- Hernández, N. (2015). Estrés de plantas forestales, trasplantadas en zonas intervenidas. Universidad Pontificia Católica del Ecuador.
- Hernández, R. (2011). Libro Botánica Online. *Distribución de la vegetación en relación al clima*. Merida, Venezuela: Universidad de los Andes.
- Hidalgo, P., Sindoni, M., & Méndez, J. (2009). Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales. *UDO*, 9(2), 282-288.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2014). Restauración ecológica. *Conservación de Hábitat y Comunidades*.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). Anuario meteorológico. *Parroquia El Carmelo*. Quito, Ecuador.

- Isasi, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: Su uso y abuso en ecología de la conservación. *REDALYC*, 36(1), 31-38.
- Jaime, B., Suárez, D., & Melgarejo, L. (2015). Análisis de crecimiento en plantas . Universidad Nacional de Colombia .
- Joseth, A., & Delva, J. (2016). Respuesta germitativa de cuatro especies forestales nativas del Macizo del Cajas . Cuenca, Ecuador.
- Jumbo, D. (2006). Especies forestales nativas de la región sur del Ecuador potencialmente valiosas para la restauración de ecosistemas degradados. Loja.
- Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre. (2004). *Registro oficial # 418*.
- Lozano, P. (2015). Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: MAE.
- MAE. (2003). Texto unificado de la legislación ambiental secundaria. *Registro Oficial Edición Especial # 2*. Ecuador. Obtenido de Libro III - Régimen Forestal.
- MAE. (2012). Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Maigua, I. (2014). Cuantificación de biomasa mediante el estudio dendrométrico en el cultivo de ciruelo (*Prunus domestica*) en la granja experimental La Pradera, parroquia San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- McDonald, T., Gann, G., Jonson, J., & Dixon, K. (2016). International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Washington: Society Ecological Restoration.

- Melgoza, A., Ortega, C., Morales, C., Jurado, P., Velez, C., Royo, M., & Quintana, G. (2007). Propagación de plantas nativas para la recuperación de áreas degradadas: opción para mejorar los ecosistemas. *TECNOCENCIA*, 1(3), 1-4.
- Mena, J. (2000). Los Suelos del páramo y bosque altoandino. Ecuador. Obtenido de Serie Páramo 5
- Mena, P., & Ortíz, D. (Edits.). (2003). Páramo. *Páramo y bosques altoandinos del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2012). Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental. Quito, Ecuador.
- Monserrat, A. (1994). Supervivencia de las plántulas de *Abies pinsapo bois*, en su hábitad natural. *Anales Jard. Bot*, 51(2), 193-198.
- Montenegro, A. (2008). Caracterización de bordes de bosque altoandino e implicaciones para la restauración ecológica en la reserva forestal de Coagua (Colombia). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .
- Montes, C. (2011). Estado del conocimiento de *Weinmannia sp* y algunas propuestas de estudio sobre regeneración. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2(1), 45-53.
- Morales, G. (2014). Restauración Paisajística de áreas degradadas. Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- Morales, J. (2010). Sinopsis del género *Weinmannia* (Cunoniaceae) en México y Centroamérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 67(2), 137-155.
- Moreno, D., & Cuartas, S. (2014). Supervivencia y crecimiento de plántulas de tres especies arbóreas en áreas de bosque andino degradadas por ganadería en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20(2), 85-100.

- Mulet, Y., Díaz, M., & Vilches, E. (2008). Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas, químicas y biológicas del humus de lombriz en condiciones de la vaquería de la finca Guayabal, San José de las Lajas. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(1), 27-30.
- Murcia, C., & Guariguata, M. (2014). La restauración ecológica en Colombia. *Tendencias, necesidades y oportunidades*. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional.
- Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. Río de Janeiro.
- Navarrete, H., & Muriel, P. (2013). Biodiversidad de los bosques de neblina de Ecuador. *Acceso a datos sobre biodiversidad de los bosques de neblina del Ecuador*, 13. Quito, Ecuador: Herbario QCA, Universidad Pontificia Católica del Ecuador.
- Navarro, R., & Del Campo, A. (2014). Supervivencia de cinco especies forestales en función de los procedimientos de preparación del suelo en el parque natural de los montes de Mágala.
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible . 17 *Objetivos para Transformar Nuestro Mundo*.
- Palacios, W., & Jaramillo, N. (2004). Gremios ecológicos forestales del noroccidente del Ecuador: implicaciones en el manejo del bosque nativo. *LYONIA*, 6(2), 55-75.
- Paspuel, J. (2013). Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de *Pisum sativum*, en Carchi, Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Pazmiño, A. (2014). Evaluación de tres métodos de fertilización orgánica para el mejoramiento de la producción de diversos cultivos, en la granja del colegio Técnico Agropecuario Chunchi. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

- Pincheira, J., & Rau, J. (2012). Diversidad de plantas trepadoras y epífitas vasculares en un paisaje agroforestal del sur de Chile: una comparación entre fragmentos de bosque nativo. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 47(3-4), 411-426.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia "El Carmelo". (2015). ECEDILATAM.
- Portocarrero, A. (2014). Análisis comparativo de tres sustratos orgánicos, en el desarrollo de plántulas de café de la variedad castillo. Colombia: Universidad de Manizales.
- Ramírez, G., Fuentes, O., & García, F. (2010). Heladas. Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Régimen y ordenanzas del Gobierno Provincial del Carchi. (2010). Tulcán, Carchi, Ecuador.
- Restrepo, A. (2005). Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental. *Departamento de geología*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Revelo, J. (2014). Caracterización de la vegetación predominante en bosques altoandinos. *Botánica Económica de los Andes*, 44-58.
- Rodríguez, Á. (2012). Guía de lombricultura. *Producción y calidad de abono orgánico*. FAO.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. *Experiencias en América Latina*, 112. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Romero, J. J. (2012). El bosque altoandino: Una oportunidad para llevar al educando al aprendizaje significativo y a las estrategias de conservación. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Sánchez, M. (2010). Fisiología vegetal. *La capilaridad*.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Plan nacional del buen vivir 2013-2017. *Objetivos del plan nacional del buen vivir*. Quito, Ecuador: SENPLADES.

SEMARNAT. (2011). Sistema nacional de información forestal. México D.F., México.

Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990 - 2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Quito, Ecuador.

Sigala, J., Sosa, G., Homero, S., & Rosales, S. (2014). Análisis de riesgos para la sobrevivencia de una reforestación en Chihuahua, México. *Revista Forestal Baracoa*, 33, 24-32.

SNGR. (2011). Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos. *Análisis de vulnerabilidad cantón San Pedro de Huaca*. Carchi, Ecuador.

Society for ecological restoration. (2004). Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*.

Teán, B., & Toledo, C. (2016). Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del cantón Cuenca, provincia del Azuay. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Tessaro, S., & López, C. (Edits.). (2012). *Manuel de técnicas para el estudio de fauna*. D.F, México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Ugalde, L. (2001). *Conceptos básicos de dendometría*, 1-23. Costa rica.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2014). *Restauración ecológica para áreas protegidas. Principios, directrices y buenas prácticas*. Gland, Suiza: UICN. Obtenido de Desarrollando capacidades para proteger el planeta.

Urbina, V. (2010). *Fenología y vida de las plantas*.

Valencia, A. (2013). Evaluación de traslado de epifitas vasculares, como estrategia de conservación en municipio de Agua Azul. departamento del Casanare. Colombia: Universidad de Manizales.

Vargas, O. (Ed.). (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Colombia.

Vargas, W. (2002). Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.

Vásquez, D. (2008). Producción y Evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo .

Vázquez, C., Batis, A., Alcocer, M., Díaz, M., & Sánchez, C. (2015). Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. (I. d. Ecología, Ed.) *CONABIO*, 1-15.

Vázquez, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M., & Cerantes, V. (2014). La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. *La propagación vegetativa*. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa.

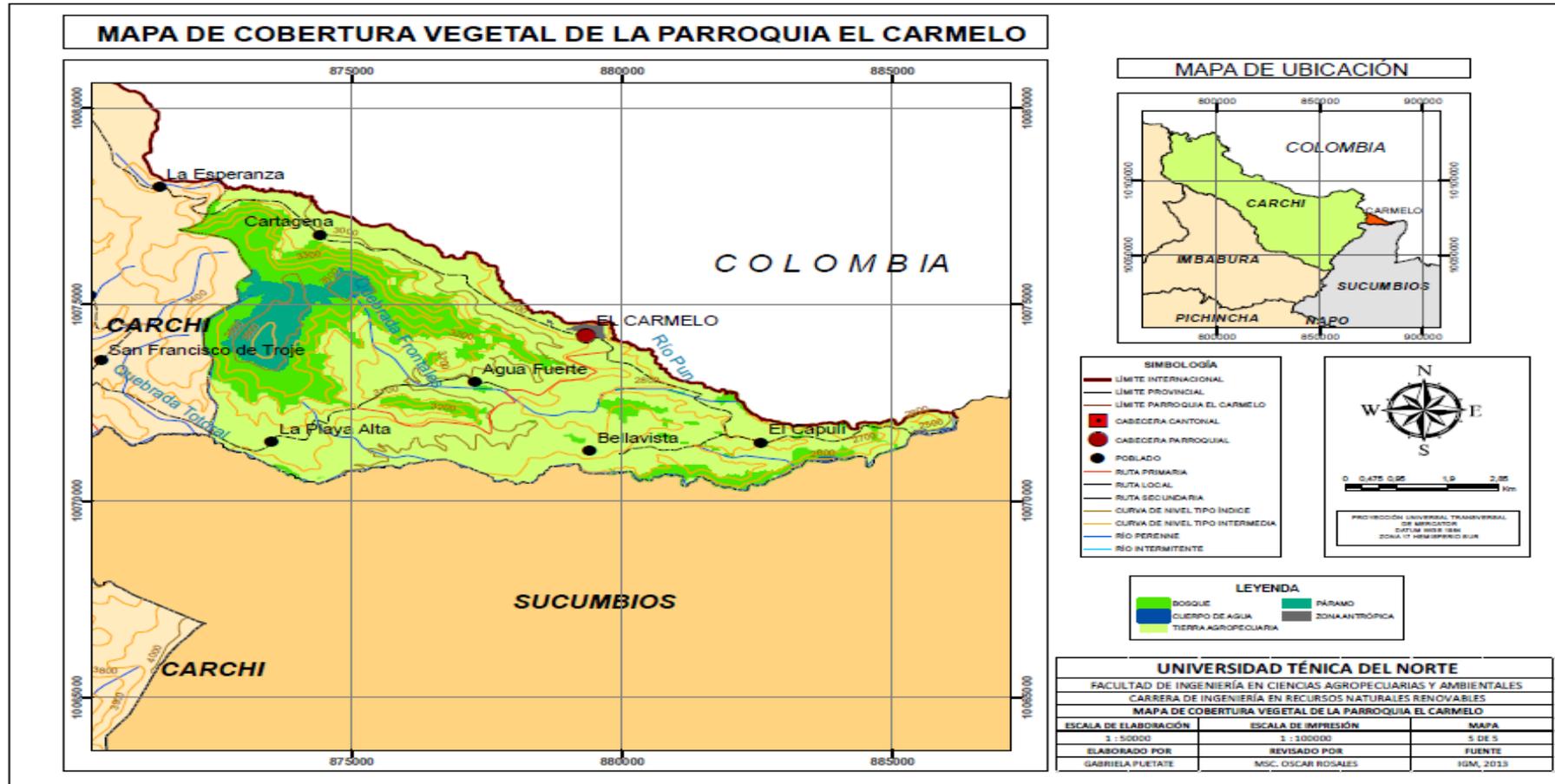
Venier, P., Cabido, M., Mangeaund, A., & Funes, G. (2013). Supervivencia y crecimiento de plántulas de cinco especies, que coexisten en bosques andinos, en distintas condiciones de disponibilidad de luz y agua. *Biología Andina*, 61(2), 501-514.

Vidal, J., & Rojas, R. (2014). Propagación de flora nativa; experiencias y relatos desde el sur de Chile . Santiago de Chile: Instituto de ecología y biodiversidad .

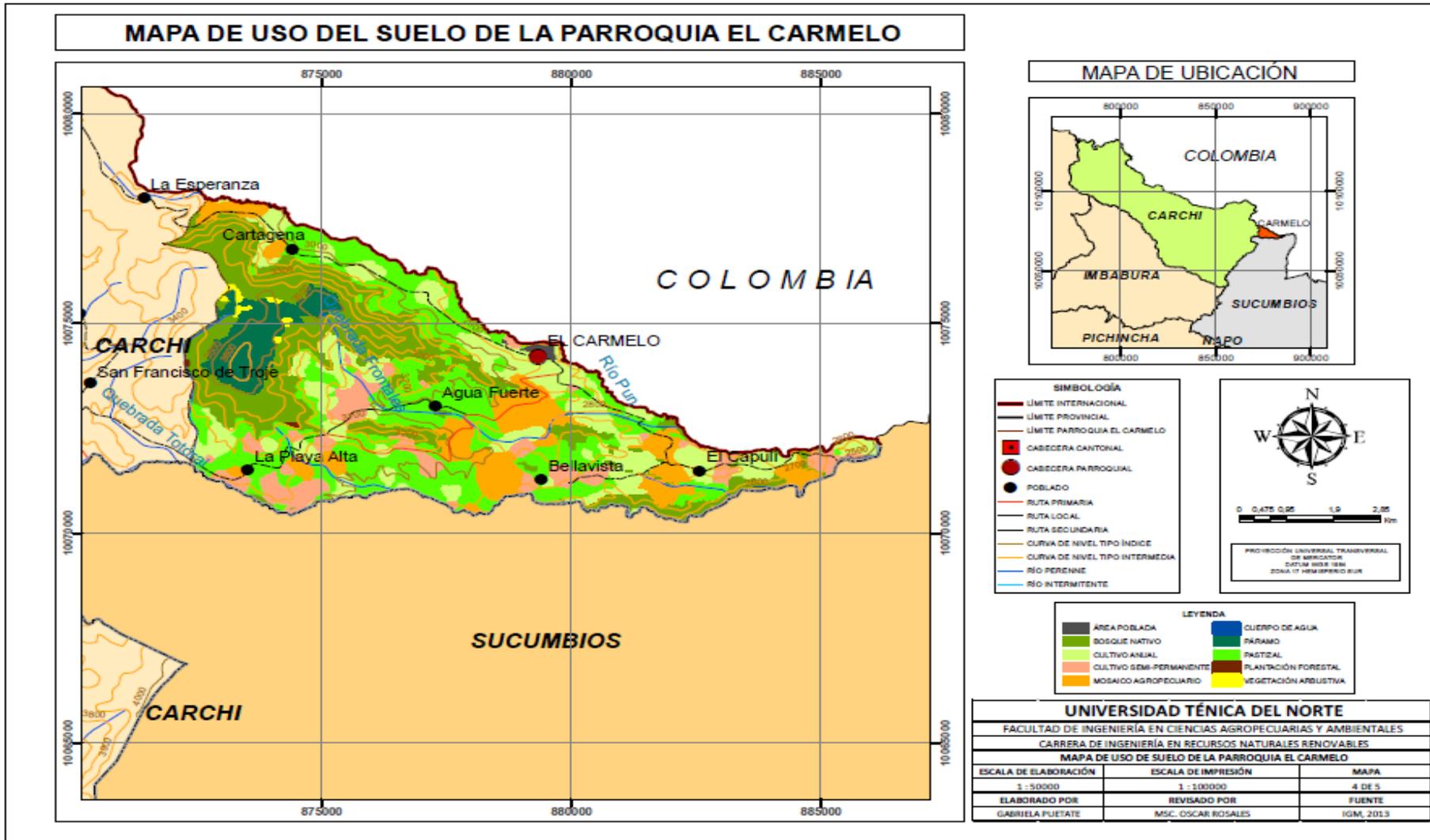
- Vilchez, B., Robin, C., & Redonde, A. (2014). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. *KURÚ*, 1(2), 1-10.
- Wandemberg, J. C. (2015). *Sostenible por diseño. Desarrollo económico, social y ambiental*.
- Whaley, O., Orellana, A., Pérez, E., Tenorio, M., Quinteros, F., Mendoza, M., & Pecho, O. (2010). Plantas y vegetación de ica, Perú. *Un recurso para su restauración y conservación*. Royal Botanic Gardens.
- Wiersma, D. (2014). Daños por heladas tardías en diversos cultivos. *Conocimientos Agrícolas*, 10(14), 1-4.
- Yapúd, S. (2016). Vulnerabilidad de las especies nativas en Carchi. (G. Puetate, Entrevistador)

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Covertura Vegetal de la parroquia El Carmelo



Anexo 2. Mapa Uso del Suelo de la parroquia El Carmelo



Anexo 3. Matriz de datos para la toma de datos en el campo

TABLA DE DATOS											
MES:				FECHA:							
FILA 1	ALT	D.B	S	FILA 2	ALT	D.B	S	FILA 3	ALT	D.B	S
160 - HLSM				336 - CPH				332 - CPH			
382 - CSM				312 - CPH				526 - TPH			
198 - HLSM				525 - TPH				297 - CWF			
550 - TPH				177 - HLSM				395 - CSM			
377 - CSM				405 - TWR				401 - TWR			
330 - CPH				595 - TSM				424 - TWR			
293 - CWF				86 - HLWF				135 - HLPH			
284 - CWF				427 - TWR				201 - CWR			
99 - HLWF				429 - TWR				386 - CSM			
562 - TSM				34 - HLWR				387 - CSM			
132 HLPH				215 - CWR				358 - CSM			
410 - TWR				246 - CWR				289 - CWF			
213 - CWR				279 - CWF				314 - CPH			
393 - CSM				421 - TWR				498 - TWF			
510 - TPH				439 - TWR				518 - TPH			
16 - HLWR				318 - CPH				372 - CSM			
272 - CWF				168 - HLSM				503 - TPH			
465 - TWF				532 - TPH				501 - TPH			
224 - CWR				276 - CWF				144 - HLPH			
264 - CWF				339 - CPH				120 - HLPH			
256 - CWF				147 - HLPH				202 - CWR			
463 - TWF				73 - HLWF				300 - CWF			
207 - CWR				11 - HLWR				460 - TWF			
400 - CSM				70 - HLWF				504 - TPH			
390 - CSM				408 - TWR				193 - HLSM			
455 - TWF				44 - HLWR				422 - TWR			
95 - HLWF				183 - HLSM				477 - TWF			
423 - TWR				37 - HLWR				511 - TPH			
403 - TWR				56 - HLWF				396 - CSM			
442 - TWR				170 - HLSM				428 - TWR			

Formato de matriz para toma de datos en el campo

Anexo 4. Análisis de suelo

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" 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	 UNIVERSIDAD DE CUENCA 1901-1902
---	---	---

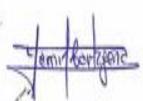
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

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

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH ₄	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					

INTERPRETACION		
pH		Elementos
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = 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