

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

1. **TÍTULO:** Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo

2. **AUTOR:** William Andrés Sani Siza.

3. **DIRECTOR:** Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

4. **COMITÉ LECTOR:** Blgo. James Rodríguez Echeverry, PhD.

Ing. Oscar Rosales E, Mgs

Arq. José Solórzano Avilés.

5. **AÑO:** 2017

6. **LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** Cantón San Luis de Otavalo.

7. **BENEFICIARIOS:** Pobladores del cantón.

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Sani Siza

NOMBRES: William Andrés

C. CIUDADANIA: 100324284-7

TELÉFONO CONVENCIONAL:

TELEFONO CELULAR: 0997025211

CORREO ELECTRÓNICO: will_and11@live.com

DIRECCIÓN: Natabuela, Panamericana y Calle Gonzáles Suárez

AÑO: 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

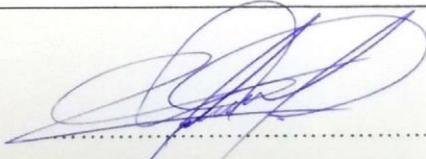
Fecha: 26 de octubre del 2017

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.

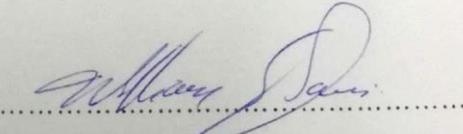
El objetivo principal de la presente investigación fue. Zonificar las áreas con suelos de aptitud forestal para el desarrollo de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo. Imbabura - Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Definir las especies forestales prioritarias en base 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

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.
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera de Ingeniería Forestal
Universidad Técnica del Norte
Ibarra-Ecuador
will_and11@live.com
Teléfono: 0997025211

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 geoprocесamientos se obtuvo una nueva zonificación que dio como resultado una serie de polígonos que según la clasificación obtenida en las evaluaciones indica los lugares aptos y moderadamente aptos para el desarrollo de estas especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo.

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.

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

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 fueron:

- 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.

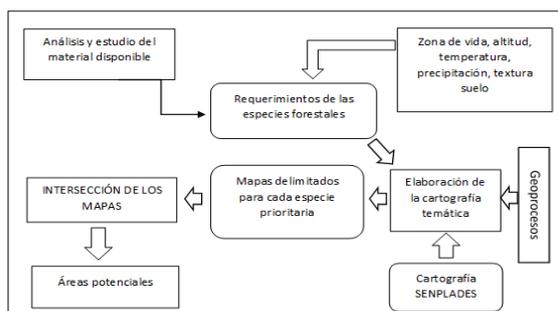


Gráfico 2. Diagrama proceso objetivo dos.

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

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.

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)

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.

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.

Tabla 1. Especies prioritarias en el aspecto ecológico.

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

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

Con la matriz elaborada de aptitud y requerimientos ecológicos de las especies forestales seleccionadas y georreferenciadas, se realizó el mapa de zonificación siguiendo el principio del diagrama del objetivo dos 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SELECCION DE ESPECIES

Tabla 2. Especies prioritarias en el aspecto económico.

| Nº | % elección | Nombre común | Nombre científico | Aspecto |
|----|------------|--------------|----------------------------|-----------|
| 1 | 32% | Eucalipto | <i>Eucalyptus 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>Juglans neotropica</i> | económico |

Elaborado por: William Andrés Sani Siza

Tabla 3. 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

Tabla 4. Especies prioritarias en el aspecto ecológico.

| Nº | % 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

Tabla 5. Especies prioritarias en el aspecto ecológico

| Nº | 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

ZONIFICACIÓN ESPECIES PRIORITARIAS

Se realizó una consulta bibliográfica con los requerimientos de cada especie para su zonificación.

Los resultados del trabajo que consistieron en la elaboración de mapas añadiendo la información necesaria para los geoprosesos, su posterior intersección con la herramienta “intersect” y manejo del SQL con la información necesaria para determinar las zonas o áreas ecológicamente aptas según

datos bibliográficos consultados por especie y conocer los sitios y las parroquias que son parte de la zonificación.

VALIDACIÓN DE LAS ZONAS IDENTIFICADAS

Tabla 6. Especies prioritarias en el aspecto económico.

| 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 Andrés Sani Siza

Tabla 7. Especies prioritarias en el aspecto económico.

| Pino | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| 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 Andrés Sani Siza

Tabla 8. Especies prioritarias en el aspecto económico.

| 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 Andrés Sani Siza

| 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 | franco limoso, franco arcilloso | media, franco, Gruesa, arenoso, arenoso franco |

Tabla 4. Especies prioritarias en el aspecto económico.

Elaborado por: William Andrés Sani Siza

Tabla 4. Especies prioritarias en el aspecto económico.

| 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 Andrés Sani Siza

Tabla 4. Especies prioritarias en el aspecto económico.

| 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 Andrés Sani Siza

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

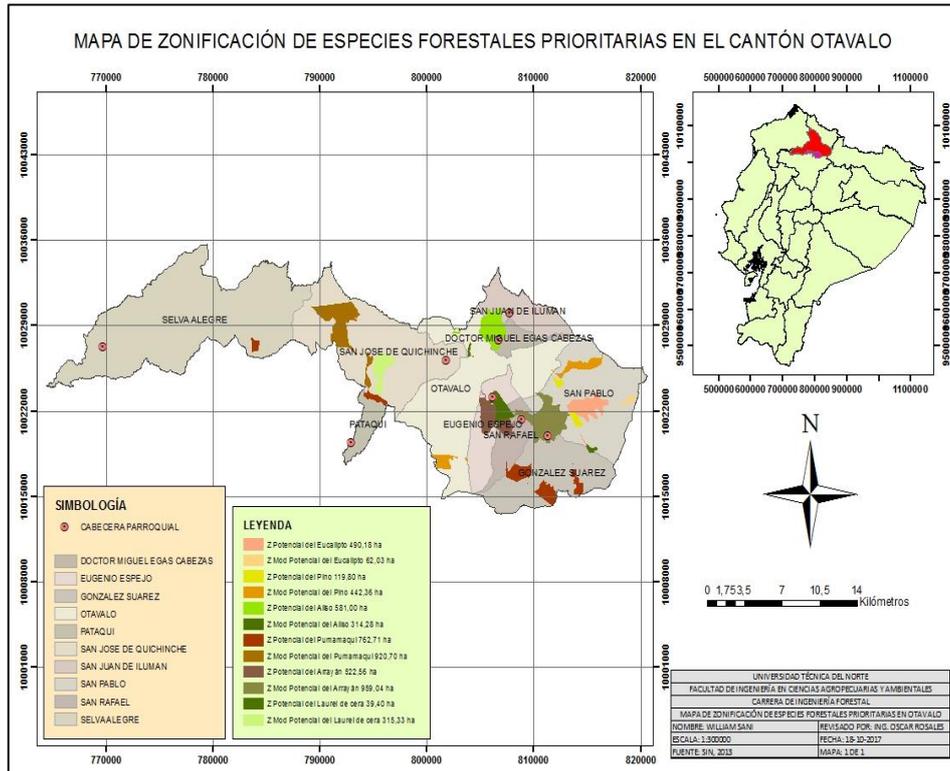


Gráfico 3. Mapa de zonificación de especies forestales prioritarias.
Elaborado por: William Andrés Sani Siza

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 l 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 y el pumamaqui con una área de 1.683,41 ha y finalmente 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 para que se dé un mayor interés de las personas en temas forestales ya 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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.

Bello, E. (28 Septiembre 2011) Importancia de la Zonificación en la toma de decisiones de inversión. Seminario internacional de bosques Colombia 211.

CATIE (1996). *Mejoramiento Genético, selección y manejo de fuentes semilleras y dessemillas forestales*. Unidad 2: *Selección y manejo 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=0ahUKEwjmoKPGY7VAhWETSYKHUSIADMQ6AEI>

LTAD#v=onepage&q=Mejoramiento%20Gen%C3%A9tico%2C%20selecci%C3%B3n%20y%20manejo%20de%20fuentes%20semilleras%20y%20de%20semillas%20forestales.%20turrialba%20costa%20rica%201996&f=false

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

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

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