



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del
título de Ingeniero Forestal**

**Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón
Otavalo**

AUTOR

William Andrés Sani Siza

DIRECTOR

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

IBARRA - ECUADOR

2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

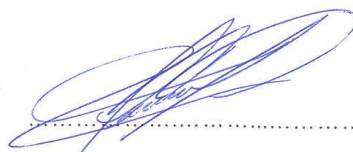
Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo
Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADO

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

Director de trabajo de titulación



Blgo. James Rodríguez Echeverry, PhD.

Tribunal de trabajo de titulación



Ing. Oscar Rosales E, Mgs.

Tribunal de trabajo de titulación



Arq. José Solórzano Avilés

Tribunal de trabajo de titulación



Ibarra - Ecuador

2017



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 ciudadanía:	100324284-7	
Apellidos y nombres:	Sani Siza William Andrés	
Dirección:	Atuntaqui, San Francisco de Natabuela	
Email:	will_and11@live.com	
Teléfono fijo:	Teléfono móvil:	0997025211

DATOS DE LA OBRA	
Título:	Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo
Autor:	William Andrés Sani Siza
Fecha:	
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Forestal
Director:	Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, William Andrés Sani Siza, con cédula de identidad Nro. 100324284-7; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la 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. CONSTANCIA

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 es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 26 de octubre del 2017

EL AUTOR:



William Andrés Sani Siza

C.I.: 100324284-7

ACEPTACIÓN:



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez

JEFA DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, William Andrés Sani Siza, con cédula de identidad Nro. 100324284-7; manifiesto la 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 titulación denominado **Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal 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.

William Andrés Sani Siza

C.I.: 100324284-7

Ibarra, a los 26 días del mes de octubre del 2017

REGISTRO BIBIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 26 de octubre del 2017

William Andrés Sani Siza: **Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo** Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 26 de octubre del 2017. 125 Páginas.

DIRECTOR: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

El objetivo principal de la presente investigación fue. Zonificar las áreas con suelos de aptitud forestal para el desarrollo de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo. Imbabura - Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Definir las especies forestales prioritarias en base a su importancia económica, ecológica y socio-cultural a través de la aplicación de encuestas, zonificar las áreas con criterios ecológicos para el desarrollo de especies forestales prioritarias y validar las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.

Fecha: 26 de octubre del 2017


.....
Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs

Director de trabajo de titulación


.....
William Andrés Sani Siza

Autor

DEDICATORIA

Dedicado totalmente a mis padres Miguel Ángel y Luz María, por el amor, el esfuerzo, el apoyo incondicional que me brindan y que lo han hecho día tras día, por su confianza total y enseñanzas constantes, por ser ejemplo, por aquellas palabras siempre y en los momentos indicados, a ellos por hacer posible lo imposible.

Lenín, tu perseverancia es ejemplo en mi vida.

William

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por el amor, la bondad, la misericordia y la protección que me ha dado siempre, por aquellos milagros visibles y los que no se pueden ver pero que ahí están, porque jamás me ha soltado la mano, y ha permitido que pueda y que siga teniendo grandes experiencias.

A mis padres Luz María y Miguel Ángel que gracias a ellos es este logro.

A mi familia por el apoyo sincero y en todo momento,

A mis amigos y amigas compañeros y compañeras en todas partes por las experiencias compartidas y apoyo dado.

Al ingeniero Hugo Vallejos, gracias por su apoyo en este trayecto.

A cada uno de los asesores como son: James Rodríguez PhD, ingeniero Oscar Rosales, Arq. José Solórzano que aportaron cada uno con sus conocimientos. Así mismo al ingeniero Carlos Carrera por su ayuda fundamental.

A los docentes y personas que han aportado en el proceso de mis estudios y aprendizaje compartiendo experiencias y sus enseñanzas dentro y fuera de esta universidad,

Gratitud a cada uno de ustedes.

William

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
HOJA DE APROBACION DEL COMITÉ ASESOR.....	II
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	III
CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	V
REGISTRO BIBIOGRÁFICO	V
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPITULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 General	2
1.1.2 Específicos.....	2
1.2 Preguntas directrices	3
CAPITULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Fundamentación legal	4
2.1.1 Constitución política de la República del Ecuador.....	4
2.2 Fundamentación teórica	5
2.2.1 Zonificación.....	5
2.2.1.1 Zonificación forestal.	6
2.2.2 Experiencias realizadas de zonificación forestal.....	6
2.2.3 Ecología.....	7
2.2.4 Ecosistema.....	8

	Págs.
2.2.4.1 Ecosistema forestal.....	8
2.2.5 Árbol forestal.....	8
2.2.5.1 Especies nativas o indígena.....	9
2.2.5.2 Especie endémica.....	9
2.2.5.3 Especies exóticas.....	9
2.2.6 Selección de especies.....	9
2.2.7 Bosque.....	10
2.2.7.1 Plantaciones forestales.....	11
2.2.7.1.1 Comerciales o producción.....	11
2.2.7.1.2 De protección y conservación.....	12
2.2.8 Árboles fuera del bosque.....	12
2.2.8.1 Fines socioculturales.....	12
2.2.9 Importancia de las especies forestales prioritarias seleccionadas.....	13
2.2.10 Mejoramiento genético forestal.....	13
2.2.10.1 Selección masal.....	14
2.2.10.2 Caracteres a ser evaluados.....	14
2.2.10.2.1 Arboricultura.....	15
2.2.10.2.2 Plantaciones para la producción de madera.....	15
2.2.11 Ecología de los arboles.....	15
2.2.11.1 Factores climáticos.....	16
2.2.11.2 El Suelo.....	16
2.2.11.2.1 Textura.....	16
2.2.11.3 Aptitud del suelo.....	17
2.2.11.3.1 De aptitud forestal.....	17
2.2.11.3.2 De aptitud agrícola.....	17
2.2.11.4 Zonas de vida en el Ecuador.....	18
2.2.11.4.1 Bosques montanos.....	18
2.2.11.4.2 Páramo.....	18
2.2.12 Ordenamiento territorial.....	19
2.2.12.1 Ordenamiento ambiental territorial.....	19
2.2.12.2 Plan de ordenamiento ambiental territorial.....	20
2.2.13 Sistema de información geográfica.....	20
2.2.13.1 Aplicaciones de los SIG.....	20
2.2.13.2 Elementos de un SIG.....	21

	Págs.
2.2.14	Cartografía 21
2.2.15	Mapa 21
2.2.15.1	Tipos de mapas 22
2.2.16	Coordenadas Geográficas. 22
2.2.16.1	Sistema de coordenadas 22
2.2.16.2	Georreferenciación..... 23
2.2.17	Levantamiento de información 23
2.2.17.1	Etapas de los levantamientos 24
2.2.18	Modelos digitales de elevación 24
2.2.19	Proceso de toma de decisiones..... 24
2.2.20	Evaluación y decisión multicriterio 25
2.2.20.1	Ponderación lineal..... 25
2.2.21	Sistema de ayuda de decisión espacial..... 26
2.2.21.1	Componentes típicos de un SADE..... 26
2.2.22	Encuesta 27
2.2.22.1	De preguntas abiertas 27
2.2.23	Forestación y reforestación en Ecuador 27
2.2.24	Investigaciones relacionadas..... 29
2.2.24.1	Manual de zonificación ecológica de especies forestales y aplicación de modelos de simulación del efecto de cambio climático, México..... 29
CAPÍTULO III.....	31
3 MATERIALES Y EQUIPOS.....	31
3.2	Ubicación del estudio..... 31
3.2.1	Política..... 31
3.2.3	Geográfica 31
3.2.4	Límites..... 32
3.3	Datos climáticos..... 32
3.4	Materiales y equipos 33
3.4.1	Materiales 33
3.4.2	Equipos 33
3.5	Metodología 34

	Págs.
3.5.1 Objetivo 1.- Definición de especies forestales prioritarias en base a su importancia económica, ecológica y socio-cultural.	35
3.5.1.1 Factores de importancia	35
3.5.1.2 Elaboración de encuestas	36
3.5.1.3 Selección de la muestra	36
3.5.1.4 Aplicación de encuestas	37
3.5.1.5 Puntaje y selección de las especies	38
3.5.2 Objetivo 2.- Identificar con criterios ecológicos las áreas para el desarrollo de especies forestales prioritarias.	39
3.5.2.1 Recopilación y fuentes de información existentes	39
3.5.2.2 Generación de cartografía base	40
3.5.2.3 Manejo de los módulos de ArcGIS.	41
3.5.2.4 Base de mapas elaborados.....	41
3.5.2.5 Determinación de las áreas ecológicamente aptas para las especies prioritarias.	42
3.5.3 Objetivo 3.- Validación de las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.	43
3.5.3.1 Fase de Campo	43
3.5.3.1.1 Localización de las especies prioritarias	43
3.5.3.1.2 Evaluación usando selección masal	43
3.5.3.2 Fase de laboratorio	47
3.5.3.2.1 Ponderación lineal.....	48
3.5.3.2.2 Proceso de elaboración de la cartografía	48
CAPÍTULO IV	50
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.2.1 Resultados.....	50
4.2.1.1 Determinación de las especies forestales prioritarias.....	50
4.2.1.1.1 Especies prioritarias aspecto económico.	51
4.2.1.1.2 Especies prioritarias aspecto ecológico.	51
4.2.1.1.3 Especies prioritarias aspecto sociocultural.	53
4.2.1.2 Descripción y requerimientos ecológicos de las especies forestales prioritarias del cantón Otavalo.	55
4.2.1.2.1 Importancia Económica	55

	Págs.
4.2.1.2.2 Importancia Ecológica	56
4.2.1.2.3 Importancia Socio-cultural.....	57
4.2.1.3 Zonificación de áreas con criterios ecológicos.	58
4.2.1.3.1 Mapas de zonificación	58
4.2.1.4 Validación de las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.66	
4.2.1.4.1 Ponderación lineal.....	66
4.2.1.4.2 Intersección de los datos georreferenciados	66
4.2.1.4.3 Cartografía base	69
CAPÍTULO V.....	77
5 DISCUSIÓN.....	77
5.2 Selección de especies.	77
5.3 Zonificación de las especies forestales.	78
5.4 Validación de las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.79	
CAPÍTULO VI.....	81
6 CONCLUSIONES RECOMENDACIONES.....	81
6.2 CONCLUSIONES	81
6.3 RECOMENDACIONES.....	82
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXO 1:	93
ANEXO 2.....	94
ANEXO 3.....	96
ANEXO 4.....	102
ANEXO 5.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Coordenadas de ubicación del Cantón Otavalo	32
Tabla 2. Rango de aptitud y requerimientos ecológicos	49
Tabla 3. Resultado general de las especies forestales.....	50
Tabla 4. Especies prioritarias en el aspecto económico	51
Tabla 5. Especies prioritarias en el aspecto ecológico.....	52
Tabla 6. Especies prioritarias en el aspecto sociocultural.....	54
Tabla 7. Resumen general de especies prioritarias seleccionadas.....	54
Tabla 8. Listado general de especies prioritarias seleccionadas.....	65
Tabla 9. Requerimientos ecológicos del eucalipto.....	67
Tabla 10. Requerimientos ecológicos del pino.....	67
Tabla 11. Requerimientos ecológicos del aliso.....	68
Tabla 12. Requerimientos ecológicos del pumamaqui.....	68
Tabla 13. Requerimientos ecológicos del laurel de cera.....	69
Tabla 14. Requerimientos ecológicos del arrayán.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Mapa base del cantón Otavalo.....	33
Figura 2. Diagrama de procesos del objetivo dos.....	35
Figura 3. Modelo de muestreo discrecional.....	37
Figura 4. Características a evaluar especies aspecto económico.....	45
Figura 5. Criterios para la evaluación.....	45
Figura 6. Valores para la evaluación.....	46
Figura 7. Características a evaluar especies aspecto ecológico y sociocultural.....	46
Figura 8. Criterios para la evaluación.....	47
Figura 9. Valores para la evaluación.....	47
Figura 10. Zonificación eucalipto.....	59
Figura 11. Zonificación pino.....	60
Figura 12. Zonificación aliso.....	61
Figura 13. Zonificación pumamaqui.....	62
Figura 14. Zonificación arrayán.....	63
Figura 15. Zonificación laurel de cera.....	64
Figura 16. Zonificación general de especies forestales.....	65
Figura 17. Zonificación ecológica del eucalipto.....	70
Figura 18. Zonificación ecológica del pino.....	71
Figura 19. Zonificación ecológica del aliso.....	72
Figura 20. Zonificación ecológica del pumamaqui.....	73
Figura 21. Zonificación ecológica del arrayán.....	74
Figura 22. Zonificación ecológica del laurel de cera.....	75
Figura 23. Zonificación ecológica cantón Otavalo.....	76

TITULO: Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo

Autor: William Andrés Sani Siza

Director de trabajo de titulación: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

Año: 2017

RESUMEN

En las actividades como la forestación y reforestación de especies nativas y exóticas que se realizan, de manera general se toma el rango altitudinal como el criterio que determina el lugar donde establecer las especies sin tener una información más a detalle que permita hacer coincidir las especies con los lugares ecológicamente más apropiados para su desarrollo y potenciar estas actividades. Se realizó la zonificación ecológica de seis especies forestales que se determinaron como prioritarias por medio de encuestas realizadas para el cantón Otavalo, las cuales se dividen en tres aspectos; económico: *Eucaliptus globulus* y *Pinus radiata*; ecológico: *Oreopanax ecuadorensis* y *Alnus acuminata*; sociocultural: *Mircyanthes halli* y *Morella pubescens*. Manejando los criterios ecológicos como el rango altitudinal, la zona de vida, textura del suelo, pendiente del terreno, temperatura y precipitación que las especies requieren, se obtuvieron los datos de cada una de ellas, mismos que se ingresaron en el software ArcGIS para obtener los polígonos donde se muestran los lugares que reúnen estos requerimientos para el desarrollo de cada especie dentro del cantón Otavalo. Para la validación, se localizaron los sitios más relevantes donde se desarrollan las especies forestales seleccionadas dentro del cantón, se realizaron evaluaciones fenotípicas y una clasificación de acuerdo a su estado, se georreferenció el sitio y la información obtenida, se ingresó nuevamente en el software ArcGIS, en donde mediante los geoprocesamientos se obtuvo una nueva zonificación que dio como resultado una serie de polígonos que según la clasificación obtenida en las evaluaciones indica los lugares potenciales y moderadamente potenciales para el desarrollo de estas especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo.

TITLE: Ecological zoning of priority forestry species in the Otavalo district

Author: William Andrés Sani Siza

Director of degree work: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

Year: 2017

ABSTRACT

In activities such as afforestation and reforestation of native and exotic species, the altitudinal range is generally taken as the criterion that determines the place where to establish the species without having a more detailed information that could allow matching forest species with the most ecologically appropriate places for their development. It has been proposed to carry out the ecological zoning of six forest species that were determined as priorities, through surveys carried out for the Otavalo district, which are divided into three aspects; economic: *Eucaliptus globulus* and *Pinus radiata*; ecological: *Oreopanax ecuadorensis* and *Alnus acuminata*; sociocultural: *Mircyanthes halli* and *Morella pubescens*. Managing ecological criteria such as the altitudinal range, living area, soil texture, terrain slope, temperature and precipitation required by the species, obtained data from each of them, which were entered into the ArcGIS to obtain the polygons that show the places that meet these requirements for the development of each species in the Otavalo district. For the validation, it has located the most relevant sites where the selected forest species are developed, within the canton, phenotypic evaluations were carried out and a classification according to their status, georeferenced the place and the obtained information, was entered again in the ArcGIS software, where the geoprocessing gave as a result a new zoning showing a series of polygons that according to the obtained classification in the tests indicates the suitable and moderately suitable places for the development of these priority forest species in Otavalo.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La zonificación forestal es la determinación, división y distribución de áreas con características homogéneas más aptas para el establecimiento de plantaciones forestales. (Bello, 2011). (Salazar, 1973) Menciona que en el caso de la zonificación ecológica forestal, esta ha logrado dar una base más técnica que permite conocer los lugares donde se reúnan las condiciones ecológicas convenientes para el crecimiento de las diferentes especies forestales.

Con el objetivo de mantener y aumentar el recurso forestal en el país, se realizan actividades de forestación y reforestación las cuales se las lleva a cabo con una limitada información sobre las condiciones ecológicas existentes en un determinado lugar en relación a los requerimientos ecológicos que las especies necesitan para su desarrollo y muchas veces sin definir que especies forestales son de importancia e interés para ese sector ya sea en aspectos como el económico, ecológico y sociocultural, corriendo el riesgo de que estas actividades no logren cumplir los objetivos planteados. La importancia de identificar áreas con potencial para el desarrollo de las especies forestales de interés, permite ser una alternativa para; regular, administrar, coordinar y focalizar recursos y talentos disponibles en los programas forestales que se realicen.

Según Olivas, Valdéz, Aldrete, Gonzáles y Vera (2007) aseguran que para el establecimiento de plantaciones forestales potenciales, desde una visión agroecológica de la cual nace la zonificación ecológica forestal, es importante tener información de: los requerimientos edáficos, climáticos y fisiográficos de las especies, las características

edafoclimáticas y fisográficas del sitio donde se quiere llevar a cabo el establecimiento de estas especies y de un método que permita unificar los aspectos antes mencionados.

La presente investigación determinó cuáles son las especies forestales prioritarias, en base a las necesidades, intereses y usos de la población del Cantón Otavalo, en términos económicos, ecológicos y socioculturales; así como también los lugares potenciales y moderadamente potenciales para el establecimiento y desarrollo de las mismas, que además de elevar los rendimientos, la resistencia a factores adversos y la conservación de determinadas especies, sea un aporte en la toma de decisiones de las personas responsables en actividades forestales en el cantón.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Determinar las especies forestales prioritarias y su zonificación en suelos de aptitud forestal en el cantón Otavalo.

1.1.2 Específicos

- Determinar las especies forestales prioritarias en base a su importancia económica, ecológica y socio-cultural a través de la aplicación de encuestas.
- Zonificar las áreas con criterios ecológicos para el desarrollo de especies forestales prioritarias.
- Validar las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.

1.2 Preguntas directrices

- ¿Qué especies prioritarias se recomienda implementar en el cantón?
- ¿Cuáles son las zonas más aptas para el establecimiento de las especies prioritarias seleccionadas?
- ¿Cómo se confirman las zonas ecológicas identificadas?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación legal

2.1.1 Constitución política de la República del Ecuador

Art. 282; del Capítulo tercero Soberanía alimentaria; TITULO VI REGIME Y DESARROLLO: El Estado normara el uso y acceso a la tierra, que deberá cumplir la función social y ambiental.

La presente investigación está enmarcada en la línea de investigación de la carrera: Producción y protección sustentable de los recursos forestales, y en las y los objetivos, políticas y lineamientos estratégicos del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017 siguientes:

Objetivo 7 del PNBV: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad Ambiental, territorial y global.

Política y lineamiento estratégico 7.3. Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal. **Literal a:** Desarrollar actividades de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas y adaptadas a las zonas afectadas por procesos de deforestación, degradación, fragmentación, erosión, desertificación e incendios forestales. **Literal f:** fortalecer el sistema de información forestal y promover la investigación para identificar y cuantificar el patrimonio forestal como base para la toma de decisiones respecto a su conservación y manejo.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, el Art. 46 del libro III del régimen forestal, Título VI señala, que los proyectos de forestación y reforestación que se ejecuten en el país se sujetaran a las normas técnicas que establezcan el Ministerio del Ambiente o la dependencia correspondiente a este.

La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, CAPITULO V De las Plantaciones Forestales, el Art. 13 menciona.- Declárase obligatoria y de interés público la forestación y reforestación de las tierras de aptitud forestal, tanto públicas como privadas, y prohíbese su utilización en otros fines. Para el efecto, el Ministerio del Ambiente, formulará y se someterá a un plan nacional de forestación y reforestación, cuya ejecución la realizará en colaboración y coordinación con otras entidades del sector público, con las privadas que tengan interés y con los propietarios que dispongan de tierras forestales.

La expresada planificación se someterá al mapa de uso actual y potencial de los suelos, cuyo avance se pondrá obligatoriamente en conocimiento público cada año.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Zonificación

La zonificación se puede aplicar en diversos campos para ordenar por características ciertos aspectos y tomar así decisiones correctas, en este caso podemos decir que es la división y clasificación de un territorio o superficie de interés en unidades con características homogéneas, estas características que tienen relación a factores que pueden ser ecológicos, económicos, socioculturales, y se las determinan en base al criterio y objetivos sobre el cual se vaya a trabajar en dichas unidades (Breton, 2012).

2.2.1.1 Zonificación forestal.

Uno de los tipos de zonificación, es la forestal, que es aquella sectorización de un territorio mediante lo cual se determinan los lugares más aptos para el establecimiento y desarrollo de plantaciones con especies forestales, sean estas comerciales o de protección (Bello, 2011).

La zonificación ecológica forestal corresponde a una clasificación de la tierra en unidades homogéneas que comparten iguales o similares características ecológicas o requerimientos ambientales más adecuados para un buen desarrollo de especies vegetales o animales que sean de interés (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2014).

De acuerdo con la Revista México Forestal (como se citó en Choto, 2013) es una herramienta importante de información para mejorar las políticas del sector forestal, la zonificación observa la naturaleza y sus características y está diseñada de tal manera que atienda las categorías de: zonas de conservación, producción, restauración, aprovechamiento restringido y las subcategorías de cada una de estas.

2.2.2 Experiencias realizadas de zonificación forestal

En países como Colombia y México se han realizado zonificaciones de tipo forestal con el fin de aumentar y potenciar el crecimiento de las especies forestales que sean de interés en determinados sitios, en el caso de Colombia se ha realizado la publicación de la memoria técnica: Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales a escala 1:100.000 a nivel nacional con el propósito de que las plantaciones comerciales puedan aumentar y a la vez garantizar su éxito, esto al determinar el lugar adecuado para el desarrollo de las especies

forestales de interés respetando las zonas de producción agrícola y de protección y su vez disminuir la presión en los bosques debido a la explotación de madera (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2015)

Cabe mencionar entonces la importancia de la zonificación forestal, ya que muestra donde y que especies se deben plantar de acuerdo a los requerimientos ecológicos que las especies forestales necesitan y las condiciones ambientales existentes en el lugar. En México se realizó un trabajo con el título de: Manual de Zonificación Ecológica de Especies Forestales y Aplicación de Modelos de Simulación del Efecto del Cambio Climático, que permitió conocer las especies de interés en el aspecto económico, ecológico y sociocultural y el área adecuada para cada una de las especies seleccionadas donde se las puede establecer (CONAFOR, 2014). El resultado de este trabajo fue, la obtención de información de los lugares potenciales donde establecer las especies forestales.

También existen zonificaciones agroecológicas para diferentes tipos de cultivos agrícolas que se han realizado en el país con el objetivo de aumentar la productividad de los mismos, como para el caso de arroz, plátano, papa, etc., ya que se realiza un análisis de suelos, clima, altitud, pendiente, obteniéndose así lugares adecuados para establecer estos cultivos en el país mediante el uso de los sistemas de información geográfica (Lasso, L., Espinoza, G., Haro, Renato. s.f). En base a este criterio, la zonificación ecológica de especies forestales prioritarias busca el mismo efecto, que es aumentar la masa forestal de manera potencial.

2.2.3 Ecología

A la ecología se le define como “el conocimiento y estudio de las relaciones de los organismos entre sí y con su mundo circundante”. (Fontana, 2014)

2.2.4 Ecosistema

Se entiende como ecosistema, al grupo de elementos u organismos de distintas especies cuyos procesos de vida están relacionados entre sí y con el medio en que viven. (Malacalza, 2002)

2.2.4.1 *Ecosistema forestal.*

Zona de un paisaje, dominado por una comunidad forestal que interactúa entre si y se desarrolla en un medio ambiente físico, compuesto por la atmosfera y el suelo. (Zanoni, 2010)

2.2.5 Árbol forestal

Dentro de las plantas se menciona a los arboles como individuos vegetales en pie que alcanzan los 10 cm de DAP y tienen cinco o más de cinco m de altura. (Palacios W. , 2011)

También se tiene una definición por parte del Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica (citado por el Sistema de Información de Recursos Forestales [SIREFOR], s.f) la cual menciona que es una planta que vive mas de dos años con la característica de tener un tronco leñoso y elevado haciendo referencia a la altura que tiene este en relacion al suelo dependiendo de la especie y el lugar donde este arbol se encuentre, y que sus ramas esten incertadas ya

sea a una menor o mayor altura del suelo, y que es fuente de materia prima en lo que son productos forestales maderables y no maderables para las diferentes industrias.

2.2.5.1 *Especies nativas o indígena*

Especies que han evolucionado o se encuentran dentro de su área de distribución actual u original que están adaptadas a las condiciones ecológicas del sitio, son también las especies que han sido transportadas naturalmente sin la intervención del hombre. (Food and Agriculture Organization [FAO], 2010)

2.2.5.2 *Especie endémica*

En vocabulario ambiental y en el aspecto forestal, este término refiere a especies de animales y vegetales que nacen, crecen, se desarrollan y reproducen solamente en una región en particular con una distribución restringida en comparación con otras. (Ecuador Forestal, 2012)

2.2.5.3 *Especies exóticas*

También se las conoce como alojenas, y son especies vegetales o animales considerados no nativos del lugar actual, es decir fueron introducidos, que fueron llevados o transportados de forma voluntaria o involuntaria por el hombre. (Ministerio del Medio Ambiente Gobierno de Chile, 2016)

2.2.6 Selección de especies

La distribución de las plantas depende de las condiciones de humedad, suelo, temperatura de cada localidad. Álvarez y Varaona (citado por Choto, 2013).

La decisión de la selección de especies forestales está determinado por los objetivos a cumplirse, fijados en la planificación forestal de un sitio designado. Estos objetivos pueden estar relacionados a temas como la conservación, a la protección o a la producción. (Gonzáles, 2016)

Pemán García, *et al*, (citado por Gonzáles, 2016) propone tener en cuenta algunos criterios, de los cuales se mencionan:

- Criterios económicos: que a más de ser el costo del establecimiento de la plantación, es la utilidad así como su valor y calidad del producto final a obtener de las especies seleccionadas para este fin. Peman García, *et al* (citado por Gonzáles, 2016)
- Criterios ecofisiológicos: que analiza la interacción de las especies con los factores ambientales de un determinado lugar así como los mecanismos de adaptación que permite mejorar el desarrollo de la planta. (Varela, 2011)
- Criterios sociales: “engloba atributos como los de aceptación social de la especie o su utilidad social”. Ruiz de la Torre (citado por Gonzáles, 2016).

2.2.7 Bosque

“Tierra que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotada de árboles de una altura superior a 5 metros, una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles de alcanzar esa altura en situ, no incluye la tierra de uso predominante en agricultura o urbano.” (FAO, 2010)

2.2.7.1 Plantaciones forestales

Las plantaciones forestales corresponden a los bosques que se ha originado o se originarán por el establecimiento de árboles de una o mas especies definidas que cuentan con un diseño de plantación con el fin de cumplir objetivos específicos sea de producción de productos maderables o no maderables, de protección entre otros. (Trujillo, s.f)

2.2.7.1.1 Comerciales o producción

Se reconocen como comerciales a las plantaciones que son establecidas de manera antrópica que en su mayoría no tiene árboles nativos y en algunos casos si, y que son manejados con el propósito de obtener productos maderables o no maderables sean estos por siembra de semillas o al plantar pequeños árboles. (FAO, 2008)

Se denominan plantaciones forestales de producción con fines comerciales, al establecimiento de especies exóticas y en algunos casos especies nativas en un determinado lugar, con excepciones en lugares donde los ecosistemas estén denominados como frágiles, que sean parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Áreas de socio bosque, zonas de protección permanente, y tienen como objetivo el de satisfacer de demanda de productos maderables y también no maderables que generen un ingreso económico a través de su aprovechamiento. (Ecuador Forestal, s.f)

En el caso de la Sierra las especies que se manejan en este tema y que además cuentan con incentivos por parte del MAGAP son: aliso (*Alnus acuminata*), ciprés (*Cipressus sp.*), eucalipto

(*Eucalyptus globulus*), pino (*Pinus patula*; *Pinus radiata*). (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2015)

2.2.7.1.2 De protección y conservación

Estas plantaciones se conforman con especies nativas o introducidas en algunos casos, con el fin de suministrar servicios, se realiza o no generalmente en áreas susceptibles a desastres naturales y cambios ambientales, y tienen por objetivo el de conservar, proteger y mantener los suelos, fuentes de agua en lo que es regulación del ciclo hidrológico, cuidar las especies vegetales y animales, la protección contra los vientos, erosión y otros fenómenos naturales que son las más notables. (silviculturaauvmeif, 2009)

2.2.8 Árboles fuera del bosque

“Los árboles fuera del bosque se definen automáticamente como todos los árboles que quedan fuera de la definición de bosque y de otras tierras boscosas.” (FAO, sf)

2.2.8.1 Fines socioculturales

Los árboles fuera del bosque representan un papel importante con valores, culturales, tradicionales, simbólicos, medicinales, etc. En este caso las especies forestales seleccionadas que son prioritarias en el cantón, están determinadas por el producto o beneficio esperado en el aspecto socioeconómico. (FAO, s.f)

2.2.9 Importancia de las especies forestales prioritarias seleccionadas

- **Importancia económica:** las especies forestales pueden llegar a tener un uso por parte de las personas que genere un ingreso económico, y este ingreso puede ser por la madera o por productos diferentes de la misma. (CONAFOR, 2014)

- **Importancia ecológica:** se refiera a las especies forestales que de alguna manera están con algún tipo de estatus como en peligro de extinción o amenazada, sea por actividades trópicas o antrópicas, que también sean el refugio u hogar de animales o sirvan de alimento por sus frutos, por lo cual es necesario conservarlas en sitios del cantón. Existen otras especies que son muy apreciadas por proporcionar un servicio ambiental. (CONAFOR, 2014).

- **Importancia socio-cultural:** son las que por sus características y beneficios se emplean en algún tipo de culto u otras actividades tradicionales o religiosas, lo cual pone en peligro su existencia en ese lugar, o hace que disminuyan el número de individuos (CONAFOR, 2014).

2.2.10 Mejoramiento genético forestal

Tiene un papel importante en el aumento de la productividad, lo que significa una ayuda a los trabajos de las prácticas silviculturales que se realizan a las especies, así como el poder mejorar el sitio y la calidad ambiental del mismo. (Zamudio, 2002)

En los programas de mejoramiento genético forestal se maneja la variación como materia prima, por ejemplo la altura, forma del fuste, copa, etc., que son las diferencias entre cada

individuo, las cuales se deben a: factores hereditarios codificados en su ADN y a factores ambientales que son una respuesta al medio en que los individuos se desarrollan. (Marcó, s.f)

2.2.10.1 Selección masal

“La selección de árboles se basa solamente en su fenotipo (aparición externa) Resulta efectiva cuando se selecciona caracteres de alta heredabilidad como la forma y la densidad de la madera. (Marcó, s.f)

La selección masal se aplica bien en caracteres que tienen alta heredabilidad, donde el genotipo se refleja de una buena manera fenotípicamente. Es el único método que puede ser utilizado tanto en rodales naturales como en plantaciones donde el pedigree es desconocido y raramente se usa cuando este si se conoce o se tiene información. (Zamudio, 2002)

2.2.10.2 Caracteres a ser evaluados

Zobel y Talbert (citado por Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F Y., Murillo. 2010) menciona que, las bases que debemos tener en cuenta para realizar una evaluación en MGF es que deben tener.

- Alto control genético (heredabilidad).
- Alta variación genética (sobresalir de los demás).
- De fácil medición.

Según (Vallejos *et al*, 2010) hoy en día las plantaciones se dividen en grupos con objetivos y manejos que varían una de otra, como son; arboricultura, plantaciones para la producción de

madera solida de alta calidad, plantaciones para la producción de biomasa, y para realizar la evaluación de las especies forestales prioritarias, en la investigación se usa las dos siguientes:

2.2.10.2.1 Arboricultura

Que abarca lo que se refiere a paisajismo, restauración y otros, y que se evalúan caracteres como son la capacidad de floración, forma de copa, sanidad, vigor, entre otros. Torres y Magaña (citado por Vallejos *et al* 2010)

2.2.10.2.2 Plantaciones para la producción de madera

Se refiere al árbol que invierte su mayor energía en la formación del fuste y que es esta característica el principal criterio de evaluación, así como la de su dominancia apical. (Vallejos, *et al* 2010)

2.2.11 Ecología de los arboles

El tener información de los factores influyentes en el desarrollo de las especies forestales o frutales como son el suelo y el clima, nos dará una alternativa para poder seleccionar el sitio más apropiado donde se puedan establecer plantaciones, con el fin de aumentar su productividad creando o modificando microambientes, como también minimizar los efectos adversos que el ambiente puedan provocar hacia determinadas especies. (Morelli, 2014)

El buen desarrollo de las especies forestales y su producción están relacionados a la constitución genética y buen estado de salud de la planta, pero esta capacidad está condicionada

a la manera de como la plata se adapten a unas determinadas condiciones ecológicas del sitio.
(Morelli, 2014)

2.2.11.1 Factores climáticos.

Donoso (citado por Montero, 1999) indica que los factores como la precipitación y temperatura son los que tienen una influencia mayor en la distribución y desarrollo de los bosques, es así que estos dos factores pueden ser usados a niveles regionales, como índices de producción forestal. La precipitación por si sola un factor de poco valor ya que este es afectado por la topografía y el suelo y que está relacionado siempre con la temperatura.

2.2.11.2 El Suelo.

El suelo como un factor importante dentro del crecimiento de los árboles, es uno de los recursos naturales renovable de la tierra en donde se desarrollan actividades que relacionan al suelo mismo, a los organismos, y al medio ambiente. (Marconi, 2011)

2.2.11.2.1 Textura

La textura se define como la proporción y tamaño de las distintas partículas que constituyen el suelo y que están clasificadas en tres grupos principales: arenas limos y arcillas, los suelos que mantienen un buen equilibrio en sus proporciones constituyen una característica importante en la aireación, capacidad de poder retener el agua necesaria y los nutrientes para el buen desarrollo de los árboles (Scharenbronch, s.f)

2.2.11.3 Aptitud del suelo

La aptitud del suelo se define como el grado de idoneidad que presenta el territorio para un determinado uso o actividad, este debe ser medido considerando el grado en que el medio cumple con los requisitos que requiere una determinada actividad y los efectos que dicha actividad provoca sobre el medio. Santacruz (2015).

2.2.11.3.1 De aptitud forestal

Tierras con limitaciones para la agricultura, con aptitud para realizar un manejo forestal con fines de producción y aprovechamiento en el caso de plantaciones y en bosques nativos de manera sostenible sin que se afecte negativamente a otros recursos naturales. En el caso de tierras forestales para la protección, son tierras marginales para usos agrícolas y tienen como objetivo preservar el ambiente natural. Es decir, son apropiadas para actividades forestales de protección y conservación como también para la investigación (Instituto Nacional de Bosques [INAB]. s.f).

2.2.11.3.2 De aptitud agrícola

La aptitud de los suelos hace referencia a la capacidad que estos tienen para la actividad agrícola, con lo mencionado no quiere decir que en un suelo de pobre aptitud agrícola no se vaya a producir o desarrollar algún cultivo de interés, esto significa que la productividad será menor a la de un suelo netamente de aptitud agrícola, a menos que se invierta grandes cantidades de recursos y talentos para superar esos desafíos. Peña, C., Pacheco, C., Romero, E., Suniaga, J., Vásquez, J., Dávila, M y Rojas, J. (2006).

2.2.11.4 Zonas de vida en el Ecuador

“Los bosques de montaña presentan una combinación peculiar de humedad, temperatura, geomorfología e historia evolutiva que determinan una diversidad florística a diferentes escalas.” Y la combinación de factores propios de los bosques montanos de la Sierra ecuatoriana ha creado un lugar y ambiente apropiado para la diversificación y mantenimiento de las especies. Stadmiiller 1987; Gradstein 2008 (citado por Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012)

2.2.11.4.1 Bosques montanos

Son bosques que se hallan a partir de los 400 m s.n.m y se extienden hasta los 3400 y 3700 m s.n.m en el centro y norte del país, y en el sur hasta 2800 m s.n.m sobre las montañas andinas entre los páramos y las selvas, la característica de estos bosques es una extraordinaria humedad y presentan una compleja estructura con varios niveles o pisos. La topografía de los Andes, la diferencia entre altitud y relieve generan una variedad de microclimas distintos en cortas distancias creando una gran variedad de espacios para la vida de la flora y fauna. (García, M., D. Parra P. y P. Mena V., 2014)

2.2.11.4.2 Páramo

El páramo es un ecosistema donde ya casi no hay árboles por ser el lugar de vida antes del hielo. Este ecosistema se encuentra a partir de 3400 y 3700 m s.n.m y en el sur del país a partir de los 2800 m s.n.m, las especies que habitan este sitio tienen la capacidad para poder vivir donde el agua es abundante pero falta el calor. (García, M. *et al.*, 2014)

2.2.12 Ordenamiento territorial

El territorio es el espacio en el cual se encuentran los recursos naturales donde los seres humanos, en este caso los ciudadanos ecuatorianos tenemos nuestro hábitat y ejercemos nuestros derechos así como responsabilidades y sobre el cual el Estado Ecuatoriano ejerce su soberanía. (Asamblea Nacional, 2016)

Según la (Asamblea Nacional, 2016) menciona que: “ordenamiento territorial es el proceso y resultado de organizar espacial y funcionalmente las actividades y recursos en el territorio, para viabilizar la aplicación y concreción de políticas públicas democráticas y participativas y facilitar el logro de los objetivos de desarrollo.”

En el caso de Colombia una de las definiciones que se le da al ordenamiento territorial es, que es un conjunto de acciones estipuladas, que son llevadas a cabo por el Estado y para el caso del Ecuador por los gobiernos autónomos descentralizados que estén acorde con lo demandado en la Constitución, disponer los instrumentos necesarios para que se gobierne las jurisdicciones las cuales estén a cargo, regular y administrar sus espacios de acuerdo a sus estrategias como pueden ser; desarrollo social, económico y cultural, todo esto respetando y estando en armonía con el ambiente. (Granada, s.f)

2.2.12.1 Ordenamiento ambiental territorial

Según (Granada, s.f) el ordenamiento ambiental territorial es el que proporciona una línea de orientación en el procesos de establecimiento, uso y transformación del territorio mediante la presentación del Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial., el OAT debe determinar

cuáles son las áreas preferenciales para cada actividad de interés y establecer criterios de compatibilidad entre estas y las condiciones del suelo.

2.2.12.2 Plan de ordenamiento ambiental territorial

“Es un instrumento de gestión que fundamenta, las políticas, los objetivos, y estrategias de desarrollo municipal, regional y nacional. “(Granada, s.f).

El POAT tiene como objetivo mostrar el modelo de desarrollo que la administración tiene, para esto se definen zonificaciones y usos de suelo, a más de establecer normas, reglamentos, ordenanzas para fortalecer la capacidad de gestión. (Granada, s.f).

2.2.13 Sistema de información geográfica

Martínez, (2008, citado por Choto, 2013). menciona que a un SIG puede le puede definir como un sistema integrado constituido por hardware, software, datos, metodologías y recurso humano, diseñado para unir, manejar, modelar, analizar y representar generalmente en forma de mapas la información que está relacionada a una localización geográfica o espacial del planeta tierra.

2.2.13.1 Aplicaciones de los SIG.

Se menciona que la utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica radica en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales. IGAC (citado por Choto, 2013).

2.2.13.2 Elementos de un SIG

Los sistemas de información geográfica se caracterizan por tener cinco componentes como son: hardware del computador (parte física del sistema), software del computador (programas de aplicación), datos o información, el equipo humano y el procedimiento o métodos (Olaya, 2011).

2.2.14 Cartografía

“La cartografía tiene por objetivo reunir y analizar datos y medidas de las diversas regiones de la Tierra y representar gráficamente a una escala reducida, pero de tal modo que todos los elementos y detalles sean claramente visibles.” (Raisz, 2005)

2.2.15 Mapa

Un concepto según él (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2007) menciona que es una representación de la superficie curva del planeta sobre una superficie plana mediante el uso de líneas, puntos, polígonos o símbolos gráficos que tratan de representar la realidad existente, que sirve como material de análisis y de desarrollo a más de que nos da a conocer datos e interacciones que se dan en la Tierra o en un determinado lugar y así poder realizar una planificación adecuada según los objetivos a alcanzar.

2.2.15.1 Tipos de mapas

Existen una gran variedad de mapas, algunos de los que se toman en cuenta en la investigación son:

- Mapas base: Refleja de una manera exacta y representativa, las relaciones de una selección de diferentes accidentes geográficos contiene curvas de nivel, relieve, ríos y laguna, vías, centros poblados, infraestructura: represas, canales de riego y acequias, línea férrea, poliductos. Maldonado (citado por Choto, 2013)
- Mapas temáticos: Representan una temática especial que se expresa sobre el territorio (cobertura vegetal y uso del suelo, riegos naturales, cobertura de servicios básicos, cantidad de habitantes, clima, plantaciones forestales, áreas protegidas, etc.) Maldonado (citado por Choto, 2013)

2.2.16 Coordenadas Geográficas.

Son los paralelos y meridianos que forman una red geográfica de líneas imaginarias que permiten determinar con exactitud la ubicación de un punto cualquiera en la superficie terrestre calculando la latitud y longitud, así los meridianos permiten determinar y diferenciar las horas los paralelos nos ayuda a conocer la distribución de las variables del clima. Cruz, M. (2016)

2.2.16.1 Sistema de coordenadas

Se menciona que un sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencia usado para localizar y medir elementos geográficos. Para representar el mundo real, se utiliza un sistema de coordenadas en el cual la localización de un elemento está dado por las magnitudes de latitud y longitud en unidades de grados, minutos y segundos. Butler (citado por Choto, 2013).

2.2.16.2 Georreferenciación

Tal y como menciona Suárez, et al. (Citado por Castro, 2012). La georreferenciación es el proceso de ubicación real de un punto en el mapa o en el espacio físico de los rasgos geográficos (con miras en la posibilidad del monitoreo de la dinámica), esto implica destrezas en la lectura de coordenadas de tal forma se agranda la escala para obtener mayor detalle en la producción de mapas temáticos que se constituyen una herramienta indispensable para el ordenamiento del territorio.

2.2.17 Levantamiento de información

El GPS es un sistema que permite al usuario conocer y obtener la posición de un punto sobre la Tierra a través de la medición de las distancias que realizan las antenas emisoras de los satélites que se enlacen y la antena del aparato receptor localizado en el campo, para conocer la ubicación de un punto sobre la tierra, se necesita como mínimo de tres satélites y la precisión de dichas coordenadas dependerá del tipo de observaciones que se realicen, el lugar donde se lo realice así mismo como de la metodología usada. González (s.f).

2.2.17.1 Etapas de los levantamientos

“Según el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, todo levantamiento cartográfico con equipo GPS deberá hacerse siguiendo una secuencia operativa que contemple las siguientes etapas.” (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016).

Proceso:

- Planeación
- Reconocimiento
- Establecimiento de puntos base
- Levantamiento de la información geográfica
- Proceso Informático
- Evaluación
- Memoria de los trabajos

2.2.18 Modelos digitales de elevación

“Es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos o los objetos que se encuentran presentes en el mismo.” (Instituto Nacional de Estadística y Geografía., 2016).

2.2.19 Proceso de toma de decisiones

El tomar decisiones es propio del ser humano, y esta acción natural refleja o da una idea de la capacidad de tomar decisiones por sí mismo y la libertad que tiene para hacerlo frente a un sin número de acontecimientos. Desde los inicios este proceso de tomar decisiones era determinado por dos aspectos fundamentales como eran la experiencia e intuición, debido a la complejidad de la toma de decisiones que día a día se realiza, hay un nuevo planteamiento, que es información-razonamiento. (Moreno, J., Aguarón, J., Cano, F., Escobar, M. 1998)

2.2.20 Evaluación y decisión multicriterio

Toscano, G. (2005). Menciona que entre un conjunto de varias y posibles alternativas, la evaluación y decisión multicriterio es una alternativa para elegir la más factible, este es un método que se usa especialmente para la toma de decisiones frente a problemas que abarcan temas intangibles a evaluar. La evaluación y decisión multicriterio no toma en cuenta la posibilidad de por su medio encontrar una alternativa inmejorable, el decisor conjuntamente con los objetivos establecidos con anterioridad tomaran la decisión en función de las preferencias, y el asunto de los métodos multicriterio consiste en:

- Elegir la(s) mejor(es) alternativa(s)
- Aceptar las alternativas que parecen buenas y rechazar aquellas que parecieren malas.
- Generar en orden de mejor a peor las alternativas consideradas.

2.2.20.1 Ponderación lineal

Es un método muy utilizado y sencillo ya que asigna un valor y se evalúa cada criterio que esté dentro de cada alternativa y así se puede obtener una puntuación global de cada alternativa,

al final este método permite ordenar las alternativas en función del total de la suma obtenida y el que tenga más puntuación es la más recomendada y las siguientes en orden de puntuación.

Rivera, L., Cardona, L., Palacios, L., Rodríguez, M. (2012).

2.2.21 Sistema de ayuda de decisión espacial

Esta herramienta tiene como finalidad el ayudar en la toma de decisiones elaborando y evaluando soluciones alternativas para el problema que se requiere dar solución a partir de un análisis de objetivos. Wismadi 2013; Janssen 1992, citado por (Bosque y Gómez, 2010). Se puede definir al SADE como “un conjunto de elementos tanto de carácter físico (ordenadores, periféricos etc.) como lógico (programas, datos, procedimientos) que proporcionan el entorno adecuado para la adopción racional de decisiones sobre problemas espaciales mal definidos” López y otros (citado por Bosque y Gómez, 2010)

La diferencia marcada entre otros sistemas de ayuda para tomar decisiones y el SADE está dada por la característica de información espacial y su elaboración cartográfica. Shafiri *et al* (citado por Bosque y Gómez, 2010)

2.2.21.1 Componentes típicos de un SADE

Se conforma de cuatro elementos principales:

- Datos que pueden ser espaciales y no espaciales.
- Un gestor de la base de datos.
- Un gestor del análisis de la información.
- Una interfaz para crear y generar los informes. Janssen, (citado por Bosque y Gómez 2010)

2.2.22 Encuesta

Para Sandhusen, citado por (Hernández, García, López, Rodríguez. s,f) las encuestas son capaces de obtener la información en orden por parte de los encuestados a través de preguntas, ya sean personales, telefónicas o por correo.

La encuesta es una búsqueda ordenada y planificada de información en la que una persona pregunta a las personas encuestadas sobre datos de interés que desea obtener, para luego de este trabajo reunir estos datos y así obtener un resultado para la investigación. Este procedimiento se lo realiza a todas las personas de interés haciendo las mismas preguntas, en el mismo orden, y en una situación similar. Díaz, V. (2005).

2.2.22.1 De preguntas abiertas

Rincón. (2014). Indica que son las que proporcionan información textual, es aquella que da una respuesta libre según la opinión de las personas encuestadas esto según el tipo de pregunta y el interés de ellas. Además como indica Pope (citado por Rincón, 2014) estas preguntas ayudan enriquecer un informe y da información acerca de la opinión de un grupo de personas.

2.2.23 Forestación y reforestación en Ecuador

La deforestación es un problema que requiere acciones rápidas, concretas por parte de autoridades y población en general. En el periodo del año 2008 – 2012 la deforestación fue de 65.680 ha al año, esta cifra ha disminuido en relación a periodos anteriores lo que quiere decir

que tiene una tendencia a la disminución de la deforestación, esto se da gracias a los programas de reforestación que han implementado el estado como el sector privado. (MAE, 2014).

El Estado ecuatoriano a través del MAGAP como ente regulador han llevado a cabo el programa de incentivos forestales para la reforestación con fines comerciales y de producción con especies tales como: Pino *spp*, *Alnus acuminata*, *Eucalipto spp*, estas especies se están aplicando en lo que es el cantón Otavalo y se añade *Cupressus spp*, y *Alnus nepalensis* para lo que es algunas partes de la sierra del Ecuador. Esto ha hecho que las personas naturales y jurídicas así como las asociaciones campesinas puedan impulsar la reforestación y forestación en el Ecuador con ayuda económica que reciben por parte del estado a través de la Corporación Financiera Nacional siguiendo un proceso y cumpliendo ciertas normas establecidas por la autoridad competente para acceder a estos beneficios. (MAGAP, 2015)

De la misma manera el MAE por medio de convenios con instituciones públicas y privadas, los gobiernos autónomos descentralizados, comunidades y más organizaciones han impulsado la forestación y reforestación en Ecuador con especies nativas, en este caso para la protección de cuencas, bosques, áreas naturales, suelo y su recuperación, vida silvestre, etc. El resultado de estas acciones por parte del estado y sector privado ha conseguido que haya un incremento de la masa forestal y tienda a que exista un equilibrio entre reforestación, forestación y deforestación.

Uno de los aspectos y parámetros importantes que se toma dentro de los programas y actividades mencionadas y el cual mide el éxito de estas actividades es el porcentaje de prendimiento de las especies forestales sean nativas o exóticas luego de su establecimiento, estos porcentajes según el MAE son de 80 – 85 % , teniendo casos incluso de 60 % (com. pers.

Bolívar Montenegro 19 de julio 2016). El MAGAP maneja datos similares que son 85 – 92 % de prendimiento por ser plantaciones de producción, estos porcentajes que en su mayoría aceptables son por el cuidado silvicultural que se le da después de su plantación, reconociendo que estos cuidados también elevan costos de los programas (com, pers, Fausto Mejía 19 de julio 2016). Un punto de discusión en esta parte es el desacuerdo que existe por parte de las parroquias y comunidades sobre estos porcentajes con los cuales ellos no están de acuerdo mencionando que el prendimiento es más bajo a decir de 50, 60, 70%. (com, pers, Jorge de la Torre 26 de mayo 2016).

El resultado de esta investigación ayudara a que el porcentaje de prendimiento de las especies forestales se mantenga aceptables y mejoren, así como el desarrollo de las mismas sea el mejor y reducir el riesgo de siniestrabilidad en los programas forestales, esto al tener información más detallada como una alternativa que indique donde establecer estas especies de acuerdo a sus requerimientos ecológicos que necesitan.

2.2.24 Investigaciones relacionadas

2.2.24.1 Manual de zonificación ecológica de especies forestales y aplicación de modelos de simulación del efecto de cambio climático, México.

La investigación se realizó en México donde se seleccionaron las especies forestales prioritarias, catalogadas mediante sus funciones prioritarias esto de acuerdo la Subgerencia de Germoplasma Forestal. A más de identificar las especies forestales prioritarias se identificó los lugares y el área considerada potencial donde estas se pueden desarrollar mejor de acuerdo a los requerimientos ecológicos que estas especies necesitan.

(CONAFOR, 2014), al finalizar la investigación determina las especies prioritarias, el lugar y área donde establecer: *Pinus oaxacana* con un área de 4.896,05 ha considerada como potencial, en el Municipio de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Swietenia macrophylla* con un área de 778,87 ha potenciales en el Municipio de Tacotalpa, Tabasco. *Yucca filifera* con un área de 19.598,85 ha potenciales en el Municipio de Miquihuana, Tamaulipas, estos sitios se determinaron como lugares potenciales para el establecimiento cumpliendo con los requerimientos ecológicos para las especies, una vez completado lo anterior se realizó una validación en el campo con una rápida valoración fenotípica de las especies seleccionadas completando así el trabajo.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y EQUIPOS

3.2 Ubicación del estudio

3.2.1 Política

El estudio se realizó en el Cantón San Luis de Otavalo a 24,4 km del Cantón San Miguel de Ibarra, Provincia de Imbabura.

3.2.2 Descripción del sitio de laboratorio

Los datos digitales de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo de acuerdo al oficio Nro. SENPLADES-SZ1N-2016-0296-OF fueron analizados en el laboratorio de Geomática que es el encargado de administrar el Sistema de Información Geográfica que se encuentra ubicado dentro de la Universidad Técnica del Norte, en el edificio del Centro Académico de Idiomas. En el sector el Olivo, avenida 17 de Julio, ciudad de Ibarra.

3.2.3 Geográfica

El cantón San Luis de Otavalo se encuentra ubicado en la provincia de Imbabura entre los 960 a 4440 m s.n.m y con las coordenadas planas UTM aproximadas como se indica en la tabla 1 y con una superficie de 50.747 ha.

Tabla 1: Coordenadas de ubicación Cantón Otavalo

Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y
Norte	18430	36880
Este	778280	806130

Fuente: IGM, cantón Otavalo

Elaborado por: William Sani

3.2.4 Límites

Limita al norte con los Cantones Santa Ana de Cotacachi, Antonio Ante y San Miguel de Ibarra, al sur con el Cantón Pedro Moncayo y Distrito Metropolitano de Quito, al este con los Cantones San Miguel de Ibarra y Cayambe y al oeste con el Cantón Santa Ana de Cotacachi. PDOT Otavalo (2015)

3.3 Datos climáticos

La temperatura media anual es de 9 - 21° C, y la precipitación abarca un rango que va desde los 800-1800 mm anuales, los meses más lluviosos son enero – mayo y septiembre – noviembre, mientras que los mes de menor precipitación son junio – agosto. PDOT Otavalo (2015)

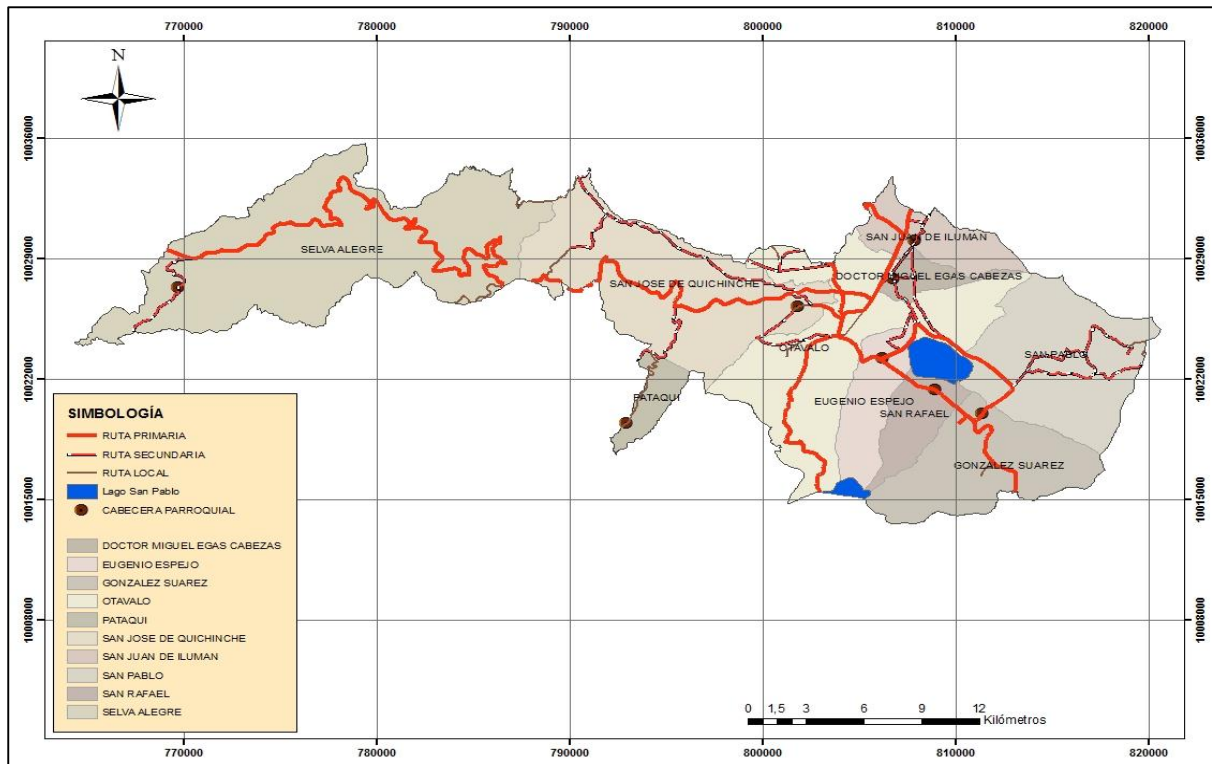


Figura 1: Mapa del cantón Otavalo

Elaborado por: William Sani

3.4 Materiales y equipos

3.4.1 Materiales

- Cinta métrica.
- Cámara fotográfica digital.
- Libreta de campo.

3.4.2 Equipos

- GPS.
- Hipsómetro.
- Computador Portátil.

- Software ArcGIS 10.2
- Cartografía digital a diferentes escalas.

3.5 Metodología

La investigación se basó en la metodología del “MANUAL DE ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DE ESPECIES FORESTALES Y APLICACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMATICO 2014-2018” de CONAFOR México. (CONAFOR, 2014). El modelo de la metodología que explica CONAFOR tiene como objetivo el realizar una zonificación de especies forestales seleccionadas técnicamente por la Subgerencia de Germoplasma Forestal, catalogadas de interés común por sus características de uso en aspectos económico, ecológico, cultural y social. Así mismo la investigación toma como base el modelo de Burgos que utilizó Rodolfo Salazar en la Zonificación Ecológica de *Pinus caribean* vaar. *hondurensis* Barr. Y Golf y *Tectona grandis* Linn. (Salazar, 1973) Para Honduras, donde realizó un proceso de determinación de requerimientos ecológicos de las especies de interés mediante cartografía e intersecciones de información, y así determinar las áreas potenciales y aptas para el desarrollo de las especies forestales.

Para la elaboración cartográfica se basó en el diagrama de procesamiento de datos de la Metodología para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador Continental (2012) tal como se muestra en la figura 2.

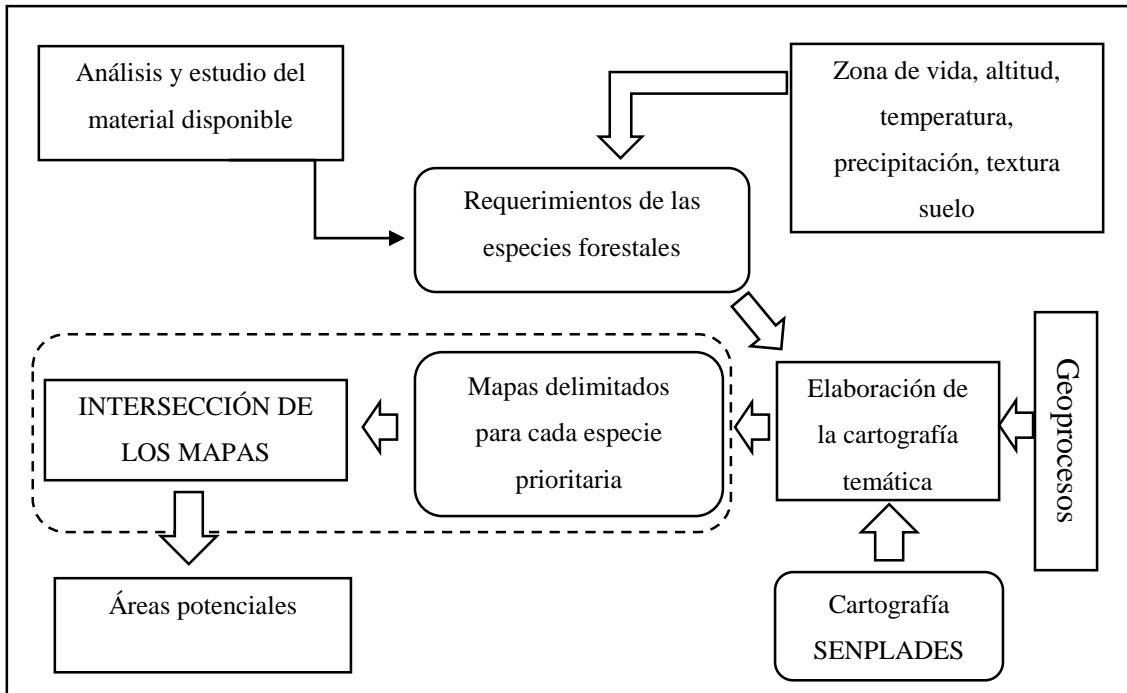


Figura 2. Diagrama de procesos objetivo dos.

Fuente: Metodología para la representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental (2012) y adaptada por William Sani

3.5.1 Objetivo 1.- Definición de especies forestales prioritarias en base a su importancia económica, ecológica y socio-cultural.

3.5.1.1 Factores de importancia

Para la definición de las especies forestales prioritarias se trabajó con tres factores de importancia, y que son de interés para la población en el área forestal dentro del cantón Otavalo.

- Importancia económica.
- Importancia ecológica.
- Importancia socio-cultural.

Se trabajó con estos tres aspectos para mantener un equilibrio y variabilidad entre las especies forestales y el uso que se les puede dar, a más de identificar y fortalecer los sitios en donde estas especies se puedan desarrollar de manera adecuada.

3.5.1.2 Elaboración de encuestas

Se realizaron las encuestas estructuradas con preguntas de respuesta abierta para ser aplicadas en los sitios que se menciona en la metodología y manejando un mismo esquema para todas las personas a quienes se va a realizar la encuesta, las preguntas de respuesta abiertas permiten el poder contestar con sus propias palabras las ideas u opiniones que el encuestado considere oportunas según el objetivo e interés de la encuesta. Aznar, J., Gallego, M., Medianero, M., Soto, E., Vegas, L. (s.f)

La encuesta debe contener las siguientes características:

- Ser realizada y creada por el investigador.
- Ser comprensible y manejar un vocabulario adecuado para las personas.
- No dar preferencias a un factor de importancia determinado.
- Manejar una escala de puntuación.
- No inducir a posibles respuestas.
- Estar redactado en forma clara.

3.5.1.3 Selección de la muestra

- GADS Parroquiales: San Juan de Ilumán, Miguel Egas Cabezas, San José de Quichinche, San Pedro de Pataquí, San Rafael, San Pablo del Lago, Gonzáles Suárez, Eugenio Espejo, Selva Alegre.
- Comunidades de las parroquias mencionadas.

3.5.1.5 Puntaje y selección de las especies

Para conocer el puntaje que corresponde de cada especie se utilizó una escala de puntuación que se aplicó en las encuestas realizadas, fue de uno a cinco puntos en cada aspecto de importancia, siendo la máxima cinco puntos, la mínima de un punto, y la intermedia de tres puntos, los resultados obtenidos según el criterio y la opinión de las personas donde se realizó las encuestas se tabularon y clasificaron en cada tabla correspondiente a cada aspecto de importancia de manera ordenada.

En las encuestas que se realizaron, en algunos casos, una determinada especie tuvo uno o más tipos de importancia, pero la frecuencia de mención de la especie y la suma total de las puntuaciones con que cada especie fue asignada determinó si es prioritaria y la importancia a la cual esta pertenece, se tomó las dos primeras especies que obtuvieron los más altos puntajes para realizar la zonificación ecológica forestal en el cantón.

3.5.2 Objetivo 2.- Identificar con criterios ecológicos las áreas para el desarrollo de especies forestales prioritarias.

3.5.2.1 Recopilación y fuentes de información existentes

Para la elaboración de los mapas de zonificación para cada una de las especies forestales prioritarias se realizó una recopilación de información de trabajos precedentes sobre el tema de zonificación en la región y fuera del país, así como una consulta bibliográfica detallada de los criterios ecológicos que cada especie forestal considerada prioritaria requiere para su desarrollo en términos de:

- Rango altitudinal.
- Temperatura.
- Precipitación.
- Textura del suelo.
- Zona de vida.
- Pendiente: se basó en los parámetros para determinar las zonas disponibles para la reforestación con fines comerciales y de protección del MAGAP (2015).

Se obtuvo información oficial digital otorgada por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo de acuerdo al oficio Nro. SENPLADES-SZ1N-2016-0296-OF en lo que se refiere a capas vectoriales en términos de:

- Tipos de clima.
- Curvas de nivel.
- Textura de suelos Sierra.
- Zonas de vida.
- Red vial, poblados y comunidades, ríos y quebradas, etc.

3.5.2.2 Generación de cartografía base

Mediante el uso del software ArcGIS, la capa de trabajo se georreferenció en la proyección: DATUM_ WSG_1984_UTM_Zona_17N en la cual el cantón Otavalo se ubica.

Las capas vectoriales usadas, sus escalas y la institución que la generó se indican a continuación:

- E: 1:50000, INEC, provincias, cantones, parroquias.
- E: 1:50000, sistema ambiental, ecológico Sierra, SIGTIERRAS, identificación de las zonas de vida.
- E: 1:50000, sistema ambiental, pendiente Sierra, SIGTIERRAS, rangos de pendientes Sierra.
- E: 1:50000, sistema ambiental, textura Sierra, SIGTIERRAS, clasificación de texturas del suelo.
- E: 1:250000, IGM, cartografía digital básica.
- E: 1:1000000, sistema ambiental, Isoterma, INAMHI, representación de las temperaturas medias.

- E: 1:1000000, sistema ambiental, Isoyeta, INAMHI, representación de las precipitaciones medias.

3.5.2.3 Manejo de los módulos de ArcGIS.

ArcMap permite visualizar los datos con los que se vaya a trabajar, una vez obtenido las capas vectoriales se procede a su posterior delimitación en el área de trabajo que corresponde al cantón Otavalo mediante la herramienta clip, las delimitaciones se aplicaron a:

- Capas climáticas
- Capas Edáficas
- Capas de las zonas de vida
- Capas de información requeridas para la investigación

Los Modelos Digitales de Elevación (DEM) trabajados con la interfaz o módulo de ArcToolbox permitió generar mapas de altitudes y pendientes, esto resulta muy importante para determinar la distribución natural de las especies seleccionadas.

3.5.2.4 Base de mapas elaborados

Listado de mapas temáticos realizados para el proceso de elaboración de la zonificación.

1. Mapa base del cantón Otavalo.
2. Mapa de altitudes. (Distribución de las especies forestales.).
3. Mapa de tipo de suelos. (Textura.).

4. Mapa de pendientes.
5. Mapa tipo clima. (Temperatura, Precipitación.).
6. Mapa de zonas de vida.
7. Mapa de zonificación

3.5.2.5 Determinación de las áreas ecológicamente aptas para las especies prioritarias.

Una de las herramientas de geoprocésamiento usadas fue *intersect* la cual permite que las múltiples capas con información puedan unirse creando un nuevo shapefile vector con una tabla de atributos en la cual se encuentra toda la información de cada archivo shape añadido e intersectado.

Dentro de los atributos de cada intersección realizada para cada especie, el sistema de lenguaje estructurado SQL por sus siglas en inglés (Structured Query Language) permite clasificar datos e información de las capas vectoriales intersectadas. Así se obtuvo la selección de áreas con características requeridas por la especie que posteriormente se delimitó y conoció la superficie total y las parroquias en donde se localizan estas áreas y son parte de esta zonificación.

3.5.3 Objetivo 3.- Validación de las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.

Para la elaboración y la obtención de resultados de este objetivo se tuvo dos fases de trabajo las cuales fueron en el campo y en el laboratorio.

3.5.3.1 Fase de Campo

3.5.3.1.1 Localización de las especies prioritarias

Se seleccionó un sitio representativo que contenga las especies a evaluar y el cual debe cumplir con ciertos criterios y parámetros establecidos para la especie. Para ello Se realizó una serie de consultas en las instituciones públicas y a personas de las comunidades para obtener la información de los lugares donde posiblemente se localizan y desarrollan las especies prioritarias.

Una vez obtenidas las referencias, se realizaron recorridos de campo por el cantón para verificar su existencia y el estado en que se encuentran estas especies forestales seleccionadas como prioritarias para el cantón Otavalo y realizar su georreferenciación.

3.5.3.1.2 Evaluación usando la selección masal

Localizado el lugar, se realizó una rápida evaluación fenotípica en la cual se identificó la condición de los individuos y se determinó lo siguiente:

- Lugar potencial, cuando la especie forestal tiene presencia de individuos clase uno y clase dos, considerando como individuos clase uno aquellos que tienen características fenotípicas excelentes, que cumplen con la importancia para el que fue seleccionado; mientras que los individuos clase dos, son los que tienen características fenotípicas aceptables, que no cumplen con todos los criterios establecidos para la especie; pero que algunos pueden ser tomados en consideración con ciertas reservas y restricciones.
- Moderadamente potencial si existen individuos con clase dos en su mayoría, y algunos con clase uno.

El proceso de evaluación consistió en efectuar una valoración de calidad de la fuente o lugar seleccionado con la especie prioritaria. Se dio prioridad a dos lugares donde existan las especies forestales con buenas características. (CATIE, 1996).

Es importante recalcar que los criterios de calificación deben estar en función del uso e importancia para el cual fueron seleccionadas las especies, y se deben concentrar en las características como forma de fuste, bifurcación, ramificación, y factores como el crecimiento en altura y diámetro. (CATIE, 1996)

Para especies aspecto comercial:

- Clase uno: arboles excelentes, (en su mayoría dominantes y poco codominantes, fustes rectos, sin bifurcaciones, ramas delgadas, sanos, fuste cilíndrico sin acanalamientos y homogéneos)

- Clase dos: arboles buenos, (dominantes, y en su mayoría codominantes, sin con leves sinuosidades en su fuste, bifurcaciones bajas, con ramas no tan gruesas, presencia de individuos enfermos, fuste cilíndrico levemente acanalado y de característica heterogéneos)

La figura 4 muestra los parámetros a evaluar y con los que deben contar las especies en el aspecto económico o comercial en los sitios donde se encuentren.

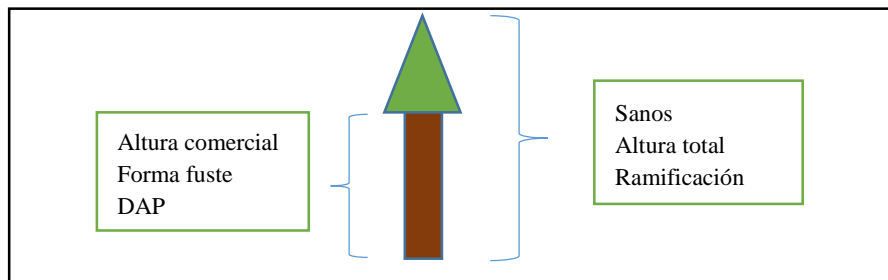


Figura 4: Características a evaluar especies aspecto económico.

Elaborado por: William Sani

Formulario de campo para la rápida evaluación y comparación fenotípica de los árboles	
Especie:	
Parroquia, sector, comunidad:	
Ubicación geográfica GPS:	
a) dominantes	
b) fuste	
c) bifurcación	
d) ramas	
e) estado fitosanitario	
f) acanalamiento	
g) homogeneidad:	

Figura 5: Formulario para la evaluación de campo.

Elaborado por: William Sani

puntaje	a	b	c	d	e	f	g
1	dominantes	rectos	sin bifurcaciones	delgadas	sanos	sin acanalamientos	homogéneo
2	codominantes	levemente sinuosos	bifurcación baja	gruesa	presencia de individuos enfermos	levemente acanalado	heterogéneo

Figura 6: Valores de puntaje para la evaluación de campo.

Elaborado por: William Sani

Especies aspecto ecológico y sociocultural:

Ya que estas especies no se encuentran en bosques o plantaciones para estos aspectos de importancia se utilizó la evaluación de árboles fuera del bosque.

- Clase uno: arboles excelentes, en su mayoría dominantes y poco codominantes, sanos, copa regular, abundante ramificación, DAP superior a la clase dos, arquitectura regular.
- Clase dos: arboles buenos, dominantes y en su mayoría codominantes, mayormente sanos, copa irregular, moderada ramificación, DAP inferior a la clase uno, arquitectura irregular.

Los usos que se le dan a estas especies en estos dos aspectos tales como es el ecológico y el sociocultural son motivos para que las características de las especies a evaluar varíen de las que son parte en el aspecto económico tal y como es indican en la figura 7.

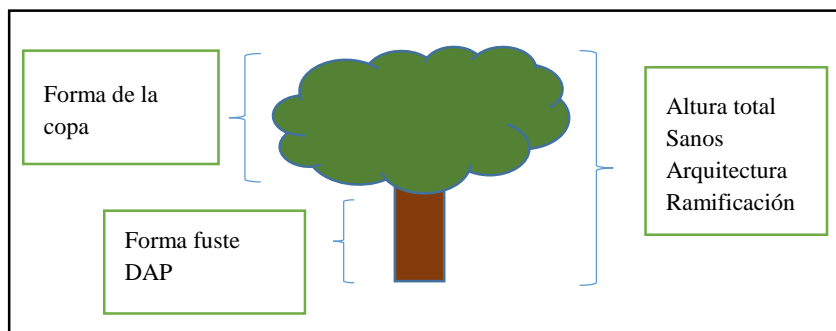


Gráfico 7: Características a evaluar especies ecológicas y socio-culturales

Elaborado por: William Sani

Formulario de campo para la rápida evaluación y comparación fenotípica de los árboles	
Especie:	
Parroquia, sector, comunidad:	
Ubicación geográfica GPS:	
a) dominantes	
b) estado fitosanitario	
c) copa	
d) ramificación	
e) DAP	
f) arquitectura	

Figura 8: Formulario para la evaluación de campo.

Elaborado por: William Sani

puntaje	a	b	c	d	e	f
1	dominantes	sanos	redonda regular	abundante	superior a la comparación	regular
2	codominantes	presencia de individuos enfermos	irregular	poco abundante	inferior a la comparación	irregular

Figura 9: Valores de puntaje para la evaluación de campo.

Elaborado por: William Sani

En la evaluación de árboles fuera del bosque en cuanto a las características de los mismos, algunos de los atributos a conocer y medirse sobre el terreno son: la especie así como las dimensiones del tronco, y la copa. (Kleinn, 2000)

3.5.3.2 Fase de laboratorio

Los valores de la georreferenciación de los lugares donde se desarrollan las especies al combinar y manejarlos en el software ArcGIS nos permitió conocer información como:

- Rango altitudinal.

- Clima: temperatura, precipitación.
- La zona de vida.
- Los datos edáficos como la textura.
- La pendiente promedio del terreno.

3.5.3.2.1 Ponderación lineal

Los valores que se dieron a cada criterio para la evaluación de las especies de acuerdo al aspecto de importancia permitieron realizar la comparación entre los sitios evaluados y posteriormente elegir cual es la mejor alternativa para cada una de ellas según el resultado de la suma de los valores asignados a cada uno de los criterios.

3.5.3.2.2 Proceso para la elaboración de la cartografía

a) La georreferenciación de las especies permite realizar una consulta cartográfica digital, así se conoció la información sobre: los tipos de suelo, altitud, pendiente, clima, zona de vida, del sitio en donde se desarrolla la especie forestal seleccionada.

b) Con toda la base de datos obtenidos, se generó una matriz con los requerimientos ecológicos que la especie forestal prioritaria requiere, dando alternativas para la selección, desde los lugares potenciales y los que por resultados se consideran moderadamente potenciales.

La tabla 2 muestra el resultado de la evaluación multicriterio, la cual tiene como objetivo obtener zonas ecológicas con diferentes potencialidades.

Tabla 2. Rango de aptitudes y requerimientos ecológicos para las especies prioritarias

Aptitud /requerimientos	Potencial	Moderadamente potencial
Zona de vida		
Precipitación		
Temperatura		
Suelos (textura)		
Altitud (msnm)		
Pendiente (%)		

Fuente: Flores M. (2010) citada por CONAFOR (2014) Y adaptada por Sani

- c) Se realizó una clasificación de las zonas de acuerdo a los resultados generados:
- Zonas potenciales: fueron aquellas áreas donde se localizaron individuos de clase uno y clase dos, en base con el objetivo para el que se está zonificando la especie.
 - Zonas Moderadamente potenciales: donde se encontraron en su mayoría los individuos clase dos y algunos clase uno.

Con la matriz elaborada de aptitud y requerimientos ecológicos de las especies forestales seleccionadas y georreferenciadas, se realizó el mapa de zonificación ecológica para cada especie prioritaria, ubicando los lugares y parroquias en donde según los resultados obtenidos son una alternativa de elección para establecer estas especies de manera potencial y moderadamente potencial.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.2.1 Resultados

4.2.1.1 Determinación de las especies forestales prioritarias.

La tabla 3 muestra sin algún orden en particular las especies forestales que con mayor frecuencia se mencionaron y que son de interés dentro del cantón en base a criterios económico, ecológico y sociocultural mediante encuestas aplicadas en los lugares y sitios mencionados en la metodología y donde se pudo obtener un resultado preliminar.

Tabla 3. Especies de forestales con más frecuencia de mención.

N°	Nombre común	Nombre científico
1	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>
2	Pino	<i>Pinus radiata</i>
3	Cedro	<i>Cedrela montana</i>
4	Nogal	<i>Juglands neotropica</i>
5	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>
6	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
7	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>
8	Sacha capuli	<i>Vallea stipularis</i>
9	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i>
10	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>
11	Capulí	<i>Prunus cerotina</i>
12	Aguacate	<i>Persea americana</i>

Elaborado por: William Andrés Sani Siza

La tabulación y ordenamiento de los datos obtenidos mostraron cuales son las dos especies forestales prioritarias requeridas para el cantó Otavalo y al aspecto de importancia a la cual pertenece ya sea en: económico, ecológico y sociocultural.

4.2.1.1.1 Especies prioritarias aspecto económico.

En la tabla 4 se puede observar el resultado de la priorización de las especies forestales en este aspecto en base a las encuestas aplicadas a las personas e instituciones mencionadas en la metodología, siendo el eucalipto *Eucaliptus globulus* con un 32% el de mayor importancia económica, seguido del pino con el 27% siendo estas dos las especies prioritarias seleccionadas en base a la frecuencia con la que fueron mencionadas, y el Nogal *Juglands neotropica* con el 5% la de menor frecuencia de mención.

Usos: La venta de madera fue el indicativo principal para la elección de estas especies en este aspecto, considerando su valor comercial en el mercado, la adaptación y resistencia que tienen estas especies, la demanda que la madera de estas especies tiene por sus múltiples usos desde la temprana edad de las plantaciones., así como su rápido crecimiento.

Tabla 4. Especies prioritarias en el aspecto económico.

Nº	% elección	Nombre común	Nombre científico	Aspecto
1	32%	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	económico
2	27%	Pino	<i>Pinus radiata</i>	económico
3	23%	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	económico
4	14%	Cedro	<i>Cedrela montana</i>	económico
5	5%	Nogal	<i>Juglands neotropica</i>	económico

Elaborado por: William Andrés Sani Siza

4.2.1.1.2 Especies prioritarias aspecto ecológico.

La tabla 5 muestra las especies que en el aspecto ecológico que fueron seleccionadas en base al resultado de las encuestas realizadas y que son de interés en el cantón, al tabular y sumar los datos se obtuvieron las dos especies consideradas prioritarias debido al porcentaje que obtuvieron, siendo el pumamaqui con el 37 % seguido del aliso con el 26 % las dos especie

seleccionadas para realizar la zonificación, la especie denominada sacha capulí con el 5% ocupó el quinto lugar.

Usos: el uso de la especie Aliso *Alnus acuminata* se mencionó con fines de protección al suelo manteniendo una buena humedad y su aporte de nitrógeno gracias a los nódulos radiculares que transmiten el nitrógeno del ambiente y se sintetiza en el suelo siendo favorable para la absorción y ayuda en el crecimiento de otras plantas, su mayor uso es en la ubicación en linderos y cortinas rompe vientos en los predios de las comunidades con una buena aceptación debido al crecimiento rápido y monopodial de esta especie y en varios casos en asocio con especies arbustivas en el estrato bajo.

La especie Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* además de regular la humedad y proteger los suelos de la erosión de las zonas altas, el objetivo por el cual esta especie se priorizó es porque se quiere mantener y aumentar el número de individuos en el cantón ya que los agricultores de las comunidades mencionan, es que esta especie ha ido disminuyendo y cada vez es más difícil ver el árbol de pumamaqui en sus comunidades. Un detalle que confirma esta situación es la dificultad que ahora existe en conseguir las hojas y ramas de esta especie que sirven y ayudan a fermentar el maíz para la preparación de la chicha de Jora según comentan los agricultores.

Tabla 5. Especies prioritarias en el aspecto ecológico.

Nº	% elección	Nombre común	Nombre científico	Aspecto
1	37%	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	ecológico
2	26%	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	ecológico
3	21%	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i>	ecológico
4	11%	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	ecológico
5	5%	Sacha capulí	<i>Vallea stipularis</i>	ecológico

Elaborado por: William Andrés Sani Siza

4.2.1.1.3 *Especies prioritarias aspecto sociocultural.*

Se basó en el aporte que la especie forestal brinda a las personas en los ámbitos sean estos: sociales, culturales, religiosos, medicina ancestral y similares.

La tabla 6 indica las especies que en base a las encuestas llevadas a cabo resultaron como prioritarias y que sobresalen por el uso, sus características y beneficios que dan a las personas de diferentes lugares del cantón en el aspecto sociocultural, siendo el arrayán con un 40 % la más elegida en este aspecto por sus propiedades y características, seguido de el laurel de cera con el 25%, y el pumamaqui en este aspecto con el porcentaje más bajo con un 10%.

Usos: La especie Arrayán *Myrcianthes hallii* se la utiliza en el aspecto gastronómico, para la elaboración del plato tradicional como es el champus y colada morada en fechas especiales por el pueblo indígena del cantón, esto gracias a la característica aromática de sus hojas, de la misma manera las hojas es usada como medicina ancestral para los dolores de muela y blanqueamiento de los dientes, la madera es usada para la elaboración de herramientas en la agricultura, también según personas del sector Calpaquí mencionaron que tiempo atrás se lo usaba como adornos en eventos como los matrimonios debido a la forma de sus ramas y hojas brillantes a más de su característico aroma para el lugar donde se lo ubique, esto según la consulta llevada a cabo.

En el caso del Laurel *Morella pubescens* su uso es más religioso por parte de la comunidad Católica a través del tiempo, existiendo una gran demanda en las fechas de Semana Santa por el sector religioso de algunos lugares de la provincia, que usan sus ramas con abundantes hojas para diversas actividades, así como también se lo utiliza para baños de fortalecimiento después

de los partos, adicional a estos usos también las ramas secas se las quema y el humo es esparcido por el lugar para la protección espiritual.

Tabla 6. Especies prioritarias en el aspecto sociocultural.

N°	% elección	Nombre común	Nombre científico	Aspecto
1	40%	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i>	sociocultural
2	25%	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>	sociocultural
3	15%	Capulí	<i>Prunus cerotina</i>	sociocultural
4	10%	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	sociocultural
5	10%	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	sociocultural

Elaborado por: William Andrés Sani Siza

Determinadas cuales son las especies forestales prioritarias en cada aspecto como el económico, ecológico y sociocultural para el cantón Otavalo por los diferentes usos, intereses, y características propias de cada especie, la tabla 7 muestra un resumen general de las especies a realizar la zonificación y su validación para cada una de ellas.

Tabla 7. Resumen general de las especies forestales prioritarias.

N°	Nombre común	Nombre científico	Aspecto
1	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Económico
2	Pino	<i>Pinus radiata</i>	Económico
3	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Ecológico
4	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Ecológico
5	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i>	Sociocultural
6	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>	Sociocultural

Elaborado por: William Andrés Sani Siza.

4.2.1.2 Descripción y requerimientos ecológicos de las especies forestales prioritarias del cantón Otavalo.

4.2.1.2.1 Importancia Económica

- Descripción taxonómica eucalipto.

Familia: Myrtaceae

Género: Eucalyptus.

Nombre científico: *Eucalyptus globulus* Labill

Nombre común: Eucalipto.

Requerimientos ecológicos

Se ubica y desarrolla en la sierra a alturas entre 2.200 y 3.200 m s.n.m al interior del callejón Interandino, requiere precipitaciones de 800-1500 mm y temperaturas entre 10-16 °C, el tipo de suelo adecuado para esta especie son los franco arenosos, franco arcillosos o areno arcillosos. Ecuador Forestal (2013). La zona de vida para esta especie es en los bosques húmedos montano bajo. FAO (1981). Para plantaciones comerciales la pendiente del suelo es hasta el 50 %. MAGAP (2015)

- Descripción taxonómica pino.

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Nombre científico: *Pinus radiata*.

Nombre común: pino

Requerimientos ecológicos

En Ecuador se encuentra difundido en la sierra. Generalmente se encuentran en plantaciones puras entre los 1800-3500 m s.n.m. Requiere precipitaciones de 800-1300 mm y temperaturas entre 11-17 °C. La especie se desarrolla de mejor manera en suelos arenosos o franco arenosos. Ecuador Forestal (2013). La zona de vida para esta especie es en el Bosque muy húmedo montano bajo. Badilla, Murillo y Obando (2002). Para plantaciones comerciales la pendiente permitida es hasta 50 %. MAGAP (2015).

4.2.1.2.2 *Importancia Ecológica*

- Descripción taxonómica pumamaqui.

Familia: Araliaceae

Género: Oreopanax

Nombre científico: *Oreopanax ecuadorencis*.

Nombre común: Pumamaqui

Requerimientos ecológicos

Se desarrolla entre los 2500-4000 m s.n.m, y los tipos de bosque donde se ubican son el húmedo montano bajo, el húmedo montano alto y los húmedos montanos en la cordillera. Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador (s.f). La temperatura media es de 13,8 +- 0,5 °C. Nicholls (2008). El género presenta la característica de plasticidad fenotípica, debido a esta característica no hay información de la precipitación y tipo de suelos que esta requiere. Naranjo citado por Cunalata (2014).

- Descripción taxonómica aliso.

Familia: Betulaceae

Género: Alnus

Nombre científico: *Alnus acuminata*

Nombre común: Aliso, aliso rojo.

Requerimientos ecológicos.

Es una especie que se desarrolla bien en los bosques húmedo montano bajo y bosque muy húmedo montano bajo. INEFAN citado por Portilla (2012). Las condiciones climáticas optimas donde se desarrolla es en temperaturas de 10-20 °C y precipitaciones de 600-1200 mm, el rango altitudinal va desde 1000-3200 m s.n.m, textura de los suelos son franco arenoso así como el arenoso y arcilloso. Ecuador Forestal (s.f).

4.2.1.2.3 *Importancia Socio-cultural*

- Descripción taxonómica arrayán.

Familia: Myrtaceae.

Género: Myrcianthes

Nombre científico: *Myrcianthes halli*.

Nombre común: Arrayán

Requerimientos ecológicos

La zona de vida es en los bosques húmedos montanos y bosque húmedo montano bajos. Palacios citado por Jaramillo (2013). La precipitación es de 1000-2500 mm y temperaturas de 6-12 °C. Quemac e Ipiales (2009). La altitud donde se localiza esta especie es entre 2500-3000 m s.n.m. Sembrando Esperanza (s.f).

- Descripción taxonómica laurel de cera.

Familia: Myricaceae

Género: Morella

Nombre científico: *Morella pubescens*.

Nombre común: Laurel de cera

Requerimientos ecológicos

La zona de vida donde se desarrolla esta especie son los bosque húmedo montano bajo y bosque húmedo montano hasta bosque húmedo montano alto. Muños (1995). Su rango altitudinal va desde los 1600-3900 m s.n.m. Pérez; Semicol S.A citado por Castro y Ayala (2011), la temperatura es de 12-18 °C y una precipitación de 500-2000 mm. Hoyos y Cabrera citado por Castro y Ayala (2011), la textura del suelo es arcillo arenosa. Trejos citado por Castro y Ayala (2011)

4.2.1.3 Zonificación de áreas con criterios ecológicos.

4.2.1.3.1 Mapas de zonificación

Los resultados del trabajo que consistieron en la elaboración de mapas añadiendo la información necesaria para los geoprocesos, su posterior intersección con la herramienta “intersect” y manejo del SQL con la información necesaria para determinar las zonas o áreas ecológicamente aptas según los datos bibliográficos consultados para cada especie y conocer los sitios y las parroquias que son parte de la zonificación.

- **Eucalipto (*Eucaliptus globulus*)**

La zonificación para la especie de eucalipto según la bibliografía consultada, esta ocupa una extensión de 5.826,67 ha ocupado el 11% de territorio del cantón que son aptas ecológicamente para su desarrollo según las necesidades de la especie y las condiciones existentes en el lugar, atravesando parroquias como San Pablo, Ilumán, Miguel Egas, San Rafael, Eugenio Espejo, partes altas de Otavalo, y Pataquí.

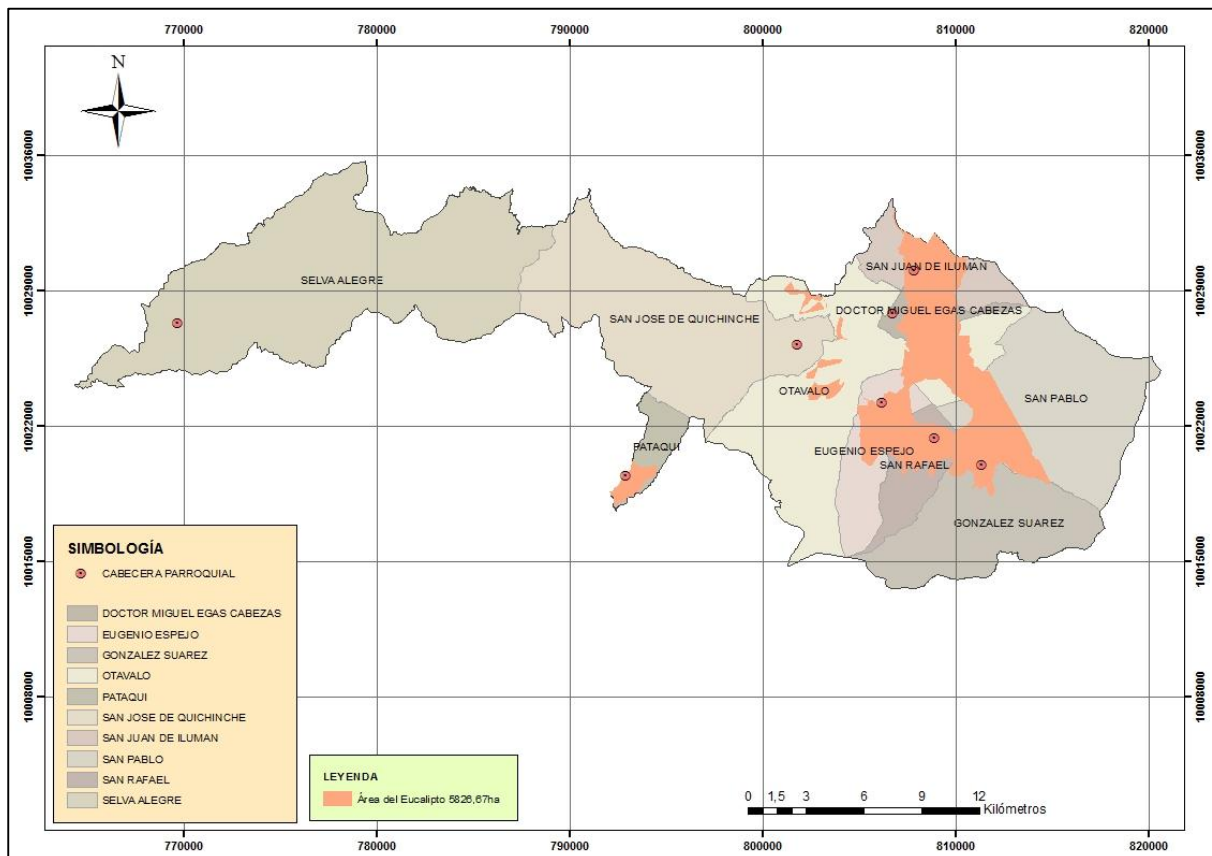


Figura 10: Zonificación ecológica del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- **Pino (*Pinus radiata*)**

Al realizar la zonificación en el cantón en base a la información de la literatura consultada indica que, para la especie del pino existe una extensión de 1.142,68 ha que corresponden al 2% de superficie del cantón que son aptas para el desarrollo, atravesando las parroquias de

Illumán, San Pablo, San José de Quichinche, Miguel Egas, partes altas de Otavalo y pequeños espacios en Eugenio Espejo y San Rafael.

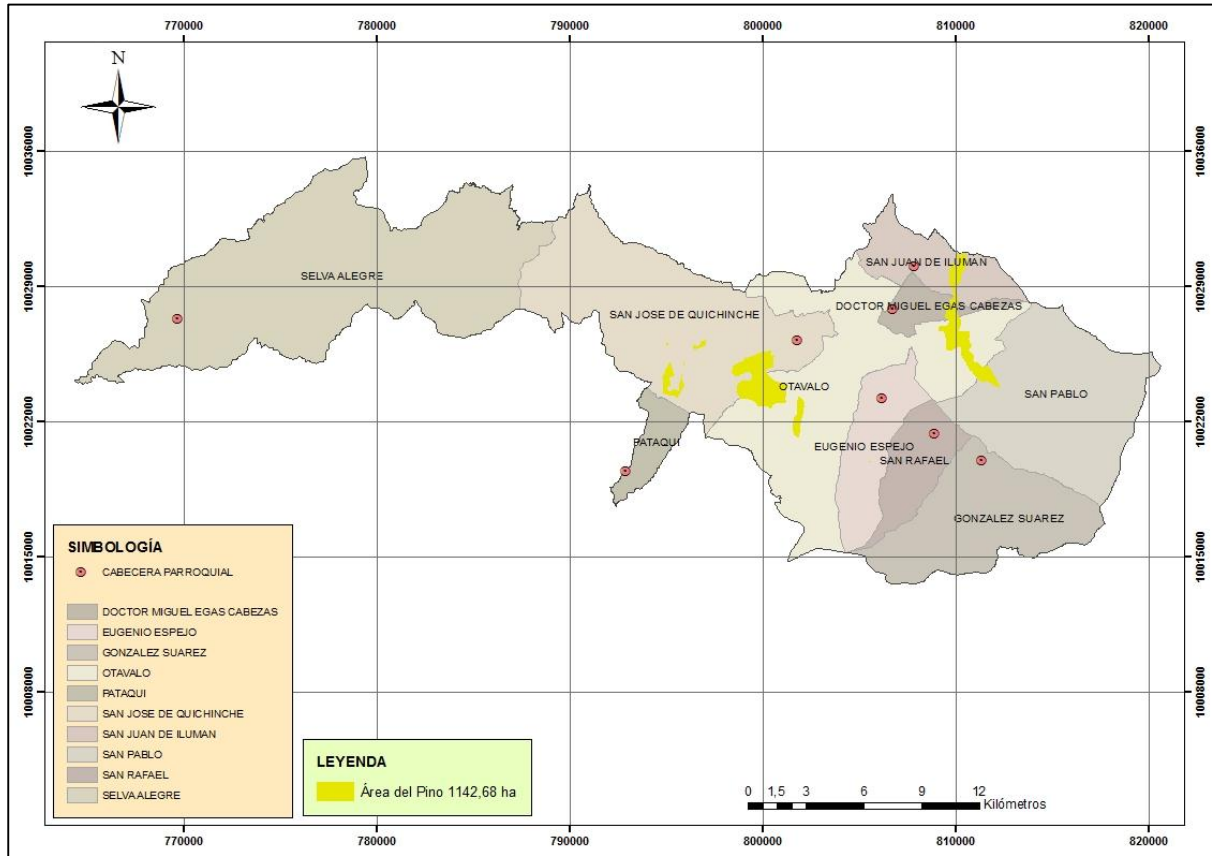


Figura 11 : Zonificación ecológica del pino (*Pinus radiata*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- **Aliso (*Alnus acuminata*)**

De la misma manera que los casos anteriores para la especie de aliso, una vez realizada la zonificación con los datos bibliográficos, existe una superficie de 11.620,71 ha correspondiendo al 23% del territorio del cantón, siendo esta la especie que más superficie ocupa en relación a las condiciones del cantón, esto se debe a su alta adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas, ocupando lugares de las parroquias como san José de Quichinche

Pataquí, Ilumán, Miguel Egas, San Pablo, Gonzáles Suárez, Eugenio Espejo, San Rafael, partes altas de Otavalo.

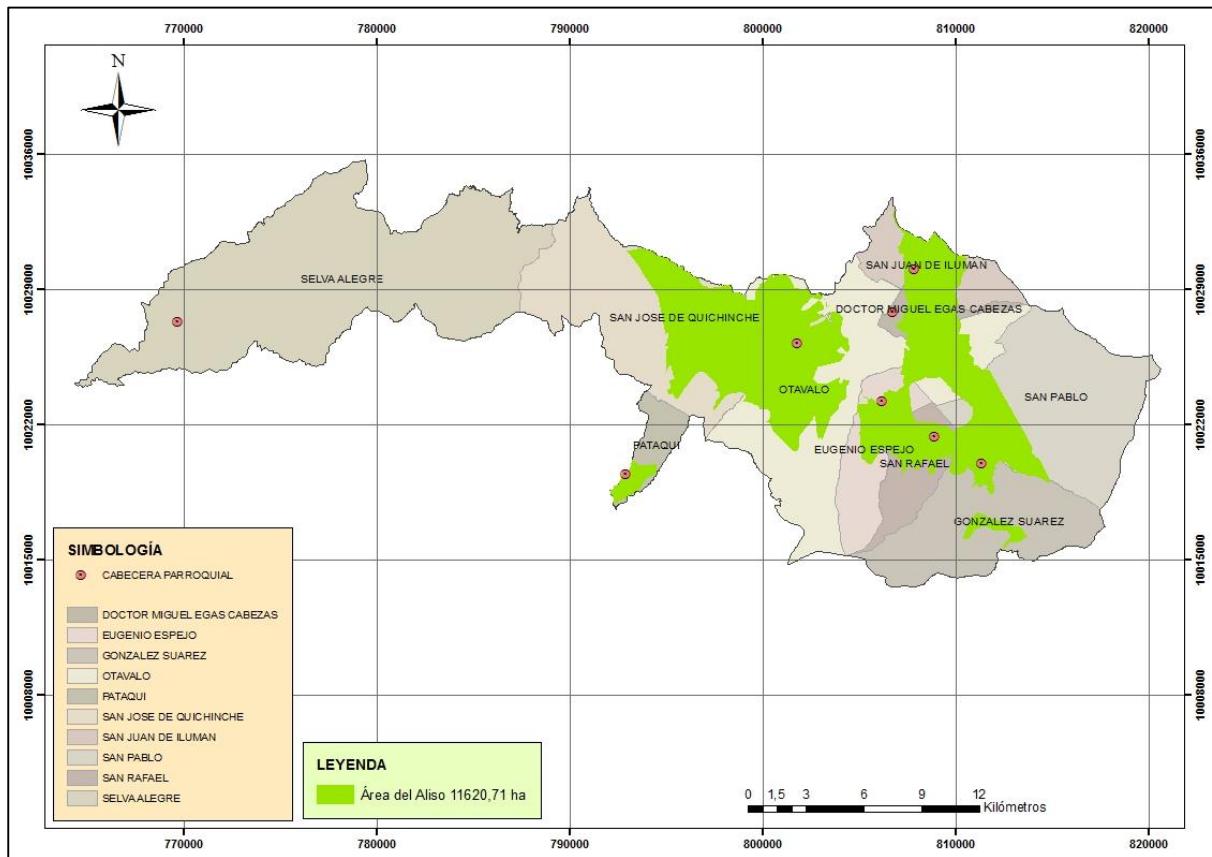


Figura 12: Zonificación ecológica aliso (*Alnus acuminata*) cantón

Elaborado por: William Sani

- **Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*)**

La especie pumamaqui ocupa una superficie que se localiza y atraviesa solo las parroquias de Gonzáles Suárez y San Rafael, debido que las condiciones ecológicas que reúnen estos lugares coinciden con los requerimientos ecológicos de esta especie según lo consultado, obteniendo una extensión de 394,80 ha que corresponde al 1% de la superficie del cantón.

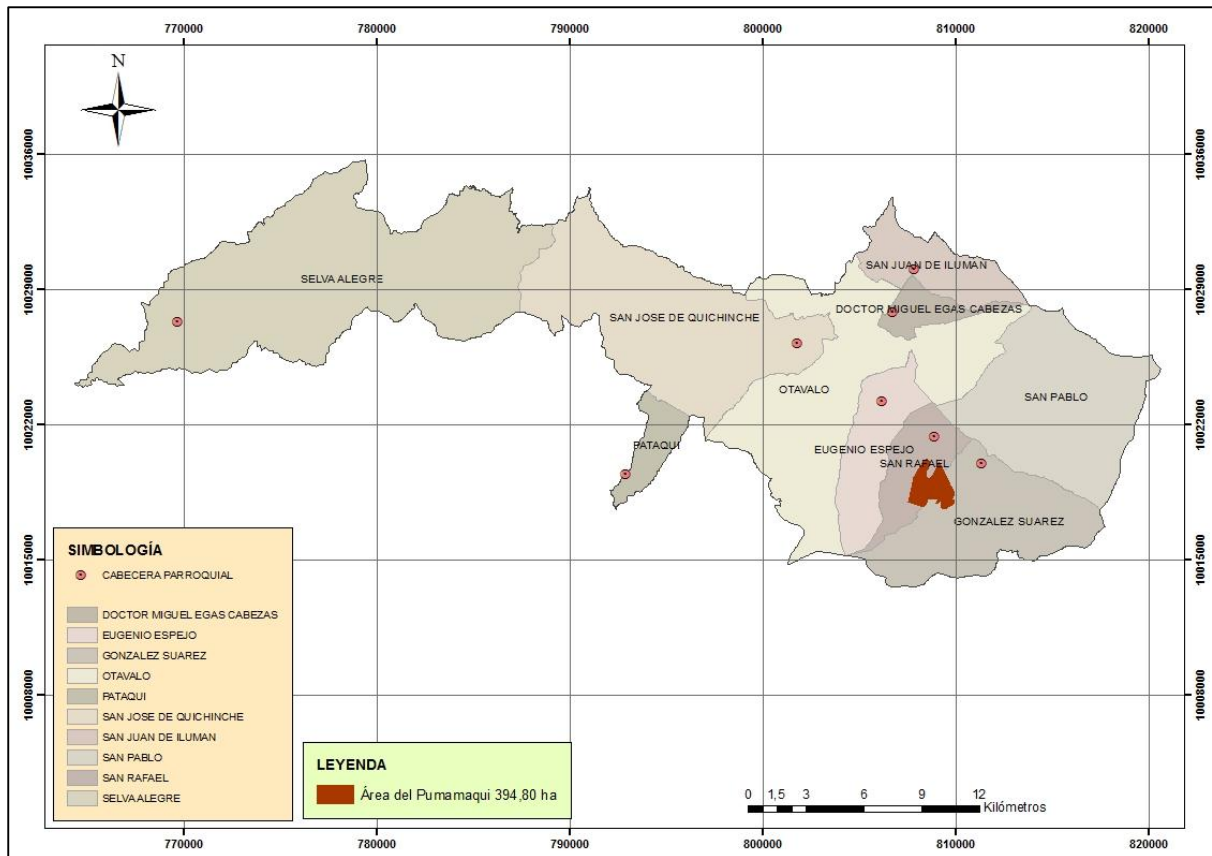


Figura 13: Zonificación ecológica pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- **Arrayán (*Mircyanthes halli*)**

Para la especie de arrayán, los lugares que según la bibliografía reúnen las condiciones ecológicas ambientales para su buen desarrollo están dentro de las parroquias de San Pablo, Gonzáles Suárez de manera más esparcida y una pequeña parte limitando y formando parte de San Rafael, Pataquí y en dos pequeñas áreas en la parroquia de Selva Alegre que sumadas cada una de las áreas localizadas se obtiene una superficie total de 888,01 ha que corresponde al 2%, estas áreas deben ser tomadas en cuenta para actividades forestales que involucren a esta importante especie.

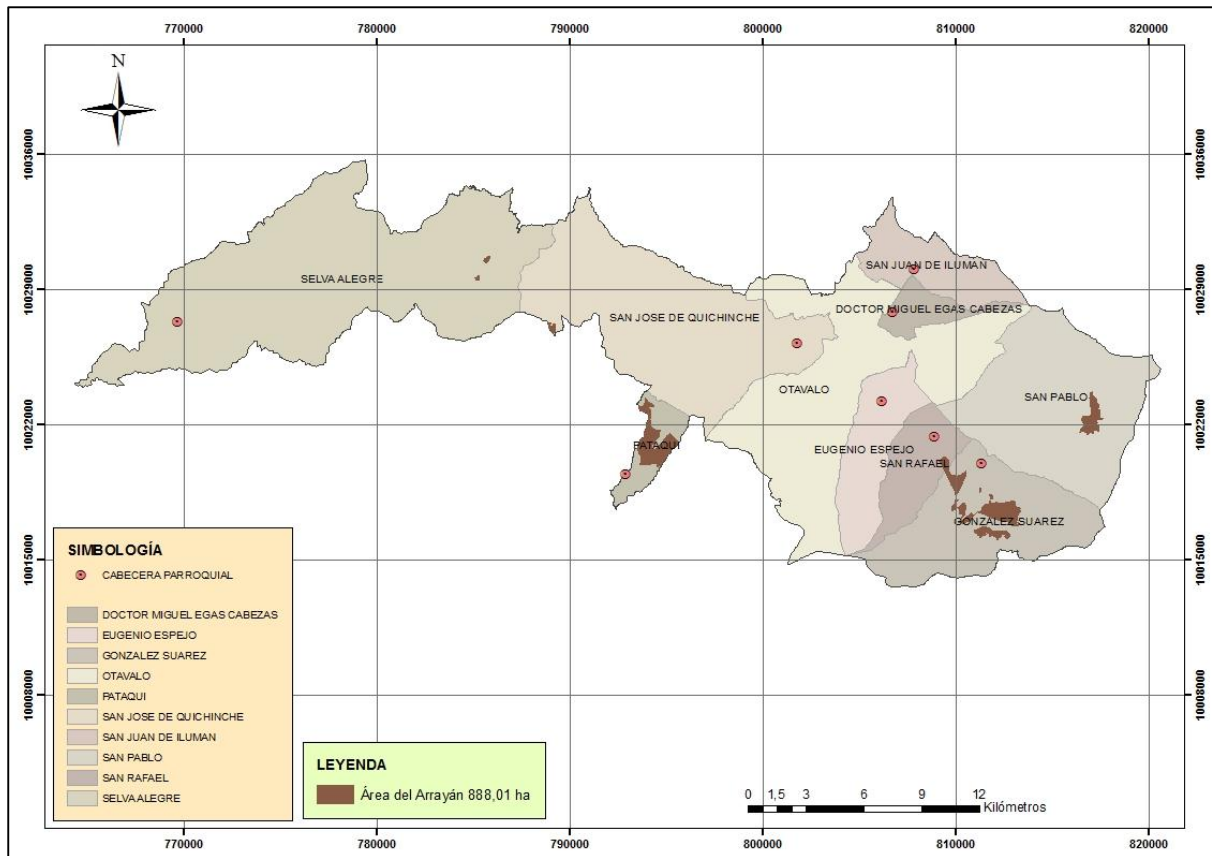


Figura 14: Zonificación ecológica arrayán (*Mircyanthes hallii*) cantón Otavalo

Elaborado por: William Sani

- Laurel (*Morella pubescens*)

Según los datos consultados la especie de laurel de cera requiere condiciones ecológicas que se encuentran localizadas en partes de las parroquias de Selva Alegre, Eugenio Espejo, Gonzáles Suárez, San Rafael y partes altas de Otavalo, abarcando una extensión de 1.479,89 ha que corresponde al 3% de la superficie total del cantón.

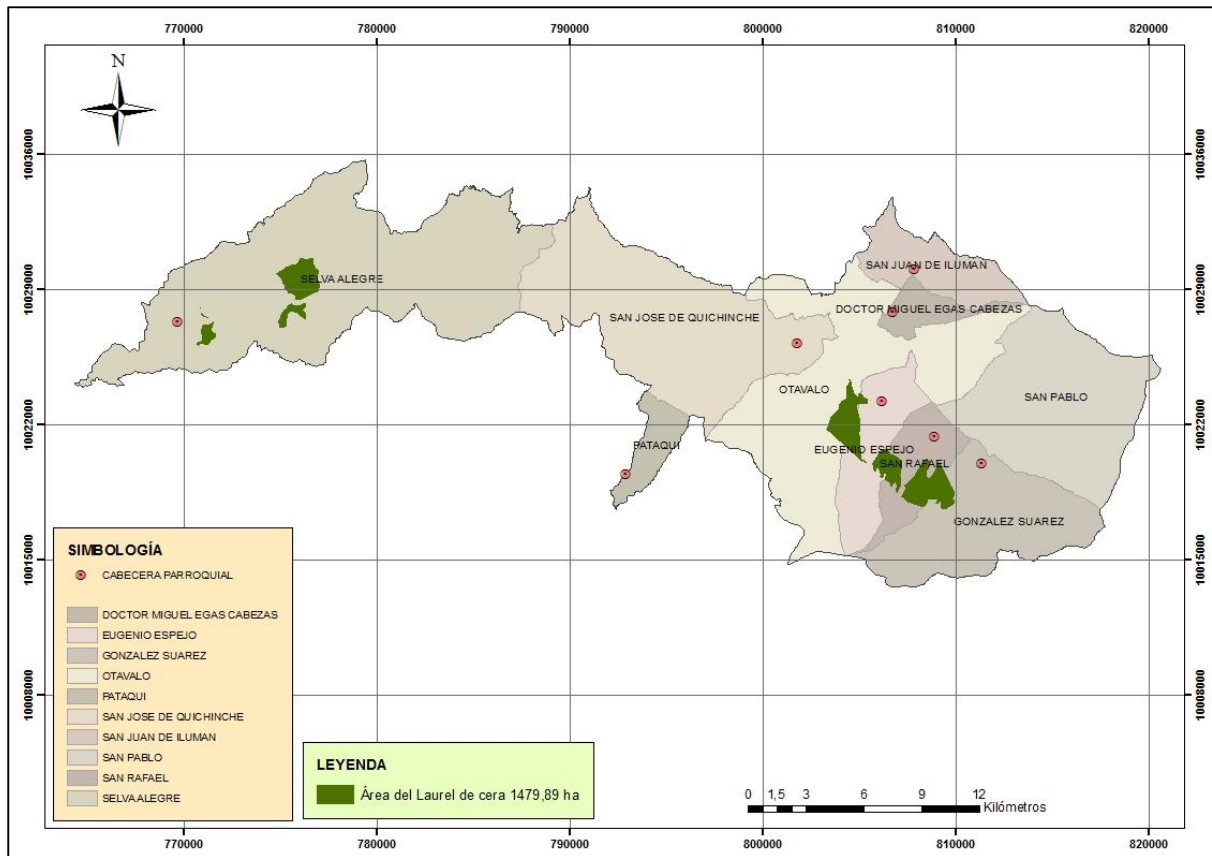


Figura 15: Zonificación ecológica laurel de cera (*Morella pubescens*) cantón Otavalo

Elaborado por: William Sani

La tabla 8 muestra la superficie en hectáreas que son aptas para el desarrollo de las especies prioritarias con los requerimientos ecológicos consultados bibliográficamente en base al cálculo geométrico realizado. Los resultados en porcentaje de las áreas para cada especie, son del total de la superficie del cantón Otavalo que es de 50.747 ha. El porcentaje más alto como indica el grafico corresponde a la especie de aliso por su rango altitudinal y su adaptabilidad a los suelos con el 23% del total de la superficie del cantón, así como el más bajo es para la especie de pumamaqui con el 1% debido a las condiciones ambientales existentes en el cantón, de la misma manera para laurel de cera con un porcentaje de 3% siendo también uno de los bajos junto con el arrayán que posee el 2%

Tabla 8: Listado general de especies prioritarias de acuerdo a su extensión

Especie	N. común	Ha.	% superficie
<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	5826,67	11%
<i>Pinus radiata</i>	Pino	1142,68	2%
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui	394,80	1%
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	11620,71	23%
<i>Morella pubescens</i>	Laurel de cera	1479,89	3%
<i>Mircyanthes halli</i>	Arrayán	888,01	2%

Elaborado por: William Sani

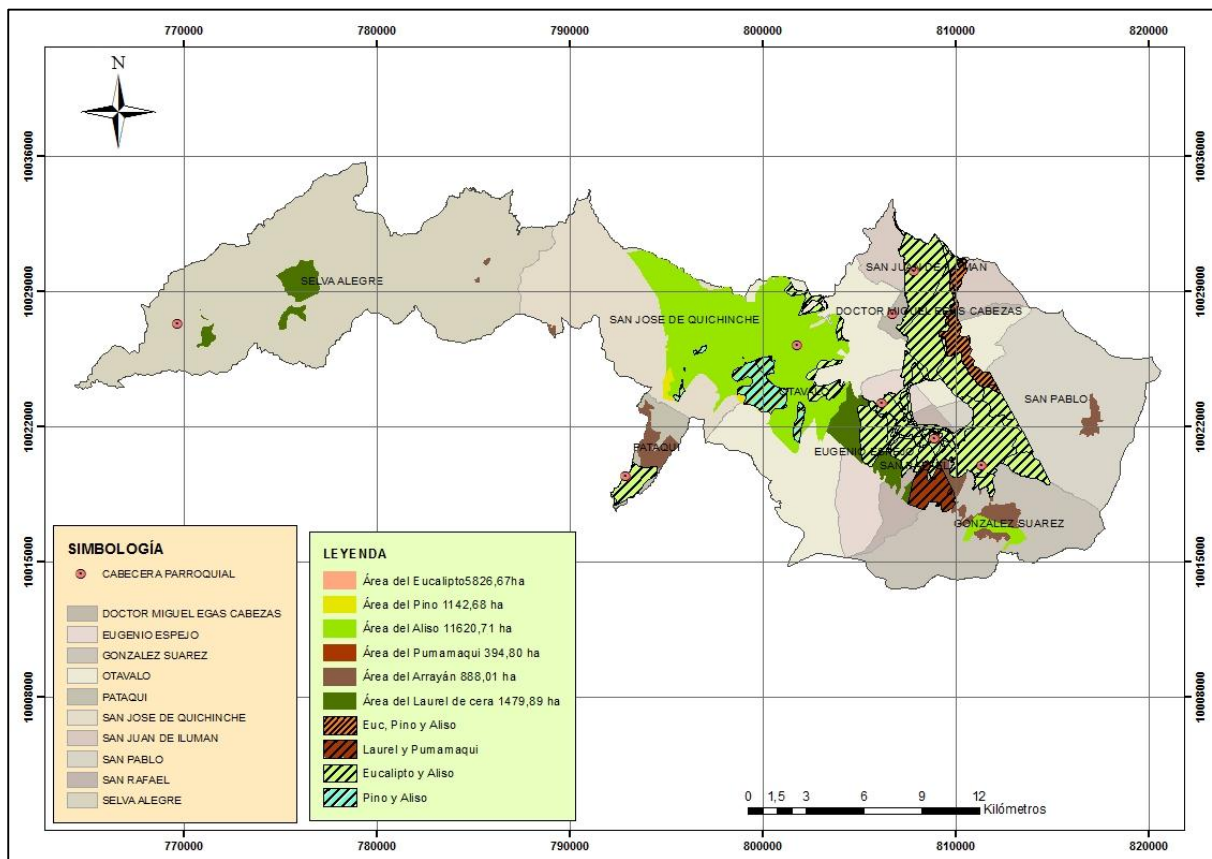


Figura 16: Zonificación general de especies forestales

Elaborado por: William Sani

4.2.1.4 Validación de las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.

4.2.1.4.1 Ponderación lineal

Los valores asignados a cada criterio de evaluación para cada una de las especies forestales prioritarias obtenidos en campo mediante la evaluación fenotípica realizada fueron tabulados y el resultado total que se obtuvo de la suma, dio como resultado dos alternativas, siendo la alternativa uno, el lugar potencial para dicha especie; y alternativa dos, el lugar moderadamente potencial para dicha especie.

4.2.1.4.2 Intersección de los datos georreferenciados.

Los resultados de la intersección de los puntos georreferenciados con las capas vectoriales digitales de las condiciones ecológicas del cantón Otavalo en el software ArcGIS nos dio como resultado, las condiciones ecológicas ambientales actuales del lugar donde se desarrolla las especies prioritarias con los criterios ecológicos que estas necesitan, así como los lugares donde coinciden las mismas condiciones y su extensión tanto para la alternativa uno como para la alternativa dos.

La tabla 9 indica los datos de los criterios ecológicos que la especie de eucalipto requiere para un buen desarrollo dentro del cantón Otavalo según la validación llevada a cabo, se indican tanto de la alternativa uno y como de la alternativa dos.

Tabla 9: Requerimientos ecológicos del Eucalipto.

Eucalipto	Alternativa 1	Alternativa 2
Precipitación	100-1250 mm.	1250-1500 mm.
Temperatura	8 - 10 °C	8-10 °C
Rango altitudinal	2200-3300 m s.n.m	2200-3200 m s.n.m
Zona de vida	bhMB	bhMB
Pendiente terreno	5 - 12%	25-50%
Textura del suelo	moderadamente gruesa, franco arenoso	media, franco, franco limoso, limoso, franco arcilloso

Elaborado por: William Sani

La tabla 10 muestra los resultados con la información de las condiciones ecológicas que la especie de pino requiere para un buen desarrollo y crecimiento, indicando tanto para la alternativa uno como lugares potenciales y la alternativa dos como moderadamente potenciales.

Tabla 10: Requerimientos ecológicos del Pino.

Pino	Alternativa 1	Alternativa2
Precipitación	1000-1250 mm.	1000-1250 mm.
Temperatura	8-10 °C	8-10 °C
Rango altitudinal	1800-3500 m s.n.m	1800-3500 m s.n.m
Zona de vida	bhMB	bmHM
Pendiente del terreno	25-50%	25-50%
Textura del suelo	moderadamente gruesa, franco arenoso	media, franco, franco limoso, franco arcilloso

Elaborado por: William Sani

La tabla 11 muestra que las condiciones ecológicas que deben existir para un buen desarrollo para la especie del aliso en el cantón Otavalo, se indican dos alternativas la uno como potencial y la dos como moderadamente potencial.

Tabla 11:Requerimientos ecológicos del Aliso

Aliso		
	Alternativa 1	Alternativa 2
Precipitación	1000-1250 mm	750-1000 mm
Temperatura	12-14 °C	12-14 °C
Rango altitudinal	1000-3200 m s.n.m	1000-3200 m s.n.m
Zona de vida	bsMB	bhMB
Pendiente	5-12%	0-5 %
Textura del suelo	franco arenoso, moderadamente gruesa	moderadamente gruesa, franco arenoso

Elaborado por: William Sani

La tabla 12 muestra la alternativa uno, como lugar potencial y el que reúne las condiciones ecológicas para serlo y la alternativa dos como moderadamente potencial con sus respectivos datos de los requerimientos ecológicos para el pumamaqui.

Tabla 12: Requerimientos ecológicos del Pumamaqui

Pumamaqui		
	Alternativa 1	Alternativa 2
Precipitación	1000-1250 mm	1000-1250 mm
Temperatura	10-12 °C	8-10 °C
Rango altitudinal	2500-4000 m s.n.m	2500-4000 m s.n.m
Zona de vida	bmHM	bmHM
Pendiente	50-70%	50-70%
Textura del suelo	media, franco, franco limoso, limoso, franco arcilloso	Gruesa, arenoso, arenoso franco

Elaborado por: William Sani

La tabla 13 indica los datos de la alternativa uno que es potencial para el desarrollo del laurel de cera así mismo la segunda alternativa que es la moderadamente potencial dentro del cantón.

Tabla 13: Requerimientos ecológicos del Laurel de cera

Laurel	Alternativa 1	Alternativa 2
Precipitación	1250-1500 mm	1000-1250 mm
Temperatura	8-10 °C	10 - 12 °C
Rango altitudinal	1600-3900 m s.n.m	1600-3900 m s.n.m
Zona de vida	bhMB	bhMB
Pendiente	5-12%	fuertes colinado 25-50
Textura del suelo	moderadamente gruesa, franco arenoso.	gruesa, arenoso, arenoso franco.

Elaborado por: William Sani

La tabla 14 muestra las dos alternativas con los datos de las condiciones ecológicas que la especie de arrayán requiere para un desarrollo potencial y moderadamente potencial dentro del cantón.

Tabla 14: Requerimientos ecológicos del Arrayán

Arrayán	Alternativa 1	Alternativa 2
Precipitación	750-1000 mm	1000-1250 mm
Temperatura	12-14 °C	10-12 °C
Rango altitudinal	2500-3000 m s.n.m	2500-3000 m s.n.m
Zona de vida	bhMB-bsMB	bhMB
Pendiente	12-25%	0-5%
Textura del suelo	moderadamente gruesa, franco arenoso	moderadamente gruesa, franco arenoso

Elaborado por: William Sani

4.2.1.4.3 Cartografía base

Los resultados obtenidos de la alternativa uno y dos para cada especie forestal prioritaria se digitalizaron y manejaron en el software ArcGIS para conocer los lugares y la extensión existente con las condiciones requeridas que se obtuvieron mediante la validación de campo.

- **Eucalipto (*Eucalyptus globulus.*)**

La figura 17 muestra las áreas de color verde con los lugares potenciales como resultado de la clasificación en la evaluación fenotípica, con un total de superficie de 490,18 ha y así mismo los lugares moderadamente potenciales de color amarillo, con una extensión de 62,03 ha, esos dos lugares están dentro de los límites de la Parroquia San Pablo del Lago.

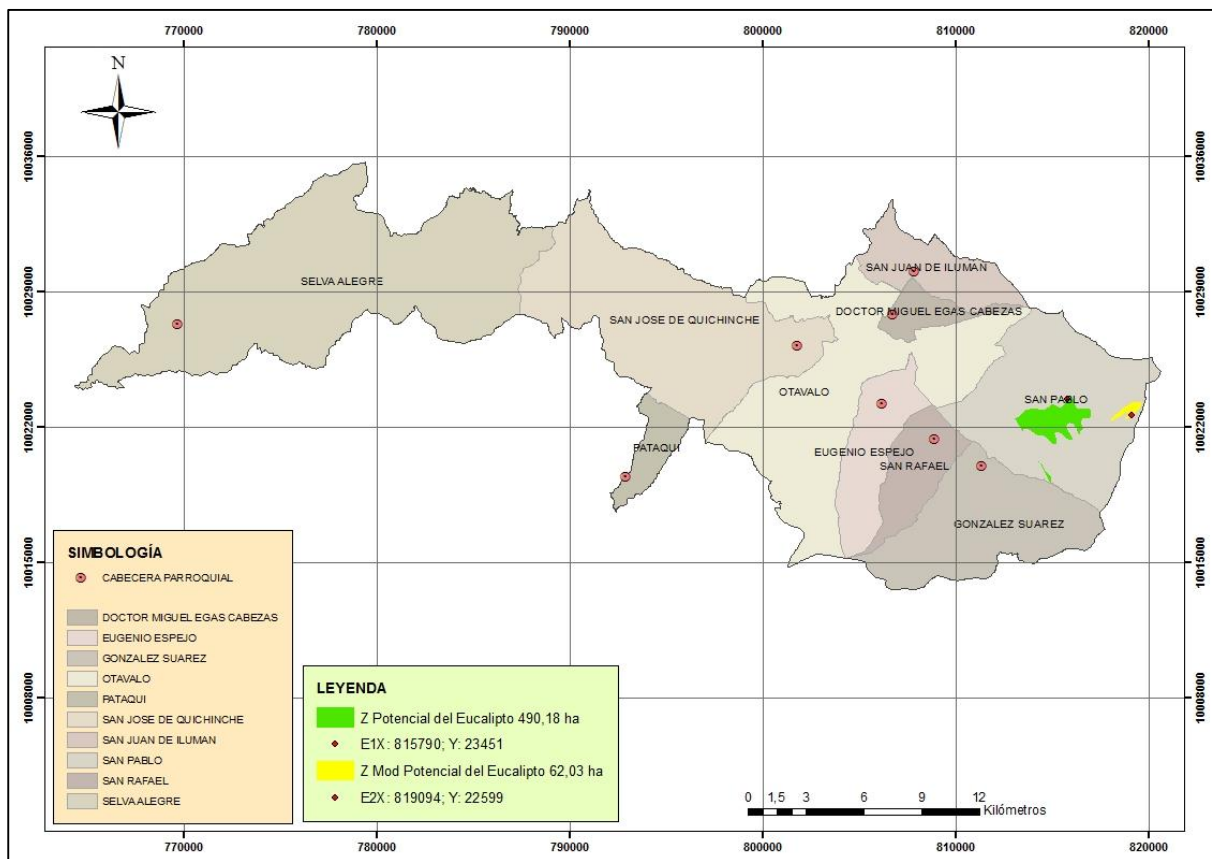


Figura 17: Zonificación ecológica del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- **Pino (*Pinus radiata*)**

La especie de pino, su presencia en el cantón coincide con la especie de eucalipto, ambas se ubican en la parroquia de San Pablo del Lago en relación a la alternativa uno, una vez que se

realizó las intersecciones de la información y se obtuvo los sitios marcados con una superficie de 119,80 ha potenciales para su desarrollo que se marcan con un color verde.

La alternativa dos determinada como moderadamente potencial se localizó en el límite de su rango altitudinal y casi al inicio del páramo sobre los pajonales a una altitud de 3416 m s.n.m. El sitio denominado moderadamente potencial, dio como áreas dentro de las parroquia San Pablo, en la parroquia de Selva Alegre y San José de Quichinche en una mínima parte sumando un total de superficie de 442,36 ha de superficie marcadas de color amarillo.

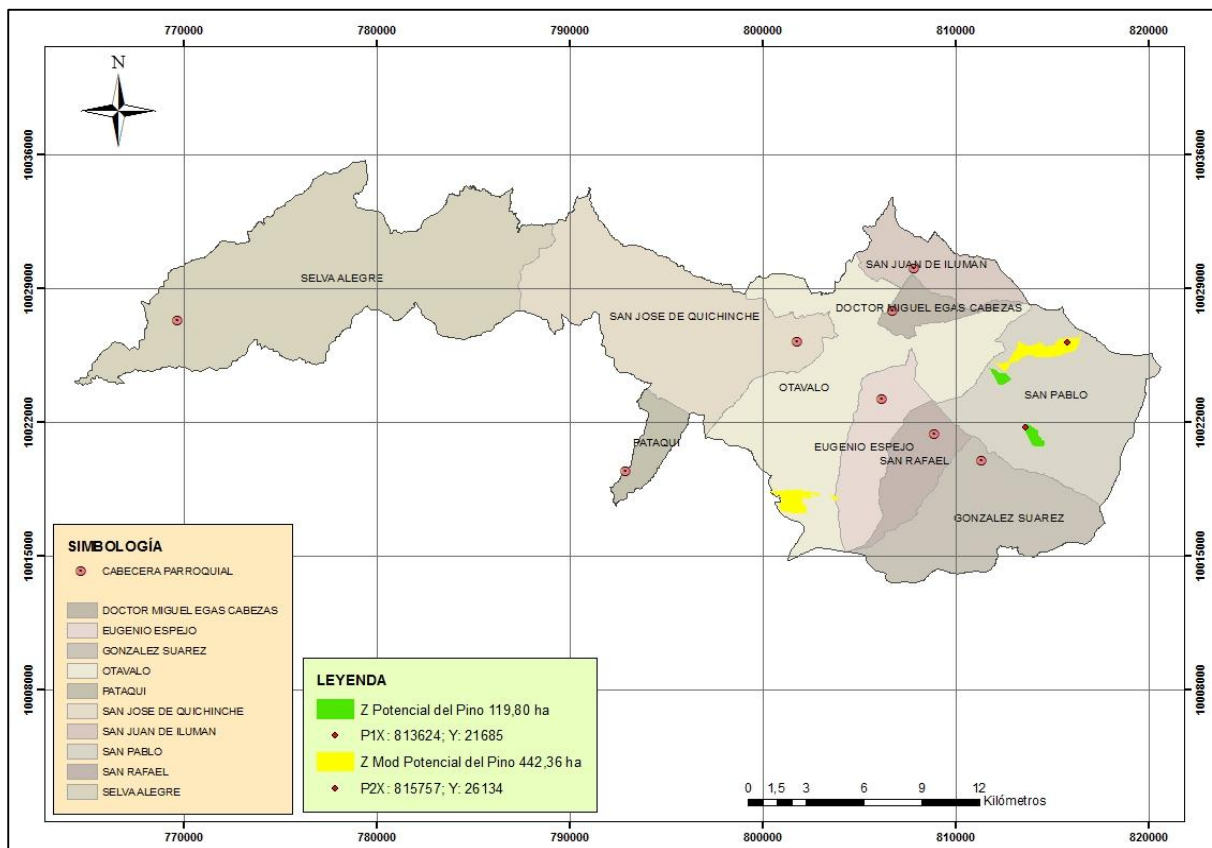


Figura 18: Zonificación ecológica del pino (*Pinus radiata*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- **Aliso (*Alnus acuminata*)**

El resultado de las intersecciones realizadas con la información obtenida en los sitios donde se georreferenció la especie en base al interés de las personas sobre el uso de la misma, arrojó como resultados que los lugares potenciales e localizan en tres parroquias del cantón Otavalo como son: Miguel Egas cabezas, San Juan de Ilumán, y la parroquia de Otavalo con una superficie de 581 ha marcadas de color verde. Así mismo la alternativa dos resultó dentro de las parroquias de San Rafael, Eugenio Espejo, Otavalo y límite con San José de Quichinche con una superficie de 314,28 ha marcadas de color amarillo.

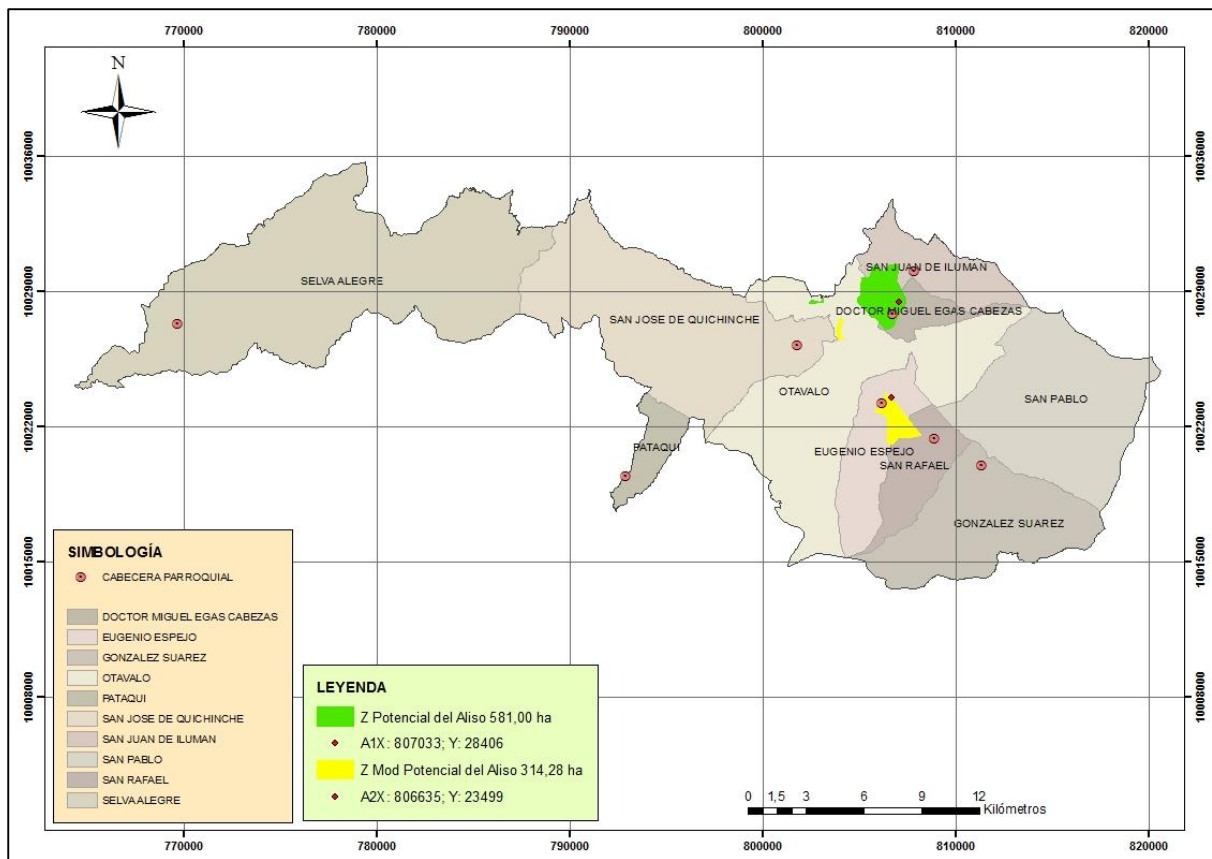


Figura 19: Zonificación ecológica del Aliso (*Alnus acuminata*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- **Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*)**

El resultado de la intersección de datos que se obtuvieron mediante la evaluación y georreferenciación dio una mayor dispersión de lugares existentes en el cantón Otavalo con las condiciones ecológicas apropiadas para el potencial desarrollo de esta especie en comparación a las demás, estando dentro de las parroquias de Gonzales Suárez, San Rafael, San José de Quichinche, Pataqui, y selva Alegre con una superficie de 762,71 ha marcadas de color verde, así mismo los lugares moderadamente potenciales ubicaos dentro de la parroquia de San José de Quichinche con una superficie de 920,70 ha de color amarillo.

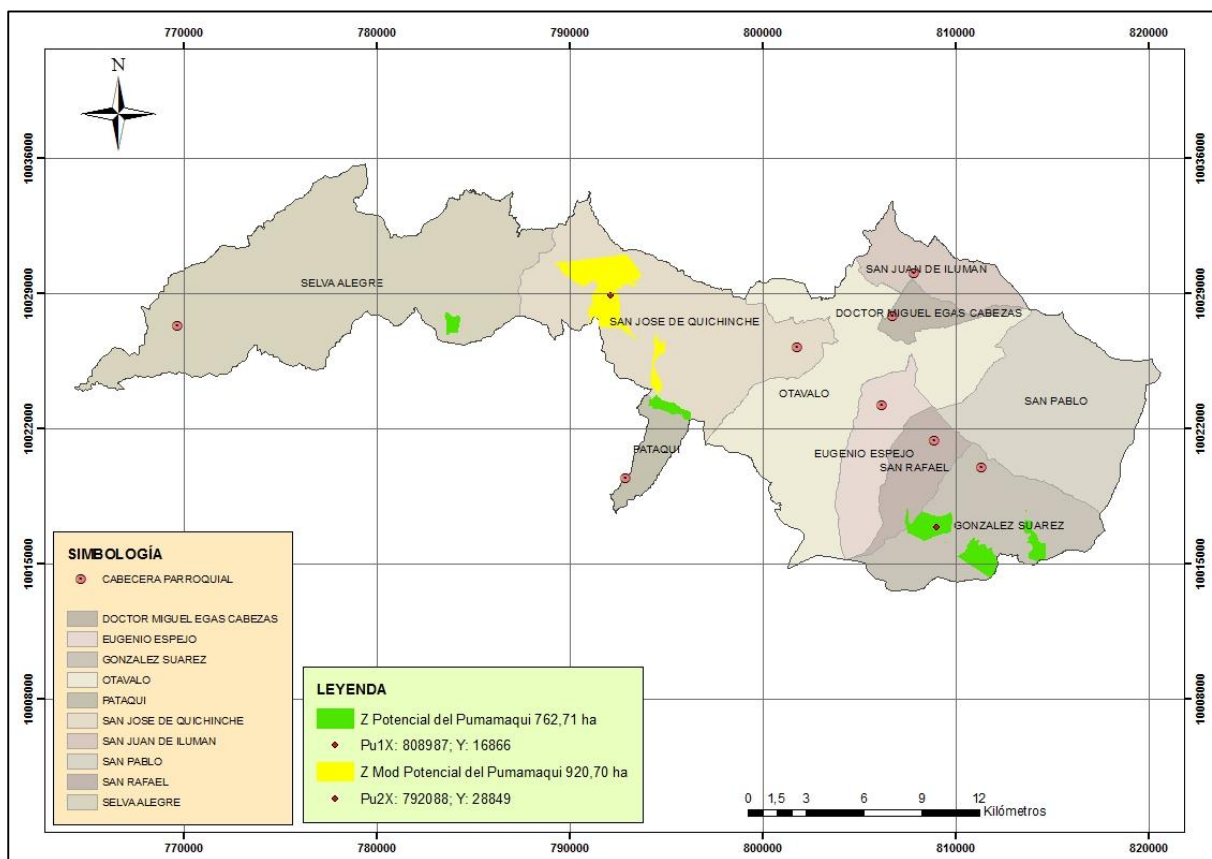


Figura 20: Zonificación ecológica del Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- **Arrayán (*Myrcianthes hallii*)**

La especie de arrayán, que el número de individuos se ha visto disminuido en el cantón, se localizaron y georreferenciaron dos sitios en donde existe una frecuencia regular de su existencia con especies que sobresalen de los demás sitios, siendo el potencial ubicado en la parroquia Eugenio Espejo y San Rafael con una superficie de 522,56 ha marcadas de color verde. Y una área moderadamente potencial que forman parte tres parroquias como: San Pablo, Gonzales Suárez y San Rafael con una extensión de 959,04 ha marcadas de color amarillo. Esta especie se localiza formando parte de sistemas agroforestales en algunas casas y terrenos, así como arboles dispersos dentro de algunas comunidades.

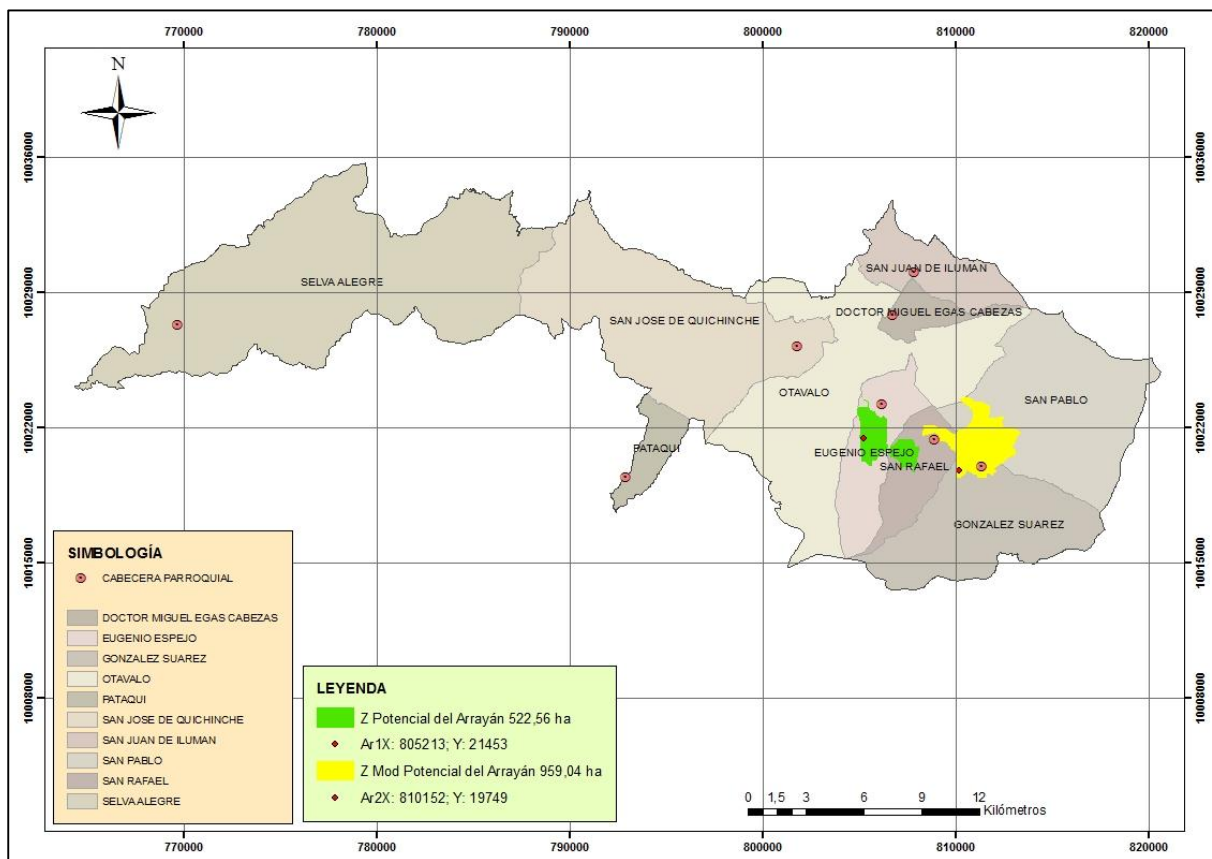


Figura 21: Zonificación ecológica del Arrayán (*Mircyanthes hallii*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

- Laurel de Cera (*Morella pubescens*)

Para esta especie los resultados de las coordenadas y digitalización de datos en ArcGIS dio como resultados el área potencial de 39,40 ha de color verde en la línea límite entre la parroquia de San Pablo del Lago y Gonzales Suárez, y la alternativa dos denominada como moderadamente potencial de color amarillo con una superficie de 315,33 ha en la parroquia de san José de Quichinche.

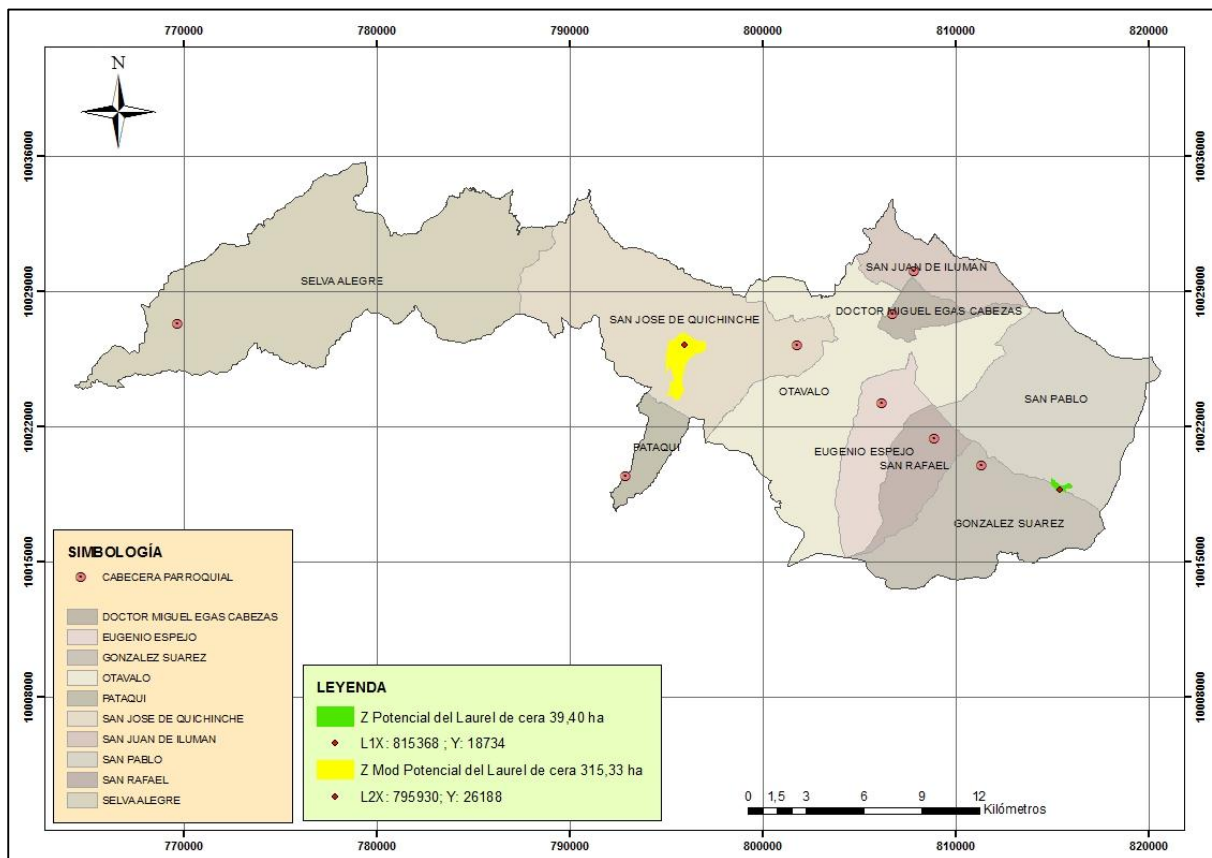


Figura 22: Zonificación ecológica del Laurel de cera (*Morella pubescens*) cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

La figura 22 muestra en conjunto las especies zonificadas en el cantón, así como las áreas que ocupan dentro de las parroquias o a su vez compartiendo como también limitando con otras.

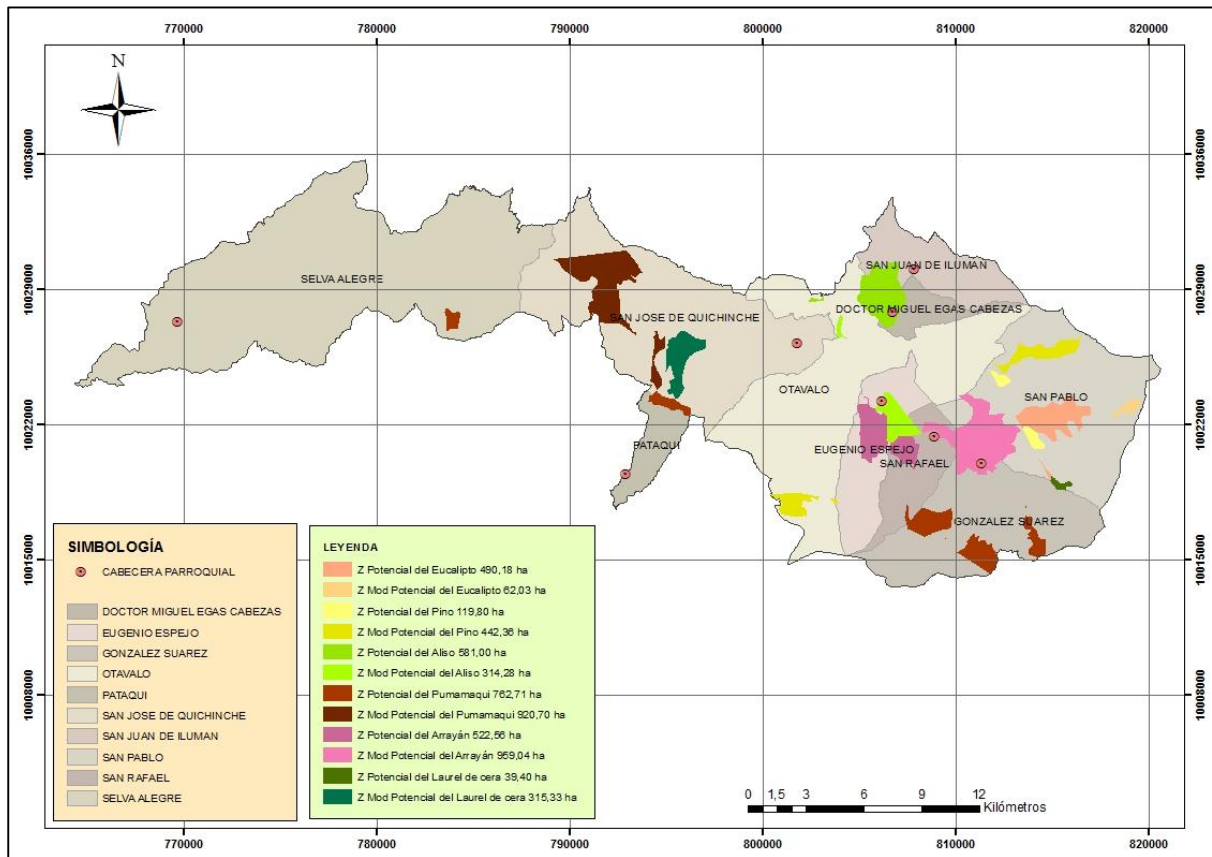


Grafico 23: Zonificación ecológica forestal del cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.2 Selección de especies.

Jácome. J & Jácome. S, (2009) en su estudio “Zonificación en Antonio Ante, identifican las especies aptas para la forestación y reforestación del cantón tales como: *Pinus radiata*, *Pinus patula*, *Juglans neotropica*, *Eucaliptus globulus*, *Cupresus macrocarpa*, *Alnus nepalensis*, *Alnus acuminata*, *Acacia melamoxilum*, *Acacia macracanta*, resultado basado en las condiciones edáficas presentes en cada parroquia del cantón y las especies que se pueden adaptar a ellas. Mientras que en la presente investigación para la selección de especies se manejó tres aspectos de importancia como son el: económico, ecológico y sociocultural, de las cuales se tomaron dos especies sobresalientes para cada aspecto en base a las encuestas aplicadas, obteniendo resultados como: *Eucaliptus globulus*, *Pinus radiata*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Alnus acuminata*, *Myrcianthes hallii* y *Morella pubescens*. Estas diferencias se dan porque fueron los beneficiarios quienes aportaron con sus criterios y opiniones para seleccionar las especies con las que se deben trabajar en las actividades forestales dentro del cantón Otavalo, ya sea por los usos que las personas especialmente de las comunidades dan a los arboles en variadas actividades, así como los beneficios que estas especies dan a las comunidades ambientalmente, culturalmente y económicamente.

CONAFOR, (2014) en el Manual de Zonificación Ecológica de Especies Forestales y Aplicación de Modelos de Simulación del Efecto del Cambio Climático determina las especies forestales prioritarias a zonificar, utilizando información oficial proporcionada por la Subgerencia de Germoplasma Forestal de México, de acuerdo a las funciones de las especie,

la importancia que tengan por parte de esta entidad y de las personas dentro de los lugares de estudio en aspectos como el económico, ecológico y sociocultural, obteniendo así las especies prioritarias para su zonificación en diferentes sitios de México. Similar procedimiento se siguió en la presente investigación que manejó los mismos aspectos de importancia, de la misma manera se obtuvo información de las instituciones y autoridades parroquiales a cargo de la parte forestal y de manera particular se trató sobre el uso que las personas dan a los árboles lo que demuestra el interés de las dos investigaciones en mantener un equilibrio y variabilidad forestal al manejar los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales

5.3 Zonificación de las especies forestales.

Muñoz (2017) en su trabajo de Zonificación socio-ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Montufar, provincia del Carchi, utiliza criterios como son los edáficos, climáticos y el uso de geoprocetos en el software ArcGIS tanto en la consulta de requerimientos ecológicos para las especies forestales seleccionadas como prioritarias y en la zonificación de las áreas que reúnan las condiciones adecuadas requeridas para dichas especies seleccionadas, mientras que en la presente investigación se tomó en cuenta además de los citados, el criterio de la pendiente, ya que la FAO (1958) citado por Delgado, Valdez, Fierros, de los Santos y Gómez (2010) mencionan en su investigación de Aptitud de áreas para plantaciones de eucalipto en Oaxaca y Veracruz: Proceso de Análisis Jerarquizado vs. Algebra Boleana, que los criterios principales también llamados requerimientos ecológicos para para identificar un área donde establecer una plantación son: el clima, el suelo y la topografía, a su vez Delgado et al (2010) citan a Pritchett (1990) que menciona a la textura, y (Spurr y Barnes, 1980; Pritchett, 1990) mencionan a la pendiente como subcriterios de igual importancia para la determinación de estas áreas a zonificar. Así mismo Schlatter (1987) toma en cuenta este

criterio y menciona que existe un mejor crecimiento para las especies forestales en pendientes menores sobre todo en especies para usos maderables, esto se evidenció en los recorridos dentro del cantón, ya que en pendientes con un porcentaje alto las especies tienen un menor desarrollo en comparación a las que se localizan en pendientes bajas en el caso del eucalipto, pino, aliso, arrayán que se notó claramente.

5.4 Validación de las zonas ecológicas identificadas mediante comprobación de campo.

Los datos obtenidos en la investigación varían a los consultados en la bibliografía para las especies, sin embargo algunos valores se encuentran dentro del rango y otros están cercanos a estos, en su mayoría siendo inferiores, por ejemplo el caso del *Pinus radiata*, según CONAFOR (s.f) de México, requiere temperaturas medias de 18-22 °C con precipitaciones entre 800-1700 mm/año, datos que varían con Ecuador forestal (2013) que la misma especie requiere temperaturas de 11-17 °C y precipitaciones entre 800-1300 mm/año, datos que son diferentes a los de la presente investigación, ya que las mejores especies se localizaron en sitios con datos de temperaturas de 8-10 °C y precipitación de 1000-1250mm/año para la alternativa uno.

Así mismo para la especie *Alnus acuminata*, según Ecuador Forestal (2013) requiere temperaturas de 10-12 °C y precipitaciones entre 600-1200 mm/año, mientras que Ospina *et al* (s.f) de Colombia indica que esta especie se desarrolla apropiadamente en lugares donde las temperaturas sean de 4-8 °C y precipitaciones anuales de 1000-3200 mm. Información diferente a la obtenida en la investigación ya que la temperatura está entre 12-14 °C y precipitaciones de 750-1000 mm/año para la alternativa uno determinada como potencial.

De la misma manera existe variación para la especie *Morella pubescens* que según Hoyos y Cabrera (citados por Castro y Ayala 2011) requieren temperaturas de 12-18 °C y precipitaciones anuales entre 500-2000 mm para su desarrollo, datos que difieren de la presente investigación que se encontraron los mejores ejemplares de esta especie en sitios con temperaturas de 8-10 °C y precipitaciones de 1250-1500 mm/año.

La presente investigación contiene datos que varían de otros autores con respecto a los requerimientos ecológicos que las especies mencionadas requiere para su desarrollo, ya que la zonificación ecológica de especies forestales que se realizó, a más de determinar las áreas que reúnan las condiciones ecológicas que las especies requieren para su desarrollo según la bibliografía encontrada, incluyó una validación que consistió en verificar en el campo el estado de las especies seleccionadas lo que permitió conocer los lugares que no solo que reúnan las condiciones que las especies requieren sino los que sean potenciales y moderadamente potenciales para su crecimiento y desarrollo según las evaluaciones fenotípicas realizadas, a más de esto la variación de datos existe ya que según la (FAO., s.f) las condiciones climáticas de cada región dependen de una serie de factores como la latitud, los vientos, la altura sobre el nivel del mar, las corrientes marinas, vegetación, por tanto estas varían entre regiones incluso entre lugares dentro de una misma región lo que indica que para obtener buenos resultados en las actividades forestales no solo se debe tener como referencia el rango altitudinal como generalmente se maneja sino que se debe tener información más a detalle de los requerimientos ecológicos de las especies ya que estas condiciones pueden variar entre regiones incluso entre cantones.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

6.2 CONCLUSIONES

Al ser la venta de madera el principal ingreso en el tema forestal por parte de las personas las especies como son el eucalipto y pino fueron seleccionadas como prioritarias en el aspecto económico, de la misma manera el aliso y pumamaqui por sus características y condiciones se determinaron como prioritarias en el aspecto ecológico y las especies de arrayán y laurel de cera en el aspecto sociocultural por el uso que las personas les dan a estas especies.

El área que reúne las condiciones ecológicas para el desarrollo del eucalipto en el cantón Otavalo es de 5.826,67 ha. Para el pino es de 1.142,68 ha, el área para el aliso es de 11.620,71 ha, siendo la especie con mayor superficie disponible para su buen desarrollo dentro del cantón, para la especie de pumamaqui el área es de 394,80 ha, de la misma manera para el arrayán es de 888,80 ha y para el laurel de cera el área disponible es de 1.479,89 ha dentro del cantón Otavalo, sumando un total de 21.352,74 ha, siendo el 42 % del total de la superficie del cantón.

El total del área validada para establecer las especies dentro del cantón Otavalo para la especie de eucalipto es de 552,21 ha tanto de la alternativa uno denominada como potencial sumado la alternativa dos como moderadamente potencial, así mismo para el pino se cuenta con una área de 562,16 ha para las especies en el aspecto ecológico al aliso cuenta con un total de 895,28 ha, el pumamaqui con una área de 1.683,41 ha, para las especies en el aspecto sociocultural la especie de arrayán tiene un área de 1.481,6 ha, y el laurel de cera con una superficie de 354,73 ha.

RECOMENDACIONES

Continuar con estudios donde se pueda determinar otras especies de interés en diferentes aspectos y el porqué de su elección, para que así exista una variabilidad y sostenibilidad forestal en el cantón, así como también aumentar la masa forestal.

Conocer y compartir los usos y las actividades que los comuneros realizan con las especies forestales en talleres y capacitaciones con el apoyo de las instituciones encargadas del tema ambiental y forestal para que se dé un mayor interés de las personas en temas forestales, sea con especies nativas o exóticas.

Manejar adecuadamente y compartir datos reales sobre el porcentaje de prendimiento de las plantas en las actividades forestales entre las instituciones relacionadas al tema forestal con las juntas parroquiales y comunidades donde se las llevan a cabo.

Que las instituciones y organismos relacionados al tema forestal promuevan y socialicen actividades para forestar y reforestar los sitios que intervienen en el estudio con las especies forestales seleccionadas como prioritarias.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

MAE:	Ministerio del Ambiente
SIG:	Sistema de Información Geográfica
IGM:	Instituto Geográfico Militar
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
DEM:	Modelos Digitales de Elevación
CONAFOR:	Comisión Nacional Forestal
GAD:	Gobierno Autónomo Descentralizado
GADP:	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial
MAGAP:	Ministerios de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca
SNI:	Sistema Nacional de Información
DAP:	Diámetro a la Altura del Pecho
OAT:	Ordenamiento Ambiental Territorial.
POAT:	Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial
WGS:	Sistema Geodésico Mundial (por su siglas en inglés)
SENPLADES:	Secretaria Nacional de Planificación
SADE:	Sistema de Ayuda de Decisión Espacial
INEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INAMHI:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
SQL:	Sistema de Lenguaje Estructurado (por sus siglas en ingles)
UTM:	Universal Transversal de Mercator (por sus siglas en ingles)
bhMB:	Bosque Húmedo Montano Bajo
bmHMB:	Bosque Muy Húmedo Montano Bajo
bhM:	Bosque Húmedo Montano
bsMB:	Bosque Seco Montano Bajo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Nacional. (2012). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. (107-AN-CEGADCOT-2016). Recuperado de: <http://www.eltelegrafo.com.ec/images/cms/DocumentosPDF/2016/Proyecto-de-ley-Ordenamiento-territorial-y-uso-gestion-del-suelo.pdf>
- Aznar, J., Gallego, M., Medianero, M., Soto, E., Vegas, L. (s.f). *Investigación y recogida de información de mercados*. Madrid, España: Editorial CEP S.L.
- Badilla. Y, Murillo. O y Obando. G. (2002) Efecto de la zona de vida y la altitud en la mortandad y adaptabilidad al primer año de especies forestales en la cordillera volcánica central, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v26n01_007.pdf
- Bello, E. (28 Septiembre 2011) Importancia de la Zonificación en la toma de decisiones de inversión. Seminario internacional de bosques Colombia 211.
- Bosque, J., Gómez, M. 2010). Sistema de ayuda a la decisión espacial para la ordenación del territorio. Postgrados UNAH. Recuperado de http://faces.unah.edu.hn/decanato/images/stories/PDF/Revista_Congreso_Vol1/Sistema_a_yuda_decision_espacial.pdf
- Breton, B. (2014, mayo) PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN PARA LA COMUNA HURA-PRIMERA REGION. *Líder*. Recuperado de http://ceder.ulagos.cl/lider/images/numeros/24/3.-LIDER%2024_Breton_pp63_93.pdf
- Castro, G y Ayala, R. (2011). Optimización de técnicas para la pre-germinación del Laurel de cera (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow). (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/818/3/03%20FOR%20187%20TESIS.pdf>
- Castro, H. (2012). Zonificación agroecológica basada en un plan de ordenamiento territorial en la comunidad la Pacifica, parroquia Tixán, cantón Alausi, provincia de Chimborazo. (Tesis de Grado). Recuperado de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2199/1/13T0744%20.pdf>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Legislación ecuatoriana*. (Asamblea Constituyente Ed.) Quito, Ecuador.

CATIE (1996). *Mejoramiento Genético, selección y manejo de fuentes semilleras y semillas forestales*. Unidad 2: *Selección y maeno de fuentes semilleras*. Turrialba, Costa Rica. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=KeANAQAIAAJ&pg=PP1&dq=Mejoramiento+Gen%C3%A9tico,+selecci%C3%B3n+y+manejo+de+fuentes+semilleras+y+de+semillas+forestales.+turrialba+costa+rica+1996&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjmoKPGY7VAhWETSYKHUSIADMQ6AEILTAD#v=onepage&q=Mejoramiento%20Gen%C3%A9tico%20C%20selecci%C3%B3n%20y%20manejo%20de%20fuentes%20semilleras%20y%20de%20semillas%20forestales.%20turrialba%20costa%20rica%201996&f=false>

CONAFOR. Comision Nacional Forestal (2014). *Manual de Zonificación de especies Forestales y Aplicacion de Modelos de Simulación del efecto del Cambio Climatico*. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/3230Manual%20de%20Zonificaci%C3%B3n%20ecol%C3%B3gica%20de%20especies%20forestales.pdf>

CONAFOR. (s.f). *Pinus radiata D.Don*. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982Pinus%20radiata.pdf>

Choto, I. (2013). *Zonificación Forestal de la Unida Hidrográfica del Rio Pachanlica en cinco parroquias pertenecientes a la Mancomunidad del Frente Sur Occidental en la provincia de Tungurahua*. (Tesis de pregrado) Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2994/1/33T0122%20.pdf>

Cruz, M., Castillo, M., Martínez, G., Carrillo, H., Fernández, O., Gonzales, E., Espada, E., Brito, M. (2016). *El Trabajo con Mapas: Una necesidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la geografía*. La Habana, Cuba. Editorial Universitaria.

Cunalata, G. (2014). *Evaluación de cuatro especies forestales nativas en tres pisos altitudinales con la utilización de 2 Bio estimulantes para propiciar una revegetación ecológica activa en los páramos de la comunidad de Poatug*. (Tesis de maestría). Recuperado de <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7558/1/tesis-020%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20243.pdf>

- Delgado, C., Valdez, J., Fierros, A., de los Santo, H., Gómez, A. (2010). Aptitud de áreas para plantaciones de eucalipto en Oaxaca y Veracruz: Proceso de análisis jerarquizado vs. Álgebra Boleana. Rev. Mex. Cien. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v1n1/v1n1a14.pdf>
- Díaz, V. (2005) *Manual del trabajo de campo de la encuesta*. Madrid, España. Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Ecuador Forestal. (2012). *Glosario del Régimen Forestal*. Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/glosario-forestal/glosario-de-regimen-forestal/>
- Ecuador Forestal. (s.f). *Bosque Plantado*. Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-plantado/>
- Ecuador Forestal (2013). *Ficha técnica No. 15 Eucalyptus globulus Labill*. Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-15-eucalyptus-globulus-labill/#comments>
- Ecuador Forestal. (2013). *Ficha técnica No. 13 Pino (Pinus radiata)*. Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/>
- Ecuador Forestal. (s.f). *Ficha técnica No. 1 Aliso*. Recuperado de <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/aliso.pdf>
- FAO. (2010). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 Términos y Definiciones. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf>
- FAO. (s.f). Arboles fuera del Bosque. 4. Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y1997s/y1997s05.pdf>
- FAO (s.f). Arboles fuera del Bosque. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/005/y2328s/y2328s04.htm>
- FAO. (s.f). *El Clima*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s05.htm>
- FAO (1981). *El eucalipto en la repoblación forestal*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/018/ac459s/ac459s.pdf>
- Fontana, J.L. (2014) *Principios de Ecología*. Córdoba, Argentina. Brujas.

Fundación ecuatoriana de conservación. (s.f). *Plantas de Quito*. Recuperado de <http://www.fsembrandoesperanza.org/es/index.php/galeria/plantas-de-quito>

García, M., D. Parra P. y P. Mena V., (2014). *El país de la Biodiversidad: Ecuador*. Fundación *Botánica de los Andes*, Ministerio del Ambiente y Fundación EcoFondo. Quito.

Gonzales, N. (2016). Priorización de especies para los proyectos de repoblación forestal incorporando criterios de cambio climático en el Parque Natural Serra de Mariola. (Tesis doctoral). Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62326/GONZ%C3%81LEZ%20-%20Priorizaci%C3%B3n%20de%20especies%20para%20los%20proyectos%20de%20repoblaci%C3%B3n%20forestal%20incorporando%20crite....pdf?sequence=1>

González, P. (s.f). Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas. Recuperado de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4651/pfc5890.pdf?sequence=1>

Granada, A. (s.f). *Ordenamiento Ambiental Territorial*. Recuperado de [http://www.mopc.gov.py/mopcweb/userfiles/files/ORDENAMIENTO%20AMBIENTAL%20TERRITORIAL.doc\(2\).pdf](http://www.mopc.gov.py/mopcweb/userfiles/files/ORDENAMIENTO%20AMBIENTAL%20TERRITORIAL.doc(2).pdf)

Hernández, M., García, S., López, N., Rodríguez, M. (s.f). *Estudio de Encuestas*. Recuperado de https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/ENCUESTA_Trabajo.pdf

INAB. (s.f). Clasificación de tierras por capacidad de uso. Recuperado de <http://186.151.231.170/inab/images/descargas/manuales/capacidad.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2007). Mejora de los sistemas de cartografía del territorio colombiano. Recuperado de ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/Geodesia_Cartograf%C3%ADa/Cartograf%C3%ADa_Modulo.pdf

Instituto Geográfico Militar (s.f). Carta topográfica: Otavalo Escala 1:50.000. ftp://www.igm.gov.ec/work/files/cartabase/enie/ENIEII_F1.htm

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA (s.f).
Manual de normas para la actualización de la cartografía de localidades vía sistema de posicionamiento global (GPS). Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/urbana/doc/normativ.pdf>
- Jácome, J y Jácome, S. (2009). Identificación de áreas potenciales aptas para repoblación forestal en el cantón Antonio Ante. (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/105/1/03%20FOR%20160%20RESUMEN%20EJECUTIVO.pdf>
- Jaramillo, K. (2013). *Evaluación de medios de cultivo para la propagación de arrayán (Myrcianthes hallii) (O. Berg) Mc Vaugh. Quito, Pichincha.* (Tesis de grado) Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/1103/1/T-UCE-0004-17.pdf>
- Kleinn, C. (2000). Inventario y evaluación de árboles fuera del bosque en grandes espacios. *Unasylva* 200, 51. Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/x3989s/X3989s02.PDF>
- Lasso, L., Espinoza, G., Haro, Renato. (s.f). Zonificación agroecológica de tres cultivos estratégicos (MAIZ, *Zea mays* L.; ARROZ, *Oryza sativa* L.; CAÑA DE AZUCAR *Saccharum officinarum* L.) en catorce cantones de la Cuenca baja de Rio Guayas. Recuperado de <http://www.cepeige.org/Revista3/ZONIFICACION%20AGROECOLOGICA.pdf>
- MAGAP. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2015). *Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales.* Guayaquil, Ecuador.
- MAE. (2014). Plan nacional de restauración forestal 2014-2017. Recuperado de <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlanRF.pdf>
- MAE. (2012). Metodología para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador continental. Recuperado de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/Documento_Metodologi%CC%81a_28_05_2012_v2_1.pdf
- MAE; FAO. (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador.* Quito. Recuperado de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>

- Malacalza, L. (2002). *Ecología General*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/utnortesp/reader.action?docID=10002778&ppg=1>
- Marcó. (s.f). *Conceptos Generales del Mejoramiento Genético Forestal y su Aplicación a los Bosques Cultivados de la Argentina*. Recuperado de http://forestoindustria.magyp.gob.ar/backup2/_archivos/_biblioteca/marco.pdf
- Marconi, J. (2011). *El Suelo*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/utnortesp/detail.action?docID=10609005>
- Ministerio del Medio Ambiente Gobierno de Chile. (s.f). *Especies Exóticas*. Recuerado de <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/pagina.aspx?id=90>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Muñoz, N. (2017). Zonificación socio-ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Montufar, Provincia del Carchi. (tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6879/1/03%20FOR%20355%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Muños, J. (1995). Estudio agroeconómico del laurel en la zona norte del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*. Recuperado de <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/viewFile/1174/1408>
- Morelli, G. (2014). Requerimientos Ecológicos de los Árboles Frutales. Recuperado de <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/321/course/section/261/Ecologia%20de%20los%20%C3%A1rboles%20frutales%20Gabi.pdf>
- Montero, M. (1999). FACTORES DE SITIOS QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO de *Tectona grandis* L. F. y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand, EN COSTA RICA. (Tesis de maestría). Recuperado de <http://www.sidalc.net/repdoc/A0264e/A0264e.pdf>
- Moreno, J., Aguarón, J., Cano, F., Escobar, M. (1998). Validez, robustez y estabilidad en decisión multicriterio. Análisis de sensibilidad en el proceso analítico jerárquico. *R.Acad.Cien.Exact.Fis.Nat.* Recuperado de [file:///C:/Users/AMERICAN/Downloads/dcart%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/AMERICAN/Downloads/dcart%20(1).pdf)

- Nicholls, M. (2008). *Efectos de luz, temperatura, salinidad y GAs en la germinación de semillas de Pumamaqui (Oreopanax spp)*. (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/562/1/88416.pdf>
- Olivas, U., Valdéz, J., Aldrete, A., Gonzáles, M y Vera, G. (2007) ÁREAS CON APTITUD PARA ESTABLECER PLANTACIONES DE MAGUEY CENIZO: DEFINICION MEDIANTE ANALISIS MULTICRITERIO SIG. *Fitotee*, 30 (4) 411-412.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado de http://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf
- Ospina, C., Hernández, R., Gómez, D., Godoy, J., Aristizabal, F., Patiño, J., Medina J. (s.f). *Guías Silviculturales*. Recuperado de <http://www.cenicafe.org/es/publications/aliso.pdf>
- Palacios, W. (2011). *Familias y géneros arbóreos del Ecuador*. Quito, Ecuador. MAE
- Peña, C., Pacheco, C., Romero, E., Suniaga, J., Vásquez, J., Dávila, M y Rojas, J. (2006). Clasificación de los suelos con fines agrícolas. Una propuesta metodológica para la aplicación del reglamento parcial de la ley de tierras y desarrollo rural. *Agricultura Andina*, 11, 9-27
- PDOT Otavalo (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Otavalo-Provincia de Imbabura. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1060000500001_DOCUMENTO%20FINAL%20PDOT%20OTAVALO_15-03-2015_19-55-15.pdf
- Portilla, D. (2012). *Propagación vegetativa del aliso (Alnus acuminata H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza*. (Tesis de tecnología). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2119/1/03FOR003TESIS.pdf>
- Quemac, D. e Ipiales, W. (2009). Propuesta de repoblación forestal en el Taita Imbabura del cantón Otavalo. (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/113/4/03%20FOR%20159%20TESIS.pdf>
- Raisz, E. (2005). *Cartografía*. Recuperado de http://web.uaemex.mx/fapur/docs/cediat/PT_ene_2013.pdf

- Rincón, W. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis? *Comunicaciones en estadística*. 7(2). 139-156
- Rivera, L., Cardona, L., Palacios, L., Rodríguez, M. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones. *Revista S & T*, 10(23), 9-26. doi: 10.18046/syt.v10i23.1366
- Salazar F, Rodolfo (1973) ZONIFICACION ECOLOGICA DE Pinus caribean var. hondurensis Barr. y Golf. Y Tectona grandis Linn. PARA HONDURAS (tesis de maestría). Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A2830E/A2830E.PDF>
- Scharebronch, B., Thomas, E., Kocker, W. (s.f). *Gestión de los suelos que albergan árboles urbanos (primera parte)*. Recuperado de http://www.isa-arbor.com/myaccount/mymembership/resources/AN_2015_06_Spain.pdf
- Santacruz, M. (2015). *Metodología para la determinación de suelo de expansión urbana como categoría de ordenación territorial*. (Tesis de maestría). Recuperado de [file:///C:/Users/AMERICAN/Downloads/tesis%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/AMERICAN/Downloads/tesis%20(1).pdf)
- SEMARNAT. (2008). *Investigando la Naturaleza Edición: Los Bosques del Mundo*. 1. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/014/i0105s/i0105s00.pdf>
- SIREFOR. (s.f). Definiciones Forestales. San Jose, Costa Rica. SIREFOR. Recuperado de http://www.sirefor.go.cr/?page_id=1039
- Silviculturauvmeif. (2009). Plantaciones Forestales. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:R4g1fedfCu0J:https://silviculturauvmeif.files.wordpress.com/2009/01/plantaciones-forestales.doc+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=ec%20;%20ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-plantado/>
- Toscano, G. (2005). El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. (Tesis de licenciatura). Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano_hg/toskano_hg.pdf
- Trujillo, E. (s.f). Plantación forestal: Planeación para el éxito. Recuperado de http://elsemillero.net/pdf/plantaciones_forestales.pdf

Schlatter, J. (1987, 09). La fertilidad del suelo y el desarrollo de *Pinus radiata* D. Don. *Bosque*. 8(1), p.14. Recuperado de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v8n1/art03.pdf>

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPRA. (2015). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales*. Recuperado de <http://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Zonificaci%C3%B3n+para+Plantaciones+Forestales/985d4bad-a72a-40b4-9dad-639656b295b3>

Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de Mejoramiento Genético Forestal. *Agronomía Costarricense*, 34 (1), 105-119.

Varela, S. (2011). La Ecofisiología Vegetal: Una Disciplina que nos permite tomar decisiones de manejo ante condiciones ambientales desfavorables. Recuperado de <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ecovegetal.pdf>

Zamudio, F., y Guerra, F. (2002). Reproducción selectiva de Especies Forestales de Rápido Crecimiento con énfasis en el género *Populus*. Recuperado de ftp://ftp.utralca.cl/intercambio/otros/mgforestal/Breeding%20strategy/2002/adobe/tree_breeding_strat.pdf

Zanoni, C. (s.f). *Calentamiento Global, Dios y Ecosistema Forestal*. Agro Enfoque. Recuperado de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=b87af909-7cdb-475e-85a1-44bd17379e21%40sessionmgr101>

ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta



ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DE ESPECIES FORESTALES PRIORITARIAS EN EL CANTON OTAVALO

Buen día, estamos realizando una encuesta **para determinar cuáles son las especies forestales prioritarias o que son de interés para el cantón Otavalo en tres aspectos: económico, ecológico, sociocultural**, así conocer los lugares adecuados para las mismas y mejorar los planes, proyectos, programas de reforestación y forestación.

Por favor ayúdenos a completar la información requerida en los espacios. En base a las características y condiciones del cantón San Luis de Otavalo de la provincia de Imbabura.

- 1.- Fecha:
 2.- Nombre: 3.- Cargo actual:

4.- Que especies forestales conoce que predominan en el cantón o su sector, mencione las más sobresalientes sea nativas o exóticas.

a)
b)
c)
d)

5.- ¿Cuáles especies forestales usted considera que son importantes mantener, forestar y reforestar en el cantón San Luis de Otavalo, y por qué? (Escribir en orden de importancia).

Económico: (especies nativas o exóticas que representen un ingreso económico ya sea por madera, frutos, material vegetativo, u otro aspecto, por favor menciónelo)

Especie forestal/ N. científico	¿Por qué?
1.-	
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	

Ecológico: (especies nativas o exóticas que sean para protección de suelo, esté amenazada u otro aspecto en sentido ecológico, por favor menciónelo)

Especie forestal/ N. científico	¿Por qué?
1.-	
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	

Sociocultural: (especies nativas o exóticas que se empleen en algún tipo de ritual, actividades tradicionales, medicina ancestral, es característica del lugar, etc., por favor menciónelo)

Especie forestal/ N. científico	¿Por qué?
1.-	
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	

Gracias por su atención y ayuda.

Figura 10. Encuesta realizada
 Elaborado por: William Sani

ANEXO 2: Ilustraciones



Fotografía 1: Elaboración de encuestas en reuniones



Fotografía 2: Elaboración de encuestas



Fotografía 3: Elaboración de encuestas GADPR



Fotografía 4: Evaluación fenotípica Aliso, Eugenio Espejo



Fotografía 5: Evaluación fenotípica Pino.



Fotografía 6: Evaluación fenotípica Pino.



Fotografía 7: Evaluación fenotípica Laurel.



Fotografía 8: Evaluación fenotípica Pumamaqui.



Fotografía 9: Evaluación fenotípica Laurel.



Fotografía 10: *Oreopanax ecuadorense*.



Fotografía 11: Plantación de *Eucalyptus globulus*



Fotografía 12: Evaluación fenotípica.

ANEXO 3

Evaluaciones especies aspecto económico

EUCALIPTO	Comunidad: Ugsha	3153 msnm, X: 815790; y: 23451
	Altura total	24 m
	Altura comercial	20 m
	DAP	28,7
	Fuste	Aceptable, forma regular, levemente sinuoso, sin acanalamientos
	Ramificación	La ramificación es apical con algunas ramas que son gruesas.
	Est. Fitosanitario	No se ve que individuos enfermos
	Área	1,63 ha
	Más del 90 % de lugares donde existe el eucalipto son rebrotes	



EUCALIPTO	Comunidad: Cazco Valenzuela	2910 msnm. X: 819094; Y: 22599
	Altura total	10 m
	Altura comercial	8 m
	DAP	15,9 cm
	Fuste	recto, delgados, homogéneos
	Ramificación	delgada, si se han realizado manejos
	Est. Fitosanitario	sin enfermedades
	Área	2,54 ha
	Manejado por la Asociación agrícola TOPO	



PINO	San Pablo, hacienda Pintafo	2701msnm. X: 813624; Y: 21685
	Altura total	22 m
	Altura comercial	14 m
	DAP	52,5 cm
	Fuste	rectos
	Ramificación	gruesas acorde a su tamaño y grosor de tronco
	Est. Fitosanitario	sanos
	Área	0,7 ha establecida como linderos.

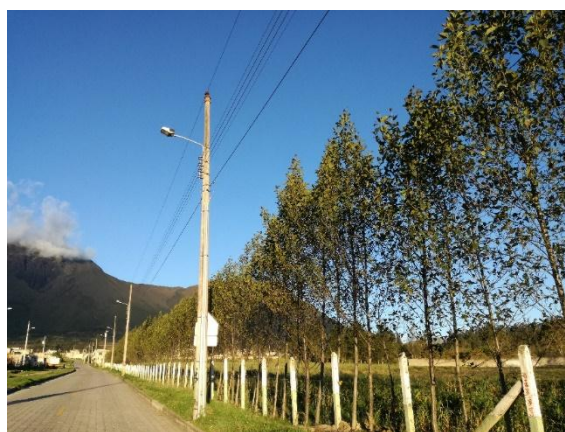


PINO	San Pablo	3401msnm. X: 815757; Y: 26134
	Altura total	15 m
	Altura comercial	2 m, sin manejo
	DAP	15,27 cm
	Fuste	recto algunos son sinuosos y torcidos
	Ramificación	gruesa basal
	Est. Fitosanitario	sanos
	Área	plantación en proceso de explotación



Evaluaciones especies aspecto ecológico

ALISO	Localización: Peguche	2602 msnm. X: 807033; Y: 28406
	Altura total	8m
	Ramificación	delgada
	Fuste	recto, monopodial
	DAP	5.57 cm
	Forma copa	elíptica alargada regular
	Est. Fitosanitario	sanos
	Arquitectura	Modelo Massart regular



ALISO	Localización: Eugenio Espejo	2680 msnm. X: 806635; Y: 23493
	Altura total	23m
	Ramificación	delgada
	Fuste	monopodial, recto levemente sinuoso
	DAP	25,46 cm
	Forma copa	elíptica irregular alargada
	Est. Fitosanitario	no se ven individuos enfermos
	Arquitectura	Massart irregular



PUMAMAQUI	Localización: Pucalpa	3216msnm. X: 808987; Y: 16866
	Altura total	12m
	Ramificación	combinación ramas delgadas y gruesas
	Fuste	recto leves sinuosidades, alguno un poco retorcidos
	DAP	19,7 cm
	Forma copa	regular en sombrilla
	Est. Fitosanitario	sanos
	Arquitectura	regular Leewenberg
	Buen desarrollo en laderas de quebradas y sequias. (existe mayor número de árboles)	



PUMAMAQUI	Localización: Quichinche	3080 msnm (SA). X: 792088; Y: 28849
	Altura total	10m
	Ramificación	ramas delgadas y gruesas
	Fuste	levemente sinuoso y torcido
	DAP	18,9 cm
	Forma copa	regular en sombrilla
	Est. Fitosanitario	sanos
	Arquitectura	regular Leewenberg



Evaluaciones especies aspecto sociocultural.

ARRAYÁN	Localización: Caluqui	2759 msnm. X: 805213; Y: 21453
	Altura total	13m
	Ramificación	gruesa, mediana
	Fuste	grueso bifurcado
	DAP	22,3 cm
	Forma copa	ovoidal irregular
	Est. Fitosanitario	sanos
	Arquitectura	regular Leeuwenberg



ARRAYÁN	Localización: Calpaquí	2819 msnm. X: 810152; Y: 19749
	Altura total	25 m
	Ramificación	gruesa
	Fuste	grueso sinuoso, acanalado
	DAP	54,11 cm
	Forma copa	ovoidal irregular
	Est. Fitosanitario	sanos
	Arquitectura	regular Leeuwenberg
	Reconocido por los moradores como un árbol progenitor.	



LAUREL DE CERA	Localización: La Rinconada	2774 msnm. X: 815368; Y: 18734
	Altura total	13 m
	Ramificación	abundante ramas medianas
	Fuste	grueso sinuoso, bifurcado
	DAP	20 cm
	Forma copa	redonda extendida con follaje muy denso
	Est. Fitosanitario	sanos
	Arquitectura	regular Stone



LAUREL DE CERA	Localización: Pisabo	2752 msnm. X: 795930; Y: 26188
	Altura total	12 m
	Ramificación	ramas delgadas y medianas
	Fuste	bifurcado
	DAP	19,12 cm
	Forma copa	ovoidal irregular, follaje no muy denso
	Est. Fitosanitario	sanos
	Arquitectura	regular Stone



ANEXO 4

Comparaciones

Especies aspecto económico

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 1		
Especie:	EUCALIPTO	
Parroquia, sector, comunidad:	San Pablo, Cazco Valenzuela	
Ubicación geográfica GPS:	X: 815790	Y: 23451
a) dominantes	2	
b) fuste	2	
c) bifurcación	2	
d) ramas	2	
e) estado fitosanitario	2	
f) acanalamiento	1	
g) homogeneidad:	2	
TOTAL	13	

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 2		
Especie:	EUCALIPTO	
Parroquia, sector, comunidad:	San Pablo, Ugsha	
Ubicación geográfica GPS:	X: 819094.24	Y: 22599.37
a) dominantes	2	
b) fuste	2	
c) bifurcación	1	
d) ramas	2	
e) estado fitosanitario	1	
f) acanalamiento	1	
g) homogeneidad:	2	
TOTAL	11	

puntaje	a	c	d	e	f	g
2	dominantes	sin bifurcaciones	delgadas	sanos	sin acanalamientos	homogéneo
1	codominantes	bifurcación baja	gruesa	presencia de individuos enfermos	levemente acanalado	heterogéneo

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 1		
Especie:	PINO	
Parroquia, sector, comunidad:	San Pablo	
Ubicación geográfica GPS:	X: 813624.29	Y: 21685.19
a) dominantes	2	
b) fuste	2	
c) bifurcación	2	
d) ramas	2	
e) estado fitosanitario	2	
f) acanalamiento	1	
g) homogeneidad:	2	
TOTAL	13	

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 2		
Especie:	PINO	
Parroquia, sector, comunidad:	San Pablo	
Ubicación geográfica GPS:	X: 815757.75	Y: 26134.90
a) dominantes	2	
b) fuste	2	
c) bifurcación	2	
d) ramas	1	
e) estado fitosanitario	2	
f) acanalamiento	1	
g) homogeneidad:	2	
TOTAL	12	

puntaje	a	c	d	e	f	g
2	dominantes	sin bifurcaciones	delgadas	sanos	sin acanalamientos	homogéneo
1	codominantes	bifurcación baja	gruesa	presencia de individuos enfermos	levemente acanalado	heterogéneo

Especies aspecto ecológico

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 1		
Especie:	PUMAMAQUI	
Parroquia, sector, comunidad:	Gonzáles Suárez, Pucalpa	
Ubicación geográfica GPS:	X: 808987.75	Y: 16866.36
a) dominantes	2	
b) sanos	2	
c) copa	2	
d) ramificación	2	
e) DAP	2	
f) arquitectura	1	
TOTAL	11	

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 2		
Especie:	PUMAMAQUI	
Parroquia, sector, comunidad:	Quichinche	
Ubicación geográfica GPS:	X:	Y:
a) dominantes	1	
b) sanos	2	
c) copa	2	
d) ramificación	1	
e) DAP	1	
f) arquitectura	1	
TOTAL	8	

puntaje	a	b	c	d	e	f
2	dominantes	sanos	regular	abundante	superior a la comparación	regular
1	codominantes	presencia de individuos enfermos	irregular	poco abundante	inferior a la comparación	irregular

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 1		
Especie:	ALISO	
Parroquia, sector, comunidad:	Peguche	
Ubicación geográfica GPS:	X: 807033.84	Y: 28406.19
a) dominantes	2	
b) sanos	2	
c) copa	2	
d) ramificación	2	
e) DAP	1	
f) arquitectura	2	
TOTAL	11	

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 2		
Especie:	ALISO	
Parroquia, sector, comunidad:	Eugenio Espejo	
Ubicación geográfica GPS:	X: 806635.20	Y: 23499.72
a) dominantes	2	
b) sanos	2	
c) copa	1	
d) ramificación	2	
e) DAP	2	
f) arquitectura	1	
TOTAL	10	

puntaje	a	b	c	d	e	f
2	dominantes	sanos	regular	abundante	superior a la comparación	regular
1	codominantes	presencia de individuos enfermos	irregular	poco abundante	inferior a la comparación	irregular

Especies aspecto sociocultural

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 1		
Especie:	ARRAYÁN	
Parroquia, sector, comunidad:	Eugenio Espejo, Calpaqui	
Ubicación geográfica GPS:	X: 805213.04	Y: 21453.74
a) dominantes	2	
b) sanos	2	
c) copa	2	
d) ramificación	2	
e) DAP	2	
f) arquitectura	1	
TOTAL	11	

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 2		
Especie:	ARRAYÁN	
Parroquia, sector, comunidad:	Gonzales Suárez, Caluqui	
Ubicación geográfica GPS:	X: 810152.00	Y: 19749.00
a) dominantes	2	
b) sanos	2	
c) copa	2	
d) ramificación	2	
e) DAP	1	
f) arquitectura	1	
TOTAL	10	

puntaje	a	b	c	d	e	f
2	dominantes	sanos	regular	abundante	superior a la comparación	regular
1	codominantes	presencia de individuos enfermos	irregular	poco abundante	inferior a la comparación	irregular

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 1		
Especie:	LAUREL DE CERA	
Parroquia, sector, comunidad:	San Pablo, La Rinconada	
Ubicación geográfica GPS:	X: 815368	Y: 18734
a) dominantes	2	
b) sanos	2	
c) copa	2	
d) ramificación	2	
e) DAP	1	
f) arquitectura	2	
TOTAL	11	

Formulario de campo para la evaluación de los árboles		
Sitio 1		
Especie:	LAUREL DE CERA	
Parroquia, sector, comunidad:	San Pablo, Quichinche	
Ubicación geográfica GPS:	X: 795930	Y: 26188
a) dominantes	2	
b) sanos	2	
c) copa	2	
d) ramificación	1	
e) DAP	1	
f) arquitectura	2	
TOTAL	10	

puntaje	a	b	c	d	e	f
2	dominantes	sanos	regular	abundante	superior a la comparación	regular
1	codominantes	presencia de individuos enfermos	irregular	poco abundante	inferior a la comparación	irregular

ANEXO 5

Mapa de zonificación ecológica de especies forestales prioritarias del cantón Otavalo.

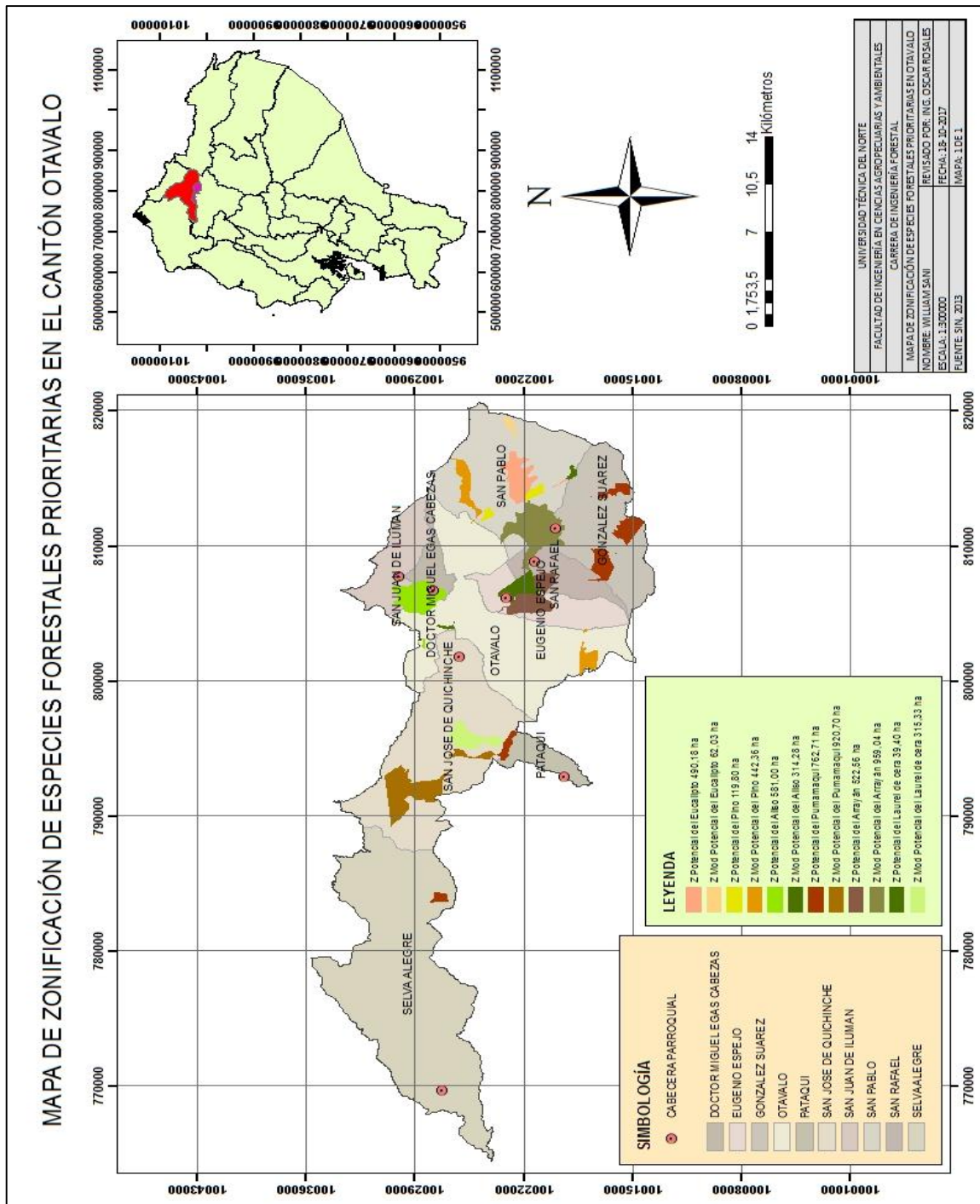


Figura 23: Zonificación ecológica forestal del cantón Otavalo.

Elaborado por: William Sani