



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**“Modelamiento a través de un SIG para la zonificación agroecológica de los principales cultivos (papa, maíz, brócoli, cebolla blanca, cebada y pasto) dentro de la parroquia de Alóag”**

**Santiago Rigoberto Lucero Narváez**

**Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, Marzo del 2013

**Universidad San Francisco de Quito**  
**Colegio de Postgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Modelamiento a través de un SIG para la zonificación agroecológica de los principales cultivos (papa, maíz, brócoli, cebolla blanca, cebada y pasto) dentro de la parroquia de Alóag**

**Santiago Rigoberto Lucero Narváez**

Richard Resl, Ph.Dc.  
**Director de Tesis**

---

Anton Eitzinger.  
**Miembro del Comité de Tesis**

---

Richard Resl, Ph.Dc.  
**Director de la Maestría en Sistemas  
De Información Geográfica**

---

Stella de la Torre, Ph.D.  
**Decana del Colegio de  
Ciencias Biológicas y Ambientales**

---

Victor Viteri Breedy; PhD.,  
**Decano del Colegio de Postgrados**

---

Quito, Marzo del 2013

## © Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: SANTIAGO LUCERO NARVÁEZ

C.I.: 1718415738

Fecha: Quito, Marzo del 2013

## **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedico a primeramente a Dios por darme vida y por guiar siempre mis pasos para alcanzar nuevas metas.

A mis padres Laura Narvaez y Rigoberto Lucero por ser un ejemplo de perseverancia y constancia que los caracteriza, por haberme apoyando en todo momento y que gracias a sus consejos puedo terminar esta nueva meta de mi vida

A mis hermanos y novia, por el apoyo y la ayuda brindada en la realización de esta maestría

A mi tutor y profesores del programa UNIGIS por darme una mano cuando la necesite

Al Ministerio de Agricultura, con sus funcionarios y técnicos que me brindaron la información y asesoramiento técnico requerido para la elaboración de esta tesis.

A mis familiares que pendientes esperaron este resultado

## Resumen

El presente trabajo consiste en realizar una zonificación agroecológica de ciertos tipos de cultivos dentro de la parroquia de Alóag/Ecuador utilizando como base un Sistema de Información Geográfica (SIG), tomando en cuenta sus requerimientos biofísicos como de precipitación, temperatura, pendiente, tipo de suelo; esto con el fin de conocer la zonas más aptas para cada tipo de cultivo.

La información que maneja este trabajo viene de algunas instituciones gubernamentales como por ejemplo la información climática que proviene del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); información edafológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) con su dirección de Sistema Nacional de Información Geográfica para el Sector del Agro (SIGAGRO); información base como curvas de nivel, poblados, drenajes del Instituto Geográfico Militar (IGM); la fotografía aérea proporcionado por el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS) y los requerimientos Agroecológicos de los Cultivos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). La combinación y el análisis de estos datos permitieron establecer una zonificación agroecológica por tipo de cultivo bastante cercana a la realidad.

Como parte del proceso se elaboró un Modelo Cartográfico con la herramienta ModelBuilder de ArcGis, donde simplifica, automatiza y optimiza el trabajo de la elaboración la zonificación agroecológica de cada cultivo; tomando en cuenta los factores climáticos y edafológicos que son necesarios para cada requerimiento agroecológico de cada cultivo.

Finalmente se elaboró un estudio de conflictos de uso entre las zonas que son aptas para un cultivo y el uso actual del suelo, donde se evidencio que en las zonas donde son aptas para el pasto cultivado, el 64.15 % de la superficie está ocupada por pasto, esto quiere decir que está en buena correspondencia y bien utilizado.

## Abstract

The present work shows an agro-ecological zoning of different types of crops in the parish of Alóag/Ecuador using a Geographic Information System (GIS), and takes into account biophysical requirements such as rain, temperature, slope and soil type. The goal is to find the most suitable areas for each type of crop.

The information used in this work comes from different government institutions. For instance, climate information was obtained from the National Institute of Meteorology and Hydrology INAMHI, soil information from the Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fisheries (MAGAP), with the National Agro Geographic Information System for the Agricultural Sector (SIGAGRO); the base information such as contours, towns, drainage from the Military Geographical Institute (IGM); aerial photography provided by the National Information System and Management of Rural Land (SIGTIERRAS) and Crop agro-ecological requirements from the National Agricultural Research Institute (INIAP). The combination and analysis of the data allowed establishing an agro-ecological zoning by crop type close to reality.

As part of the process, I designed a cartographic model with ArcGIS ModelBuilder tool, which simplifies, automates and streamlines the production work of agro-ecological zoning of each crop.

Finally, I studied the conflict between suitable land for cultivation and current land of use, which evidenced that in areas where they are suitable for grass cultivated, 64.15% of the area is covered by grass , this means that is in good agreement and well used.

## TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	5
Resumen.....	6
Abstract.....	7
Índice de Cuadros.....	12
Índice de Figuras.....	12
Introducción.....	15
Justificación.....	17
Problema.....	18
Objetivos.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivo Especifico.....	20
Hipótesis.....	20
 <b>Capítulo I.</b>	
<b>1. Marco Teórico.....</b>	<b>21</b>
1.1 Zonificación Agrícola.....	21
1.2 Zonificación Agroecológica.....	21
1.3 Factores Climáticos.....	22
1.4 Factores Edafológicos.....	22
1.5 Fisiografía.....	23
1.6 Producción Agrícola.....	23
1.7 Productividad Agrícola.....	24



1.8	Análisis Espacial.....	24
1.9	Geoprocesamiento.....	24
1.10	Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	25

## **Capítulo II.**

<b>2.</b>	<b>Diagnostico Territorial.....</b>	<b>27</b>
2.1	Diagnostico General.....	27
2.1.1	Historia.....	27
2.1.2	Ubicación Geográfica.....	27
2.1.3	Limites.....	28
2.1.4	Coordenadas UTM.....	29
2.1.5	Superficie.....	29
2.1.6	Altitud.....	29
2.1.7	Población.....	29
2.1.8	Actividades Económicas.....	30
2.2	Diagnostico Biofísico.....	31
2.2.1	Caracterización Climática.....	31
2.2.1.1	Red de Estaciones Meteorológicas.....	32
2.2.1.2	Régimen de Precipitación (Isoyetas).....	33
2.2.1.3	Régimen de Temperaturas (Isotermas).....	36
2.2.1.4	Tipos de Clima.....	40
2.2.2	Caracterización del Relieve.....	44
2.2.2.1	Relieve.....	44
2.2.2.2	Pendiente.....	45
2.2.3	Caracterización Edafológica.....	49

2.2.3.1 Clasificación de los Suelos.....	50
2.2.3.2 Propiedades Físicas del Suelo.....	53

### **Capítulo III.**

<b>3. Metodología.....</b>	<b>62</b>
3.1 Recopilación y Análisis de Información Existente.....	62
3.2 Requerimientos Agroecológicos de los cultivos.....	63
3.3 Zonificación Agroecológica.....	64
3.3.1 Definición del Modelo de Integración.....	66
3.3.2 Metodología Propuesta.....	67
3.3.2.1 Superposición de Mapas.....	67
3.3.2.2 Elaboración de la Zonificación Agroecológica a través del lenguaje estructurado de Consulta (SQL).....	75
3.3.2.3 Elaboración de la Zonificación Agroecológica a través del ModelBuilder.....	79
3.4 Uso y cobertura del Suelo.....	81
3.4.1 Metodología para la interpretación.....	81
3.4.1.1 Interpretación Visual de la Fotografía Aérea.....	81
3.4.1.2 Homogenización de los diferentes tipos de cobertura.....	82

### **Capítulo IV.**

<b>4. Resultados.....</b>	<b>86</b>
4.1 Zonas aptas para el cultivo de la Papa.....	86
4.2 Zonas aptas para el cultivo del Brócoli.....	87
4.3 Zonas aptas para el cultivo de la Cebada.....	89

	11
4.4 Zonas aptas para el cultivo de la Cebolla.....	90
4.5 Zonas aptas para el cultivo del Maíz.....	91
4.6 Zonas aptas para el cultivo del Pasto.....	93
4.7 Conflictos de Uso del Suelo.....	94
4.7.1 Resultados.....	95
<b>Capitulo V.</b>	
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>102</b>
5.1 Conclusiones.....	102
5.2 Recomendaciones.....	104
<b>Bibliografía.....</b>	<b>106</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estaciones Meteorológicas.....	33
Cuadro 2. Precipitaciones medias mensuales y anuales.....	35
Cuadro 3. Temperaturas medias mensuales y anuales.....	37
Cuadro 4. Clasificación de las pendientes.....	47
Cuadro 5. Porcentaje de ocupación de pendientes dentro de la parroquia.....	49
Cuadro 6. Cuadro de códigos para la clasificación de la textura.....	56
Cuadro 7. Cuadro de códigos para la clasificación de la profundidad.....	57
Cuadro 8. Cuadro de códigos para la clasificación de la pedregosidad.....	58
Cuadro 9. Cuadro de códigos para la clasificación del drenaje.....	59
Cuadro 10. Cuadro de códigos para la clasificación del pH.....	60
Cuadro 11. Cuadro de códigos para la clasificación de la salinidad.....	61
Cuadro 12. Requerimientos agroecológicos de los cultivos.....	64
Cuadro 13. Porcentaje de cobertura y uso del suelo.....	84
Cuadro 14. Porcentaje de cobertura y uso del suelo en áreas naturales.....	84

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación.....	28
Figura 2. Porcentaje de personas ocupadas por rama de actividad.....	30
Figura 3. Mapa de Isoyetas.....	34
Figura 4. Precipitación media mensual de la estación meteorológica Machachi.....	36
Figura 5. Temperatura media mensual de la estación meteorológica Machachi.....	37
Figura 6. Mapa de Isotermas.....	40
Figura 7. Mapa de Tipos de Clima.....	42

Figura 8. Mapa TIN de Relieve.....	44
Figura 9. Mapa de Pendientes.....	48
Figura 10. Mapa de Unidades de Suelo.....	50
Figura 11. Dimensión de las partículas (mm) para la textura del suelo.....	54
Figura 12. Denominación de los suelos según su textura.....	55
Figura 13. Representación de la profundidad del suelo.....	56
Figura 14. Representación de la pedregosidad del suelo.....	57
Figura 15. Representación del drenaje del suelo.....	58
Figura 16. Representación del pH del suelo.....	60
Figura 17. Representación de la salinidad del suelo.....	61
Figura 18. Diagrama de zonificación agroecológica.....	66
Figura 19. Representación de la superposición de coberturas.....	69
Figura 20. Elaboración del mapa de Disponibilidad Climática.....	72
Figura 21. Elaboración del mapa de Disponibilidad Edafológica.....	73
Figura 22. Elaboración del mapa Agroecológico.....	74
Figura 23. Tabla de atributos del mapa Agroecológico.....	76
Figura 24. Gráfico de flujos de una consulta SQL para el mapa Agroecológico.....	76
Figura 25. Gráfico de las áreas seleccionadas que son agroecológicamente aptas para el cultivo de la papa.....	78
Figura 26. MolderBuilder para la zonificación agroecológica del cultivo de la papa.....	80
Figura 27. Interpretación visual de una fotografía aérea.....	82
Figura 28. Mapa de Uso y Cobertura del Suelo.....	83
Figura 29. Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de la Papa.....	87
Figura 30. Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Brócoli.....	88
Figura 31. Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Cebada.....	89

Figura 32. Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Cebolla.....	90
Figura 33. Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de la Maíz.....	92
Figura 34. Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Pasto.....	93
Figura 35. Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Pasto.....	96
Figura 36. Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Brócoli.....	97
Figura 37. Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Cebada.....	98
Figura 38. Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Maíz.....	99
Figura 39. Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Cebolla.....	100
Figura 40. Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Cebolla.....	101

## INTRODUCCIÓN

Se debe recordar que al inicio de la explotación petrolera (1974), la actividad agropecuaria en el Ecuador había sido considerada la principal fuente de ingresos económicos, por exportación de productos agrícolas, ejemplo: Cacao (1875-1925); Banano (1930-1970), así como por la dotación alimentaria para subsistencia de la población ecuatoriana (Larrea, Espinosa & Silva; 1997). Pero en las dos últimas décadas el Ecuador ha sufrido transformaciones agrarias que han estado marcadas, por un doble proceso por "el desplazamiento del eje productivo hacia la agroindustria y la exportación"; y por "la heterogeneidad social y la diversificación ocupacional" (Gómez N; 1999). Esta tendencia se ve claramente reflejada en el comportamiento del sector agrícola durante las dos últimas décadas. Las tasas de crecimiento del sector agropecuario han sido superiores a las tasas de crecimiento poblacional. Así, entre 2007 y 2011 la tasa de crecimiento de la producción agrícola fue del 8,1% (FAO; 2012), Estas tasas de crecimiento obedecen fundamentalmente al "dinamismo de los cultivos tradicionales de exportación" como al "ingreso a los mercados internacionales de productos no tradicionales".

En el Ecuador, al igual que en la mayoría de países de América latina, el sector agropecuario juega un papel preponderante en la producción de alimentos, que componen la canasta básica, agroindustrial y de exportación; generador de empleos, ingresos y divisas; y, otros factores sociales y económicos (Nadal et al 2001). Es empleadora de una fuerte proporción de la fuerza laboral, que provee de ingreso para casi el 40% de la población y aporta casi con el 50% de divisas para el país (Boletín Monetario Semanal del Banco Central Ecuador; 2012). Así mismo produce una gran variedad de alimentos, fibras y otros productos que permiten alimentar y vestir a la población y además dota de los insumos esenciales para el proceso industrial. Con sus variados climas, y altitudes estas tierras están en condiciones de producir casi todos los productos agrícolas del mundo, desde los de clima tropical pasando por el serrano hasta aquellos de clima templado (Larrea, Espinosa & Silva; 1997).

Para que el país no dependa de una expansión del área cultivable y pueda aumentar la productividad, es necesario que el gobierno local o institución que le competa el tema

agrícola, conozcan qué áreas son aptas o no para un cierto tipo de cultivo y así puedan asesorar a los campesinos que cultivos van a tener un mejor rendimiento y producción en la parroquia.

El presente trabajo constituye el resultado del estudio encaminado a determinar una división de la parroquia de Alóag en zonas agroecológicas para fines de desarrollo agropecuario. Estos resultados son, lógicamente consistentes con el nivel de información disponible y son susceptibles de futura actualización a medida que nuevas investigaciones hagan posible introducir en el proceso datos más confiables o detallados.

El esquema de zonificación establecido aquí, sin embargo, permite un manejo racional de las zonas establecidas, y con los sistema de información geográfica (SIG) facilitará el estudio comparativo de diversas alternativas de desarrollo para cada una de ellas, basado en factores pertinentes a la zona misma y susceptible de actualización a medida que se introducen cambios en el nivel de información disponible o en el valor relativo de los datos climáticos, económicos y sociales que constituyen un insumo al análisis.

La zonificación agroecológica para los principales cultivos dentro de la parroquia, se considera como una unidad de planeamiento que permite canalizar los esfuerzos del gobierno autónomo descentralizado, tanto en materia tecnológica como financiera, a fin de iniciar un proceso de desarrollo agropecuario zonal que lleve, conjuntamente, al desarrollo rural regional, el cual finalmente constituirá un fuerte componente del desarrollo económico y social de la parroquia.

El desarrollo rural es la piedra angular en la estrategia general de desarrollo en muchos países de Latinoamérica, y lo es en particular en el Ecuador (Chiriboga & Wallis; 2010). El éxito de los esfuerzos realizados para alcanzar este desarrollo rural es importante por muchas razones, entre las cuales se incluye la posibilidad de mejorar la productividad del sector agrícola, desarrollar un flujo considerable y sostenido entre una exportación diversificada, tanto en su naturaleza como en su destino, y el establecimiento de un mercado interior tanto para los productos producidos en el medio rural como para los servicios producidos por las ciudades.



## JUSTIFICACIÓN

El Gobierno del Ecuador a través del “*Plan Nacional para el Buen Vivir, 2009-2013*”, intenta, entre sus estrategias, el aumento de la productividad real y diversificación de las exportaciones y exportadores; SENPLADES (2009) apunta a que la producción agrícola pueda mantener niveles satisfactorios para cubrir las necesidades humanas, aumentando su producción, diversificando los cultivos y sin sobreexplotar a las personas ni a la naturaleza, y esto solo es posible conociendo completamente los recursos naturales disponibles, cumpliendo el artículo 13 de la Constitución Nacional del 2008 en la que menciona: “*Las personas y colectivas tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria*” (Constitución de la República del Ecuador; 2008).

Además, en el cantón Mejía donde se encuentra la parroquia de Alóag, comprende una de las zonas más importantes del país, no únicamente porque se encuentra el volcán Cotopaxi sino principalmente porque abarca extensas zonas altamente productivas y con un elevado potencial económico. En esta parroquia, la agricultura es el soporte económico y su desarrollo tiene una prioridad vital. Sin embargo, para poder plantear una estrategia con el fin de lograr su desarrollo en este sector, hay que determinar primeramente una zonificación agroecológica, que nos permitirá contestar a las interrogantes básicas siguientes:

- 1) ¿Existe la posibilidad de implantar determinado cultivo?
- 2) ¿Dónde es el mejor lugar para sembrar determinado cultivo?

Por todo lo expuesto anteriormente, y contestando a estas interrogantes, es necesario realizar previamente una evaluación de los recursos naturales (suelos, clima, altura, etc.) y elaborar una zonificación agroecológica que nos permita planificar no solo los sistemas de producción (cultivos) más apropiados, sino las prioridades de investigación.

En general, al delimitar las zonas agroecológicas se están señalando áreas con alta potencialidad para el desarrollo agrícola que pueden responder en un plazo muy breve a un fuerte impulso de desarrollo, como resultado de la concentración de los medios técnicos y financieros disponibles.

Al delimitar las zonas agrícolas se determina para cada zona estimaciones de los cultivos más recomendables y los rendimientos potenciales de los mismos. Con esta información sería posible seleccionar cultivos que permitan tomarse como índice del potencial productivo y estimar así el valor potencial de la producción en cada una de las zonas.

La aplicación del concepto de zonificación en la concentración de los esfuerzos de desarrollo tiene la particularidad de que puede posibilitar el establecimiento de verdaderos polos de desarrollo agrícola para la integración de programas y ejecución de proyectos, con los cuales se pueden definir las orientaciones y métodos operacionales de acuerdo con un modelo político y los planes de desarrollo de cada Gobierno Autónomo Descentralizado (GADs).

## **PROBLEMA**

Ecuador, ha sido calificado de País eminentemente Agropecuario, sin embargo, en las últimas décadas el bum petrolero y sus jugosos ingresos relegaron a un segundo plano a la Agricultura, situación que bien se podría entender como el gran deterioro que ha sufrido la primera actividad productiva renovable, en los últimos 30 años (Larrea, Espinosa & Silva; 1997); donde las prioridades de inversión, prácticamente se centraron en las actividades petroleras.

Pero la gran verdad es que existe inseguridad en los precios del mercado petrolero, pues se deben siempre a lo que impongan las grandes potencias, tal como ha acontecido en el pasado. Así pues en el Ecuador, los gobiernos de turno que han elaborado las políticas económicas de Estado, siempre han considerado como el segundo eslabón a la tradicional actividad agrícola, y aunque la filosofía ha sido la de volver los ojos hacia la agricultura, hasta ahora no se lo ha hecho.

El crecimiento de la agricultura vinculada a la exportación no ha estado acompañada de un crecimiento similar de los productos para el mercado interno, debido a una falta de mejoramiento de la calidad y producción de los cultivos; además, el crecimiento más importante de la agricultura nacional se ha dado por la ampliación de la frontera agrícola, antes que por el desarrollo tecnológico.

Otro factor para la crisis del sector agropecuario de nuestro país se debe a que la producción agrícola crece en las áreas destinadas a la producción para la exportación, mientras decrecen cada vez más los terrenos cultivados para el consumo interno; falta de atención gubernamental al campesino: carencia de leyes que fomenten el desarrollo agrícola y garanticen una rentabilidad al campesino; baja productividad por falta de conocimientos de zonas aptas para cierto tipo de cultivo; falta de generación y proporción de innovaciones tecnológicas apropiadas, productos, servicios y capacitación especializadas para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores agropecuario.

De esto se puede entender el porqué del empobrecimiento y que junto con el aumento de la demanda agregada ha originado que muchos campesinos destruyan bosques tropicales, desaparezcan manglares, “los páramos sean invadidos y los suelos estén erosionados”. Esta continua expansión agrícola hacia tierras marginales y la deficiente base científica existente se han visto reflejado en niveles bajos de productividad, inclusive más bajos del estándar internacional.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Generar un Modelo Cartográfico para determinar las zonas agroecológicamente aptas para el cultivo de: Papa, maíz, brócoli, cebada, cebolla blanca y pasto; que representan los principales productos que se cultivan en la parroquia de Alóag.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Desarrollar un modelo en Molder Builder de ArcGis para la generación automática de las zonas más aptas para cada tipo de cultivo, tomando en cuenta las variables que en esta influye.
- Determinar que variables influyen en el crecimiento de uno u otro tipo de cultivo, tomado en cuenta los requerimientos agroecológicos de cada cultivo para el Ecuador.
- Describir cada uno de los principales cultivos de la parroquia
- Realizar un análisis de conflictos de uso agrícola dentro de la parroquia

## **HIPOTESIS**

La parroquia del Aloag tiene zonas aptas para el cultivo de: Papa, maíz, brócoli, cebada, cebolla blanca y pasto; que se pudieron determinar bien con el modelo cartográfico; además que con la ayuda del análisis de conflicto de uso permitió prevenir presión al uso de la tierra dentro de la parroquia.

# **CAPITULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico de la presente tesis de maestría considera la zonificación agroecológica, por ser esta el eje de la misma.

### **1.1 ZONIFICACIÓN AGRICOLA**

La zonificación agrícola es el estudio, análisis y delimitación de zonas homogéneas en lo que se refiere a los recursos físicos y socioeconómicos con el propósito de lograr su mejor aprovechamiento del sector agrícola (Cáceres P; 1970).

La zona agrícola es un elemento del análisis agroeconómico espacial. Para lograr su determinación, el método consiste esencialmente en reagrupar en el espacio pequeñas unidades locales que presentan características parecidas, respecto a un atributo o conjunto de atributos analizados (OEA; 1974).

### **1.2 ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA**

La zonificación agroecológica, es una zonificación agrícola pero en la que se toma en cuenta factores bioclimáticos en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos (FAO; 1997)

### **1.3 FACTORES CLIMATICOS**

Entendemos por clima a aquel fenómeno natural que se da a nivel atmosférico y que se caracteriza por ser una conjunción de numerosos elementos tales como la temperatura, la humedad, la presión, la lluvia, el viento y otros. El clima es un fenómeno geográfico que existe a lo largo de todo el planeta pero que, de acuerdo a las condiciones de cada lugar, varía y presenta notorias diferencias entre lugar y lugar. Debido al alto impacto de la acción del hombre no sólo sobre la naturaleza sino también sobre la atmósfera, el clima ha cambiado profundamente en los últimos siglos, dando lugar a aquello que hoy en día se conoce como cambio climático y que supone severas alteraciones en todo el planeta (Fernández F; 1995)

### **1.4 FACTORES EDAFOLÓGICOS**

La edafología es una rama de la ciencia del suelo que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. Desde el punto de vista científico, la Edafología define el suelo como “un ente natural organizado e independiente, con unos constituyentes, propiedades y génesis que son el resultado de la actuación de una serie de factores activos (clima, organismos, relieve y tiempo) sobre un material pasivo (la roca madre)”. El edafólogo Francés Philippe Duchaufour definió en 1956 el suelo como una “colección de cuerpos naturales de la superficie terrestre que soporta plantas, que llega desde los materiales no consolidados e inorgánicos que yacen en la zona de las raíces de plantas nativas perennes a donde se han desarrollado horizontes impermeables a las raíces o los dos metros más superficiales de propiedades distintas al material rocoso subyacente, como resultado de la acción de organismos vivos, clima, roca madre y relieve”. (Barreira e, 1978).

En la definición de suelo que ofrece el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1998), el suelo es un cuerpo natural formado por una fase sólida (minerales y materia orgánica), una fase líquida y una fase gaseosa que ocupa la superficie de la tierra, organizada en horizontes o capas de materiales distintos a la roca madre, como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de materia y energía, que tiene

capacidad para servir de soporte a las plantas con raíces en un medio natural. Los límites superiores del suelo son la atmósfera, las aguas superficiales poco profundas (es decir, que pueden soportar el crecimiento de raíces), las plantas vivas o el material orgánico que no ha comenzado a descomponerse.

Son factores edáficos del suelo: la textura del material (arena, grava, arcilla, limo), su estructura, porosidad, cantidad de materia orgánica, y nivel freático, entre otros.

## **1.5 FISIOGRAFÍA**

La Fisiografía hace referencia al estudio de la interrelación del clima, la geología, morfología, origen y edad de los materiales rocosos, la hidrología e indirectamente los aspectos bióticos en la extensión que estos inciden en el origen de los suelos y/o en su aptitud de uso y manejo del suelo. (IIAP<sup>1</sup>; 1998)

La importancia de la Fisiografía, radica en la interrelación entre la geoforma<sup>2</sup>, material parental y la topografía, inciden fuertemente en la formación y proceso de evolución de los suelos, y en el grado y tipo principal de amenaza natural, determinando la cobertura vegetal y condicionando la posibilidad de explotación agropecuaria así como la forma y localización de los asentamientos humanos y su infraestructura.

## **1.6 PRODUCCIÓN AGRICOLA**

El concepto de producción agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la economía para hacer referencia al tipo de productos y beneficios que una actividad como la agrícola puede generar. Cuando hablamos de producción agrícola estamos haciendo referencia a todo aquello que es el resultado de la actividad agrícola (la agricultura), por ejemplo, cereales como el trigo o el maíz, vegetales y hortalizas como la papa, la zanahoria o frutas como las frutillas, las manzanas, etc. Todos estos productos forman parte de la actividad agrícola y son utilizados, en un porcentaje muy alto como alimentos aunque también se pueden

---

<sup>1</sup> IIAP: Instituto de investigaciones de La amazonia peruana

<sup>2</sup> Una geoforma es un cuerpo tridimensional: tiene forma, tamaño, volumen y topografía, elementos que generan un relieve. FAO "Guía Para la Descripción de Suelos"

encontrar otros usos a los mismos para diversas industrias (perfumería, indumentaria, higiene, etc.).

## **1.7 PRODUCTIVIDAD AGRICOLA**

Muchos autores llaman a la Productividad agrícola como Rendimiento agrícola y es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por unidad de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (TM/ha). (Navarro E; 2009).

## **1.8 ANALISIS ESPACIAL**

Citando a la Real Academia de la Lengua, el análisis se define como la “distinción y la separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos”. En Geografía “el todo se debe asimilar al espacio geográfico en su conjunto y sus partes” (Gamir et al; 1995). Estas últimas incluyen las “variables territoriales (abióticas, bióticas, socioeconómicas, etc.) u objetos geográficos que sobre él confluyen”. A partir de ello podemos afirmar que el *análisis espacial*, se centra en el estudio, de manera separada, de los componentes del espacio, definiendo sus elementos constitutivos y la manera como éstos se comportan bajo ciertas condiciones. Para esto, el análisis espacial se vale de un conjunto de herramientas técnicas que, de acuerdo con lo anterior, sólo pueden dar respuesta a una parte de la dinámica del espacio, mas no a su totalidad (Madrid & Ortiz; 2000).

Bosque Sendra (1992) es mucho más específico en tanto define el análisis espacial como “el conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos, en los que se considera de alguna manera, sus características espaciales”.

## **1.9 GEOPROCESAMIENTO**

Podemos decir que el geoprocesamiento es un conjunto de tecnologías orientadas a la recopilación y tratamiento de informaciones espaciales con un objetivo específico, como ser, dar respuesta a un problema o situación concreta. Los SIG son los encargados de



ejecutar dichas operaciones. En el geoprocésamiento se modela y analiza informaci3n geogr3fica para generar nueva informaci3n.

Los prop3sitos fundamentales del geoprocésamiento son permitirle automatizar las tareas SIG y realizar an3lisis y modelado espacial. Casi todos los usos de SIG incluyen la repetic3n del trabajo y esto crea la necesidad de contar con m3todos para automatizar, documentar y compartir procedimientos de varios pasos conocidos como flujos de trabajo. El geoprocésamiento admite la automatizaci3n de los flujos de trabajo al proporcionar un amplio conjunto de herramientas y un mecanismo para combinar una serie de herramientas en una secuencia de operaciones mediante modelos y secuencias de comandos. (ARCGIS Versi3n 10.0, 2011).

### **1.10 LOS SISTEMAS DE INFORMACI3N GEOGR3FICA (SIG)**

Los Sistemas de Informaci3n Geogr3fica (SIG) son ambientes digitales de manejo de informaci3n georeferenciada que tienen la posibilidad de reunir una gran cantidad de datos que describen un espacio. Éstos se cargan, administran y analizan con distintos fines. Estos espacios de trabajo son hoy de frecuente uso por distintas disciplinas pero de inter3s especial en la Geograf3a.

Los Sistemas de Informaci3n Geogr3fica han acercado al ge3grafo la posibilidad de acceder a representar el espacio geogr3fico facilit3ndole conocerlo y comprenderlo, analizando los problemas sociales, econ3micos y ambientales, en la b3squeda de explicaciones y soluciones (Bosque S; 1992).

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la informaci3n geogr3fica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulaci3n de la informaci3n geogr3fica.
- Un sistema de manejador de base de datos (DBMS)
- Herramientas que permitan b3squedas geogr3ficas, an3lisis y visualizaci3n.
- Interface gr3fica para el usuario (GUI) para acceder f3cilmente a las herramientas.

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica (Bosque S, 1992)

## **CAPITULO II**

### **DIAGNOSTICO TERRITORIAL**

#### **2.1 DIAGNOSTICO GENERAL**

##### **2.1.1 HISTORIA**

La época prehistórica en el Valle de Alóag estuvo marcada por una lucha constante entre los Collaguazos, descendientes de los Caras y Duchicelas, y los Pachacamas, descendientes de los Incas que vinieron de Huayna Cápac.

Posteriormente Alóag fue teatro de sucesivas inmigraciones humanas, siendo las más notables las que procedieron de Centro América. Se afirma que primitivamente estuvo habitado por hordas de la tribu Jíbara, de acuerdo a algunas versiones y según otras, por los Atacames considerados como los más antiguos pobladores del Ecuador. Según estudios realizados en la zona se determinó que los panzaleos son los más antiguos de la localidad. Alóag en los primeros siglos de la colonia perteneció eclesiásticamente, como simple doctrina de indios a la población de Aloasí.

La palabra Alóag, viene de Aloch y se traduce a Niño o Niña. Alóag, en Caribe significa Terreno Extendido. Alóag, se compone: a y boa, que quiere decir de la casa; luego de la vocalización suave como murmullo de vocablos Ag y Och, para identificar Niño o Niña. Alóag, también significa Aguas Ocultas. ALOAG, estas cinco letras ocupan puesto de identificación en los campos intelectual, histórico y social, desde tiempos remotos. (GAD Alóag, 2012)

##### **2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

La parroquia de Alóag se encuentra ubicada en el cantón Mejía que pertenece a la provincia de Pichincha, a menos de 30 km. de la capital del Ecuador que es Quito.

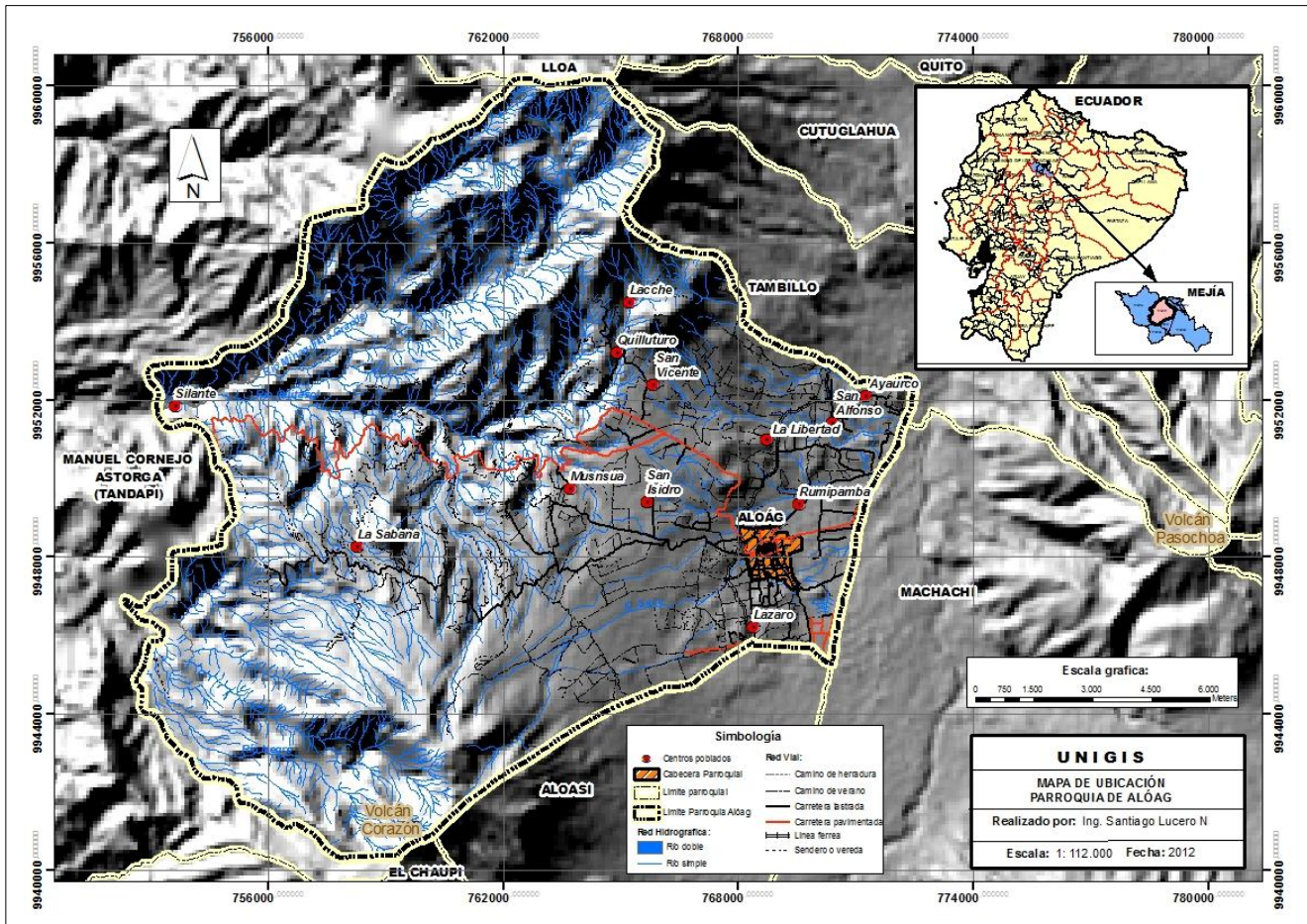


Figura N° 1

Mapa de Ubicación; Fuente: IGM<sup>3</sup>

### 2.1.3 LIMITES

La parroquia de Aloag limita con las siguientes parroquias vecinas:

Norte: con la parroquia de Lloa y Tambillo;

Sur: con la parroquia de Aloasi, El Chaupi y en parte con Tandapi.

Este: con la parroquia de Machachi y parte de la parroquia de Tambillo y Aloasi;

Oeste: con la parroquia de Manuel Cornejo Astorga (Tandapi)

<sup>3</sup> IGM: Instituto Geográfico Militar del Ecuador

#### **2.1.4 COORDENADAS UTM**

Las coordenadas geográficas UTM<sup>4</sup> en las que se encuentra la parroquia de Alóag y que se encuentra en un sistema de referencia WGS84<sup>5</sup> y Zona<sup>6</sup> 17 Sur; está entre las latitudes 9°960.374 a 9°940.117 y longitudes 751.679 a 772.550.

#### **2.1.5 SUPERFICIE**

De acuerdo a la información cartográfica del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) la superficie de la parroquia de Alóag es de aproximada de 235.46 km<sup>2</sup>.

#### **2.1.6 ALTITUD**

La parte más alta se localiza en el volcán Corazón que tiene una altura de 4.786 mts, cuya montaña asemeja a una redondeada masa compacta y la parte más baja de la parroquia está a 2.760 mts donde constituye el callejón interandino.

#### **2.1.7 POBLACIÓN**

La población total de la parroquia de Aloag es de 9.237 habitantes<sup>7</sup>, el 48.81% corresponde a hombres y el 51.19% a mujeres; donde el mayor porcentaje de la población es mestiza con el 86.61% y tan solo es indígena el 7.49%.

La población ocupada es de 3.733 habitantes que representa el 40.41% del total de la población; de este total el mayor porcentaje corresponde a la población que está ocupada en la agricultura, silvicultura, casa y pesca con el 24.19%, seguida de personas ocupadas en la

---

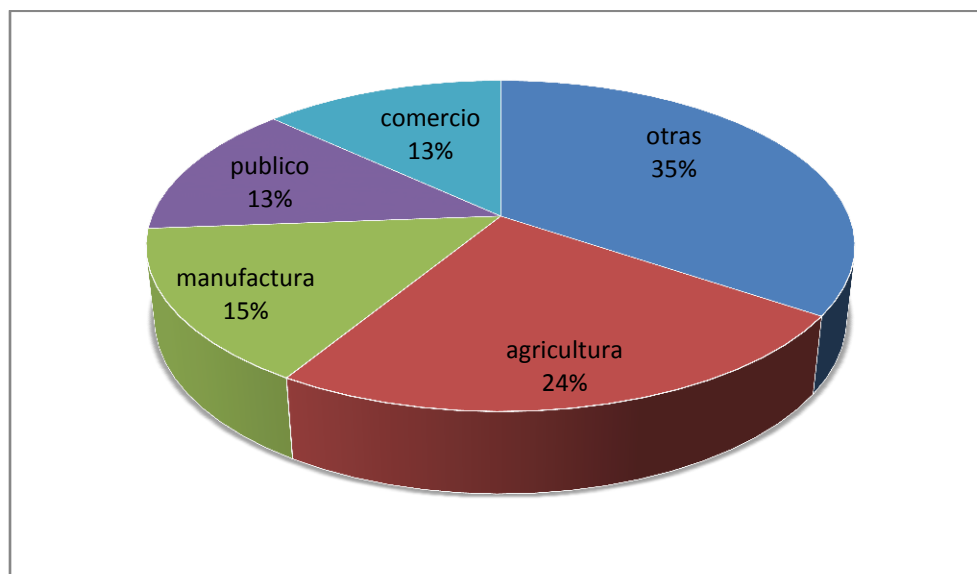
<sup>4</sup> Las coordenadas UTM es una proyección cartográfica conocida como Universal Transversal Mercator, en la cual se proyectan cilindros en forma transversal a la Tierra, generándose zonas UTM con una longitud de 6°; las magnitudes se expresan en metros (Bosque S,1992).

<sup>5</sup> WGS84 (World Geodetic System 84) es un Sistema de Referencia mundial que emplea el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), y que fue puesto en funcionamiento por el Departamento de Defensa de los USA (Buzai G; 2000).

<sup>6</sup> El mundo está dividido en 60 zonas de acuerdo al Sistema de Coordenada UTM; cada una de 6° (Buzai G; 2000). El Ecuador esta Continental está en entres las zonas 17 y 18; el Ecuador Insular entre las zonas 15 y 16.

<sup>7</sup> VII Censo de la Población y VI de la Vivienda, INEC 2010

manufactura con el 15,11%, ocupadas en el sector público con el 13.13% y personas al comercio al por mayor y menor con el 13,07% como las más importantes.



**Figura N° 2**

**Porcentaje de personas ocupadas por rama de actividad; Fuente: VII Censo de la Población y VI de la Vivienda. INEC 2010**

El porcentaje de personas que tienen pobreza por NBI<sup>8</sup> es el del 62.03% y de hogares es del 60.17%.

La densidad poblacional<sup>9</sup> es de 39.22 hab/km<sup>2</sup> que es muy baja en comparación con toda la del cantón Mejía que tiene 54.78 hab/km<sup>2</sup> y del territorio nacional de 56.49 hab/km<sup>2</sup>.

### **2.1.8 ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

Es una parroquia mayoritariamente agrícola y ganadera, en la cual los principales productos que se cultivan son: maíz, fréjol, habas, papas, mellocos, alverja, zanahoria, remolacha,

<sup>8</sup> NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas, que es un método directo para identificar carencias críticas en una población y caracterizar la pobreza. Relacionado directamente con cuatro áreas de necesidades básicas (vivienda, servicios sanitarios, educación básica e ingreso mínimo). INEC

<sup>9</sup> Densidad poblacional: Se calcula dividiendo el total de la población dividida por la superficie del territorio. [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)

lechuga, entre otros. Además de estos cultivos también existen grandes sembríos de pasto para la actividad ganadera.

Otra fuente de ingreso económico para esta población es el trabajo proporcionado en las fábricas asentadas en esta localidad (15% de las personas ocupadas) como: Acerías del Ecuador (ADELCA), que constituye una empresa muy importante; también cuenta con 13 fábricas de productos lácteos<sup>10</sup> que son distribuidos en los mercados de todo el país. Actualmente en esta parroquia elaboran y comercializan las allullas y el manjar de leche.

## **2.2 DIAGNOSTICO BIOFISICO**

### **2.2.1 CARACTERIZACIÓN CLIMATICA**

El clima de la parroquia de Alóag está influenciado por los regímenes climáticos occidental y oriental que predominan en el Ecuador y por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Los efectos del primero están establecidos por las corrientes marinas de Humbolt (fría) y El Niño (cálida); y la segunda por las corrientes atmosféricas húmedas de la Amazonía. Estos fenómenos condicionan el clima del área, caracterizándose cuatro masas de aire que influyen dentro de la parroquia, especialmente en la estribación occidental de la Cordillera oriental de los Andes (Pourrut P; 1983).

Estos cuatro tipos de masas de aire son:

a) masas de aire caliente de origen oceánico: son húmedas con origen en el Océano Pacífico con desplazamiento hacia el continente. Al llegar estas masas a la cordillera, el aire caliente asciende por convección<sup>11</sup> y se enfría condensando su humedad, originando la formación de nubes y precipitaciones en el callejón interandino, característicamente en los meses de octubre a mayo.

---

<sup>10</sup> Censo Económico, INEC 2010

<sup>11</sup> Convección: surge cuando en las distintas partes de un fluido hay temperaturas diferentes, de modo que el fluido caliente se eleva y el fluido frío se hunde. [www.encarta.com](http://www.encarta.com)

b) masas de origen caliente de origen continental: se originan en la cuenca del Amazonas, donde descargan su humedad en el flanco oriental de la Cordillera Oriental, pero sus efectos invaden el callejón interandino.

c) masas de aire templado: estas masas se ubican entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m.

d) masas de aire frío: las cuales se encuentran en pequeñas áreas alrededor de las cumbres de los volcanes Cotopaxi, Ilinizas, Rumiñahui, Corazón.

### 2.2.1.1 RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Debido a que no se tiene el mapa de precipitación dentro de la parroquia de Alóag, que es un insumo básico para la zonificación agroecológica; se procedió a determinar las características climáticas del área de estudio. Para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

- Compilación de información de las estaciones de la red meteorológica del INAMHI<sup>12</sup> y demás Instituciones afines.

Dentro del límite de la parroquia no tenemos ninguna estación meteorológica que nos proporcione datos climáticos como temperatura, precipitación; pero tenemos información meteorológica de 5 estaciones (*Ver Tabla N° 1*) vecinas a la parroquia de Alóag, las cuales a su cercanía y similar posición fisiográfica, sirven para establecer con mayor exactitud la ocurrencia de los diferentes procesos y fenómenos meteorológicos a nivel regional y local. Siendo la mayoría de las estaciones climatológicas<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Higrología del Ecuador

<sup>13</sup> Estación Climatológica: Dotadas de todos los instrumentos meteorológicos, para medir temperatura, heliofania, velocidad de viento y de más parámetros climáticos. [www.inamhi.gov.ec](http://www.inamhi.gov.ec)



Cuadro N° 1

Estaciones Meteorológicas; Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI

Código	Nombre Estación	Ubicación		Altura	Tipo	Periodo de Funcionamiento
		Coord X	Coord Y			
M003	Izobamba	772119	9959514	3052	C	1962-Actual
M113	Uyumbicho	775507	9956852	2700	C	1931- Actual
M117	Machachi	770803	9943779	2910	C	1968-1998
M118	INIAP	777651	9959418	2650	C	1982-2000
M120	Cotopaxi-Minitrack	769488	9931534	3590	C	1930 - Actual

C: Estaciones Climáticas

- Sobre cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50.000 se procedió mediante SIG a la ubicación en coordenadas geográficas y UTM de cada una de las estaciones meteorológicas consideradas.
- En base a los datos de los anuarios meteorológicos del INAMHI, se digitó los valores mensuales de los parámetros climáticos medios mensuales y anuales de todos los años con observación hasta el 2009, para cada una de las estaciones meteorológicas consideradas, donde se encuentran los registros históricos.
- En base a las series de registros de funcionamiento (historial) en cada estación, se calcularon los promedios mensuales y anuales para cada elemento meteorológico, tomando en cuenta generalmente un periodo de los últimos 30 años. En las estaciones que no tienen registros largos, los promedios se calcularon para un periodo mínimo de 5 años.

### 2.2.1.2 RÉGIMEN DE PRECIPITACIÓN (ISOYETAS)

El análisis de las lluvias se efectuó en base a los datos de las 5 estaciones meteorológicas distribuidas alrededor de la parroquia en los últimos 30 años.

A sabiendas que los valores de precipitación obtenidos en las estaciones meteorológicas son puntuales, por lo que es necesario conocer su distribución geográfica de la zona en estudio;

para ello, uno de los métodos de entender esta distribución es por medio de trazos de Isoyetas (líneas de igual valor de precipitación).

En base a los valores de los promedios anuales obtenidos anteriormente y de apoyo a las 5 estaciones meteorológicas vecinas de la región, tomando como referencia la topografía de la zona estudiada, el clima, la cobertura vegetal y el reconocimiento terrestre; se ha trazado por medio del SIG (Surfer) una red de Isoyetas con separación de 100 mm.

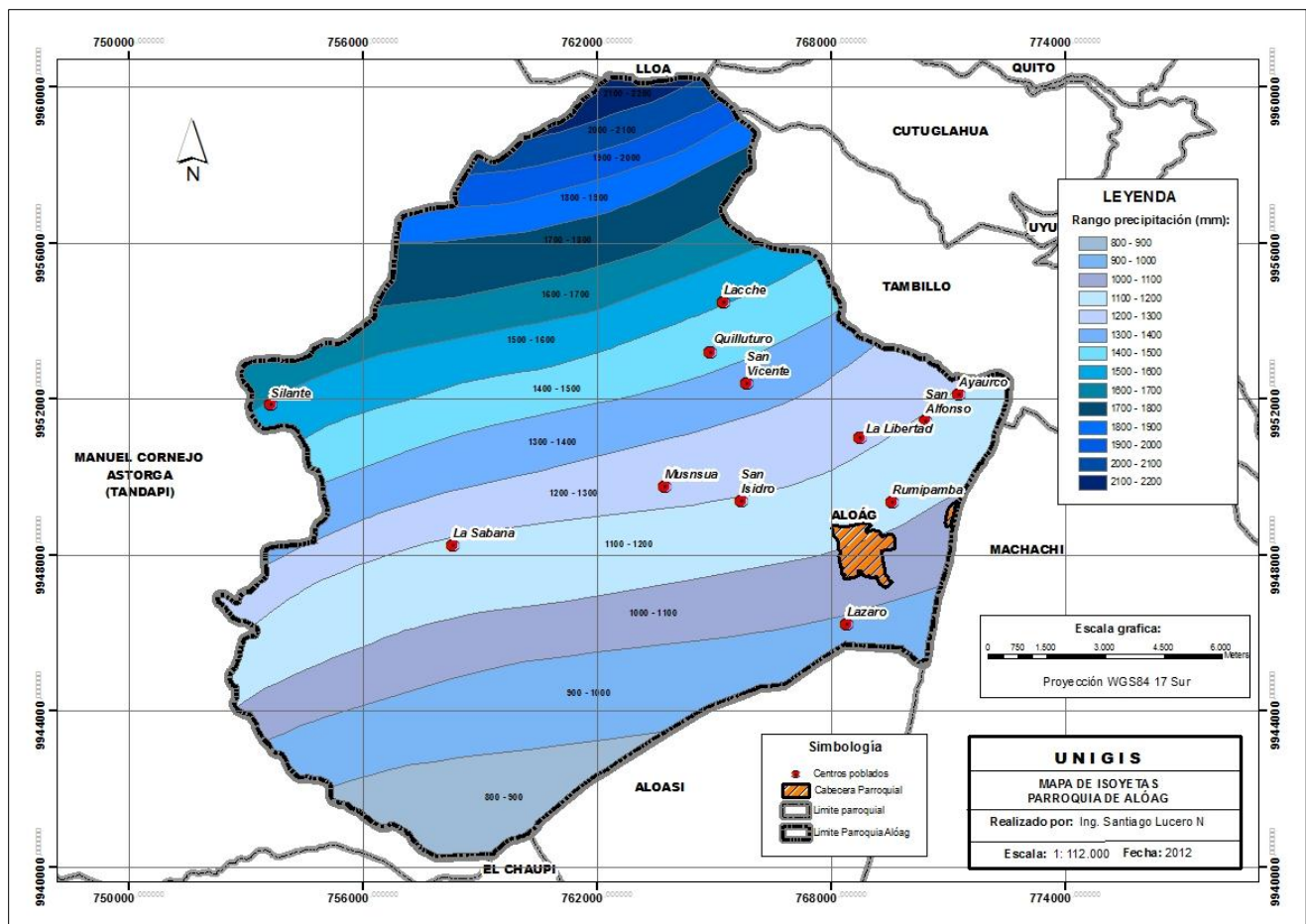


Figura N° 3

Mapa de Isoyetas; Fuente: Datos del INAMHI

De acuerdo a los registros históricos de las estaciones meteorológicas alrededor de la parroquia de Alóag, la precipitación media es de 1266,2 mm al año<sup>14</sup>, siendo la estación de Machachi la de menor precipitación media con 987,0 mm al año y la de mayor precipitación la estación del INIAP con 1500,5 mm al año.

Existen variaciones entre las estaciones en cuanto a los periodos lluviosos, lo cual se atribuye a la altura, exposición y sitio donde están ubicadas.

El siguiente cuadro, presenta los valores medios mensuales y anuales de las precipitaciones para las 5 estaciones ubicadas alrededor de la parroquia de Alóag.

**Cuadro N° 2**

**Precipitaciones medias mensuales y anuales; Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI**

Código Estación	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL Y MENSUAL												
	Ener	Febr	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Septie	Octu	Novi	Diciem	Prom. Anual
<b>M003</b>	138,4	149,2	180,6	202,5	154,3	67,9	30,5	35,8	87,5	128,8	144,1	127,3	<b>1446,9</b>
<b>M113</b>	134,5	133,1	160,4	178,3	146,5	53,5	34,2	28,0	82,8	94,3	118,2	138,5	<b>1302,1</b>
<b>M117</b>	95,4	113,9	122,8	108,0	90,5	55,5	31,0	40,1	79,6	81,7	88,4	80,1	<b>987,0</b>
<b>M118</b>	186,3	153,1	178,3	217,9	148,9	62,4	27,7	36,5	87,5	144,5	145,9	111,5	<b>1500,5</b>
<b>M120</b>	103,1	88,3	117,2	149,4	112,3	69,9	57,0	40,8	67,5	99,7	86,7	104,9	<b>1096,8</b>

El análisis de dichos datos permitió identificar que en el callejón interandino el promedio de precipitación anual es menor a los 1500 mm. Donde en términos generales se observa que se presentan dos periodos: Uno Lluvioso, que se extiende de octubre a mayo y el seco, desde mediados de junio a mediados de septiembre, coincidiendo con el régimen general que corresponde la región interandina.

<sup>14</sup> Según el método aritmético, que suma el valor promedio de todas las precipitaciones de las estaciones que se encuentran dentro de la parroquia y las divide para el número de estaciones meteorológicas.

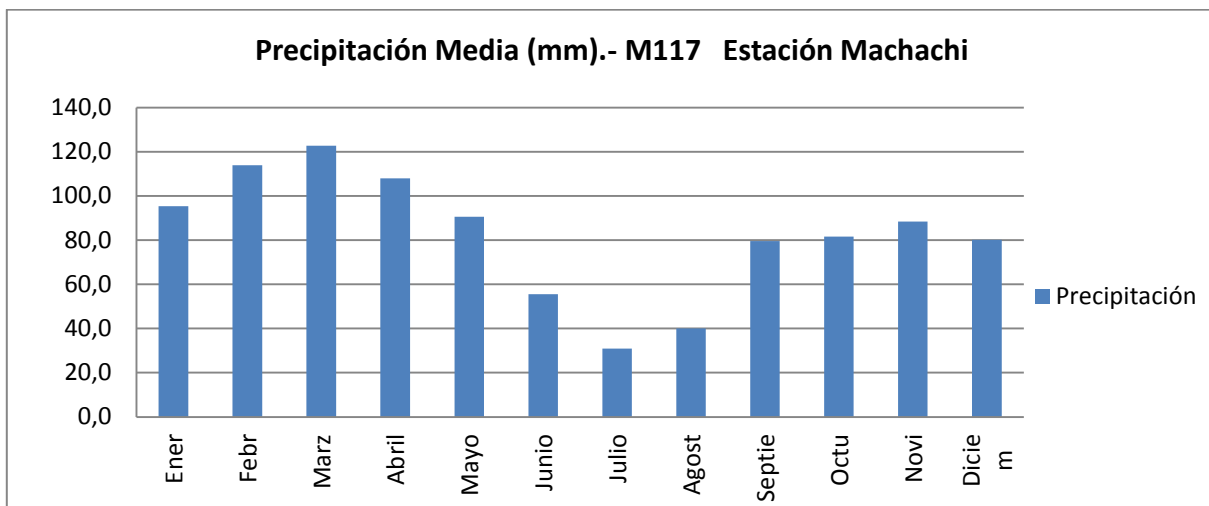


Figura N° 4

**Precipitación media mensual de la estación meteorológica Machachi; Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI**

La anterior figura nos muestra un ejemplo del comportamiento de las precipitaciones en la zona, con la estación meteorológica de Machachi que está muy cercana a la parroquia de Alóg; donde las características climáticas son bastantes similares y se observan los dos periodos de lluvias.

Del mapa de isoyetas (*Figura N° 3*) se puede observar que el 65% del total de la superficie de la parroquia está por debajo de los 1500 mm de precipitación al año; esto corresponde a las áreas más bajas de la parroquia, donde se encuentra el callejón interandino. El 35% restante del área está en un rango de precipitación anual de 1500 - 2200 mm; donde principalmente se encuentra al norte de la parroquia, en la partes altas de la montaña, en la codillera occidental.

### 2.2.1.3 RÉGIMEN DE TEMPERATURAS (ISOTERMAS)

La temperatura es un valor que representa la magnitud de registros de temperaturas obtenidas cada día, durante un periodo de tiempo considerado y se lo obtiene sacando el promedio de las observaciones de 07: 00, 13:00 y 19:00 horas (Naranjo P; 1981).

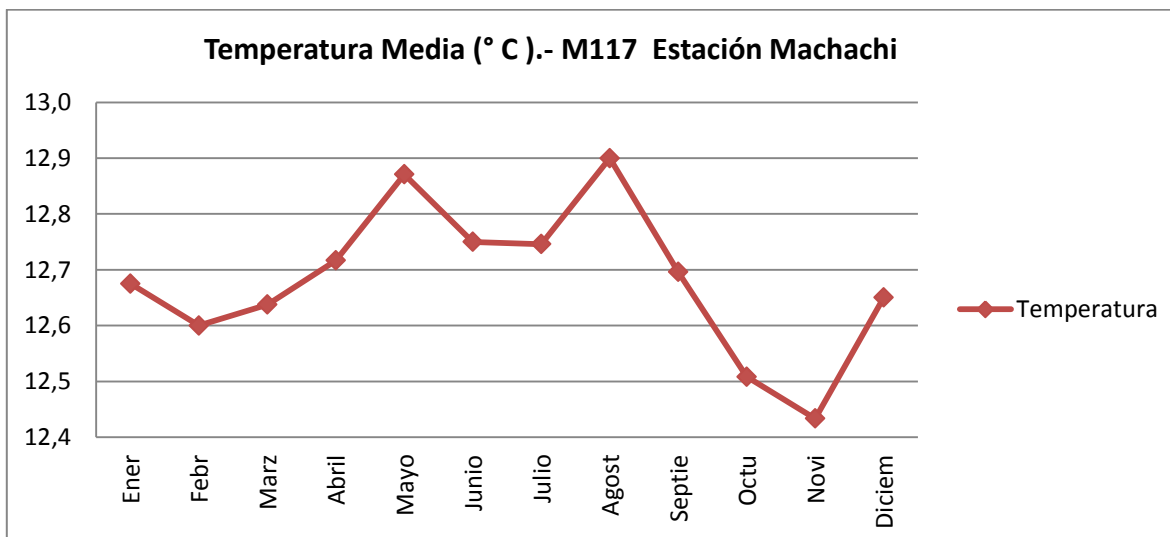
El análisis de este parámetro se llevó a cabo basado en los registros de las 5 estaciones climáticas localizadas alrededor de la parroquia de Alóag en los últimos 30 años.

**Cuadro N° 3**

**Temperaturas medias mensuales y anuales; Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI**

Código Estación	TEMEPRATURA MEDIA ANUAL Y MENSUAL												
	Ener	Febr	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Septie	Octu	Novi	Diciem	Prom. Anual
M003	11,9	11,9	11,9	12,0	12,1	12,0	11,7	12,0	12,0	12,1	11,9	12,0	<b>12,0</b>
M113	13,8	13,8	13,8	13,9	13,9	13,8	14,0	14,0	13,9	13,8	13,6	13,9	<b>13,9</b>
M117	12,7	12,6	12,6	12,7	12,9	12,8	12,7	12,9	12,7	12,5	12,4	12,7	<b>12,7</b>
M118	14,3	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,5	14,4	14,2	14,3	14,4	<b>14,3</b>
M120	8,4	8,5	8,5	8,3	8,3	8,2	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,8	<b>8,4</b>

El Cuadro N° 3, nos presenta los valores de las temperaturas medias anuales y mensuales; la temperatura media de la cabecera parroquial es de 13 a 14 grados centígrados, siendo la parte baja (callejón interandino) donde se encuentran las temperaturas más altas; y la temperatura media más baja en las partes elevadas como en el volcán Corazón con una temperatura media de 2 - 4 °C.



**Figura N° 5**

**Temperatura media mensual de la estación meteorológica Machachi; Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI**

En la anterior figura se encuentra representada la temperatura de la estación meteorológica de Machachi que está muy cercana a la parroquia de Alóag, cuyas curvas describen la distribución mensual de la temperatura media en el transcurso del año. Al interpretar el gráfico, se establece que la curva es de carácter unimodal<sup>15</sup> y las variaciones mensuales de temperaturas son mínimas.

Las temperaturas medias son más altas en las épocas donde existen poca precipitación, esto es en los meses de mayo – agosto, esto se debe que al existir más radiación solar; al contrario, en las épocas de mayores precipitación, la temperatura media es menor en el periodo septiembre-abril.

### GRADIENTE TÉRMICO

Se denomina gradiente térmico al número de metros que tiene que subirse en altura para que la temperatura disminuya un grado (Pourrut P; 1995). Es necesario este cálculo del gradiente para realizar el mapa de las isotermas; debido a que no existen estaciones meteorológicas dentro de la parroquia y este método nos proporciona un valor aproximado a la temperatura real en función de la altura.

Para el cálculo del gradiente térmico en nuestra zona de estudio se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Promedio de la temperatura media de las estaciones meteorológicas (entre más datos se tenga, más preciso será el cálculo).
  
- 2) Realizar un gráfico de líneas en Excel, con los datos de la altura en que se encuentra ubicadas las estaciones y la temperatura media de las mismas.

---

<sup>15</sup> Curva unimodal: Que solo tiene un solo pico (Naranjo P; 1981).

3) Después que se tenga el gráfico, se agrega la línea de tendencia (haciendo “clic” derecho sobre el gráfico y ponemos agregar línea de tendencia), escogemos que esta línea de tendencia sea lineal debido a que la temperatura es inversamente proporcional a la altura.

4) Con la línea de tendencia, tenemos una ecuación “gradiente térmico” donde nos permite calcular la temperatura de acuerdo a la altura (para tener esta ecuación, damos “clic” sobre la línea de tendencia y activamos las opciones de presentar ecuación en el gráfico y presentar el valor de R cuadrado).

5) Cuando el valor de  $R^2$ <sup>16</sup> se acerque más a 1, el cálculo del gradiente térmico será más exacto. Así la ecuación que se obtuvo para la parroquia de Alóag es:

$$G = 29,578 - (0,0059 \times A)$$

Dónde:

G = gradiente térmico (°C)

A = Altura (m) sobre el nivel del mar, de la que se quiere sacar el gradiente.

6) En la ecuación se reemplaza la letra “A” por la altura de que se quiera saber la temperatura media.

---

<sup>16</sup>  $R^2$  es el Coeficiente de Determinación, que es una medida que nos indica que tan bien se ajusta la recta de regresión muestral a los datos, es decir, es una medida de bondad que si se acerca más a 1 se ajusta más a la realidad y es más precisa (Canavos, G; 1992)

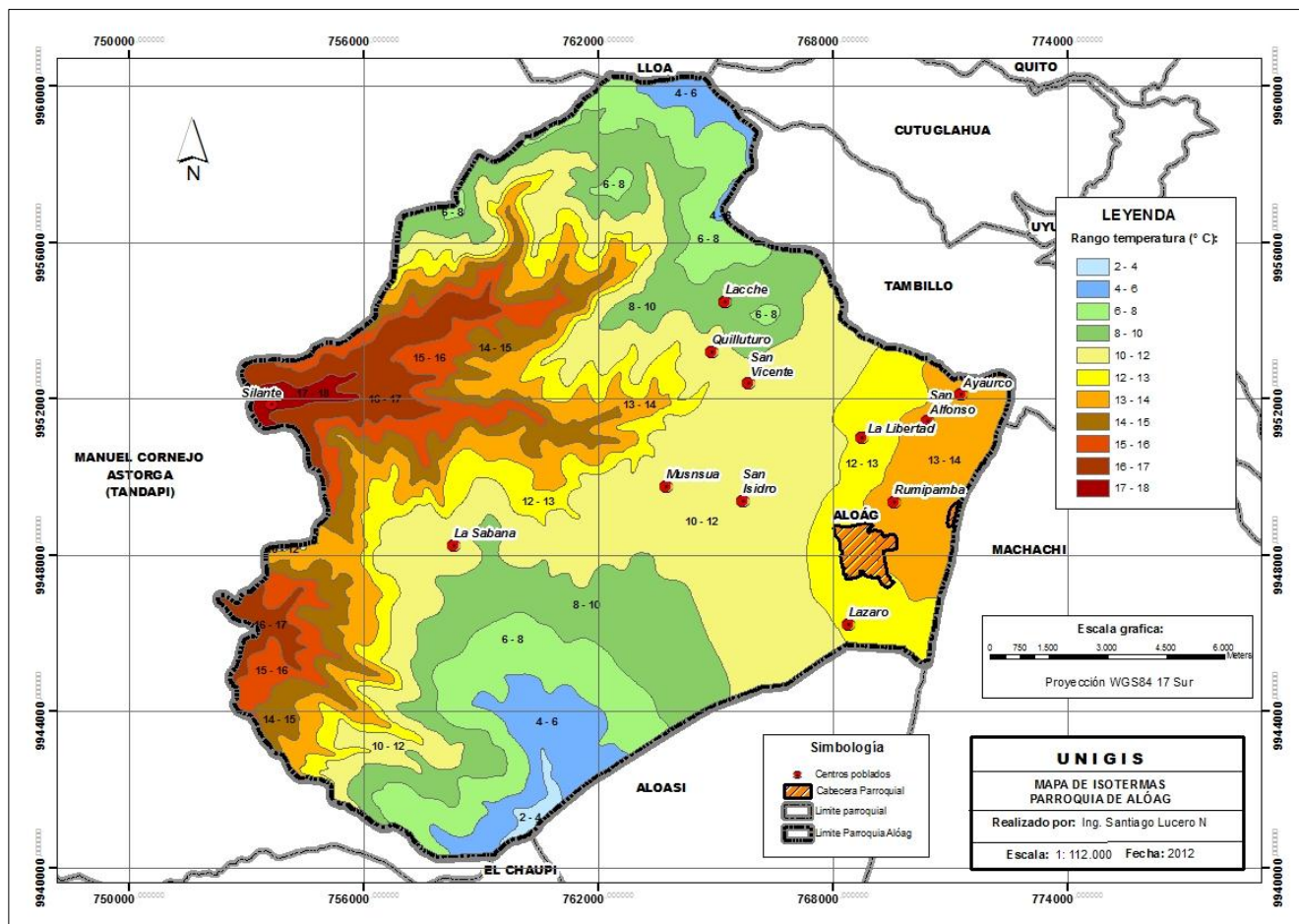


Figura N° 6

Mapa de Isothermas; Fuente: Datos del INAMHI

Conocido que la temperatura disminuye con la altura, se realizó el trazo de las isoterma con rangos de 2°C, en base a la topografía de la zona de estudio, mediante la ecuación anterior. Estas isoterma tienen valores de 2 a 4 grados en las partes altas como en la cima del Corazón, hasta llegar a su máxima de 14 grados en las partes bajas (alrededor de los 2800 m.s.n.m.).

#### 2.2.1.4 TIPOS DE CLIMA

Según R. Arlery (2001), *“el problema de la clasificación de los climas es insoluble y no puede recibir sino soluciones arbitrarias y artificiales...Para tener una utilidad práctica, una clasificación no puede en efecto sino partir de datos simples a al menos fácilmente*



*accesibles, a fin de definir un marco a la vez suficientemente general (que permita comparar climas con numerosos rasgos comunes), por un lado, y sin embargo la suficientemente detallado como para diferenciar en los climas separados únicamente por características más o menos importantes, por otro*". Como hay muchas clasificaciones propuestas por diversos autores y algunas de estas no se adaptaban de manera satisfactoria a las realidades climáticas del país, se tomó la clasificación climática para el Ecuador de Pierre Pourrut (1995), porque esta se adapta muy bien a nuestro país y privilegia el aspecto relativo a las precipitaciones al haber sido concebida por un hidrólogo; está entonces basada en parámetros escogidos por su simplicidad y cuyos valores están subdivididos en un número limitado de categorías. Los parámetros tomados en cuenta son las precipitaciones (totales anuales y regímenes) y las temperaturas (medias anuales).

Para caracterizar al régimen de lluvias, se recurre a una noción que no puede ser más tradicional, la del número anual máximos pluviométricos. Se lo llama:

- *“ecuatorial”* cuando se observan dos picos pluviométricos más o menos ligados al movimiento aparente del sol. Es el régimen general del planeta en la Proximidad del ecuador geográfico: dos estaciones lluviosas coinciden con los equinoccios, una estación relativamente seca corresponde al solsticio de verano y una corta estación poco lluviosa se sitúa en la época del solsticio de invierno;
- *“tropical”* cuando se registra únicamente un máximo lluvioso y una sola estación seca muy marcada;
- *“uniforme”* cuando las lluvias se distribuyen relativamente bien a todo lo largo del año.

Para caracterizar la altura anual de las precipitaciones, se escogieron los siguientes límites y definiciones:

- *“árido a semi-árido”* para totales inferiores a 500 mm;
- *“seco a semi-húmedo”* entre 500 y 1000 mm;
- *“húmedo”* entre 1000 y 2000 mm;
- *“muy húmedo”* para totales superiores a los 2000 mm.

Para distinguir las temperaturas anuales, se escogieron tres clases:

- “*megatérmico*” para temperaturas medias superiores a 22 °C;
- “*mesotérmico*” para temperaturas entre 12 y 22 °C;
- “*frío*” para temperaturas inferiores a 12 °C.

El cruce de estos criterios, el análisis de los diferentes parámetros meteorológicos ya identificados junto con la altitud permitió la identificación de los siguientes climas.

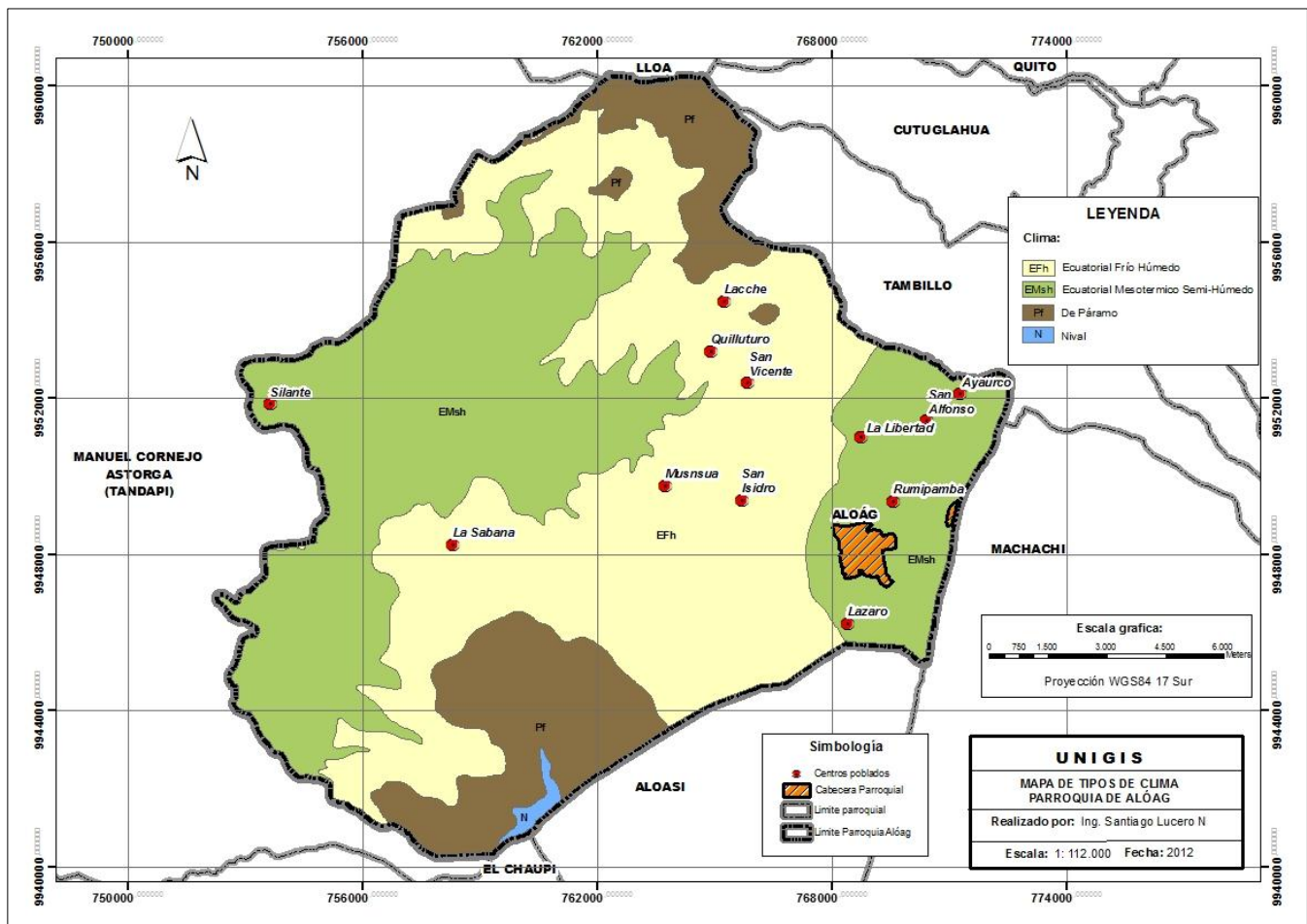


Figura N° 7

Mapa de Tipos de Clima; Fuente: Clasificación Climática para el Ecuador de Pierre Pourrut

- *Clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo (EMsh)*.- Este tipo de clima es el más frecuente en las partes baja de la parroquia, salvando los valles más abrigados y las zonas con alturas mayores a los 3000 m.s.n.m. Las precipitaciones fluctúan entre los 500 y 1500mm; las temperaturas medias van de los 12 ° a 18 °C; la humedad relativa varía entre los 65 y 85%. Este tipo de clima es muy característico del sector del poblado de Alóag, donde la vegetación natural esta remplazada en su mayor parte por cultivos; su área representa el 37,13%.

- *Clima Ecuatorial Frió Húmedo (EFh)*.- Se encuentra sobre los 3000 m.s.n.m, esto determina que las temperaturas medias fluctúen alrededor de los 8 °C a 12 °C. La precipitación va de los 1000 a 2000 mm dependiendo de la altura y la exposición de las vertientes. Los aguaceros son de larga duración pero frecuentemente de débil intensidad y la humedad relativa es casi siempre mayor al 80%. La vegetación natural que va de los 3000-3800 m.s.n.m es de tipo “matorral”, siendo esta sustituida en el piso inmediatamente superior por una espesa capa herbácea a menudo saturada por agua “páramo”. Este tipo de clima se encuentra en la parte central de la parroquia y su superficie ocupa el 35,27%.

- *Clima de Páramo (Pf)*.- Su temperatura se encuentra entre los 4 – 8 °C, se encuentra principalmente sobre los 3800 m.s.n.m, y su precipitación media anual supera los 500 mm. Su vegetación es principalmente herbácea y el área equivale al 26,7 % del total del área de la parroquia.

- *Clima Nival (N)*.- Este tipo de clima se encuentra mayoritariamente sobre los 4200 m.s.n.m, con temperaturas menores a los 4 °C, y su precipitación es mayor a los 500 mm. Se encuentra en las partes alta del volcán Corazón y su área dentro de la parroquia representa solo el 0,9 %.

## 2.2.2 CARACTERIZACIÓN DEL RELIEVE

### 2.2.2.1 RELIEVE

En la parte baja de la parroquia de Alóag donde se encuentra su cabecera parroquial de su mismo nombre; corresponde a un relieve de fondo de cuenca interandina, donde su principal característica que es un relleno lacustre, cuyo drenaje hacia el exterior es insuficiente, por eso cuando ocurre aguaceros de gran magnitud se traduce en escurrimientos hídricos considerable. (Winckell, Zebrowki & Sourdat; 1982)

Hacia el occidente de la parroquia se encuentran las vertientes de la cordillera occidental, el cual es un área bastante accidentada, con pendientes fuertes mayores al 50%; el suelo es de poco espesor y muy susceptible a sufrir deslizamientos de tierra.

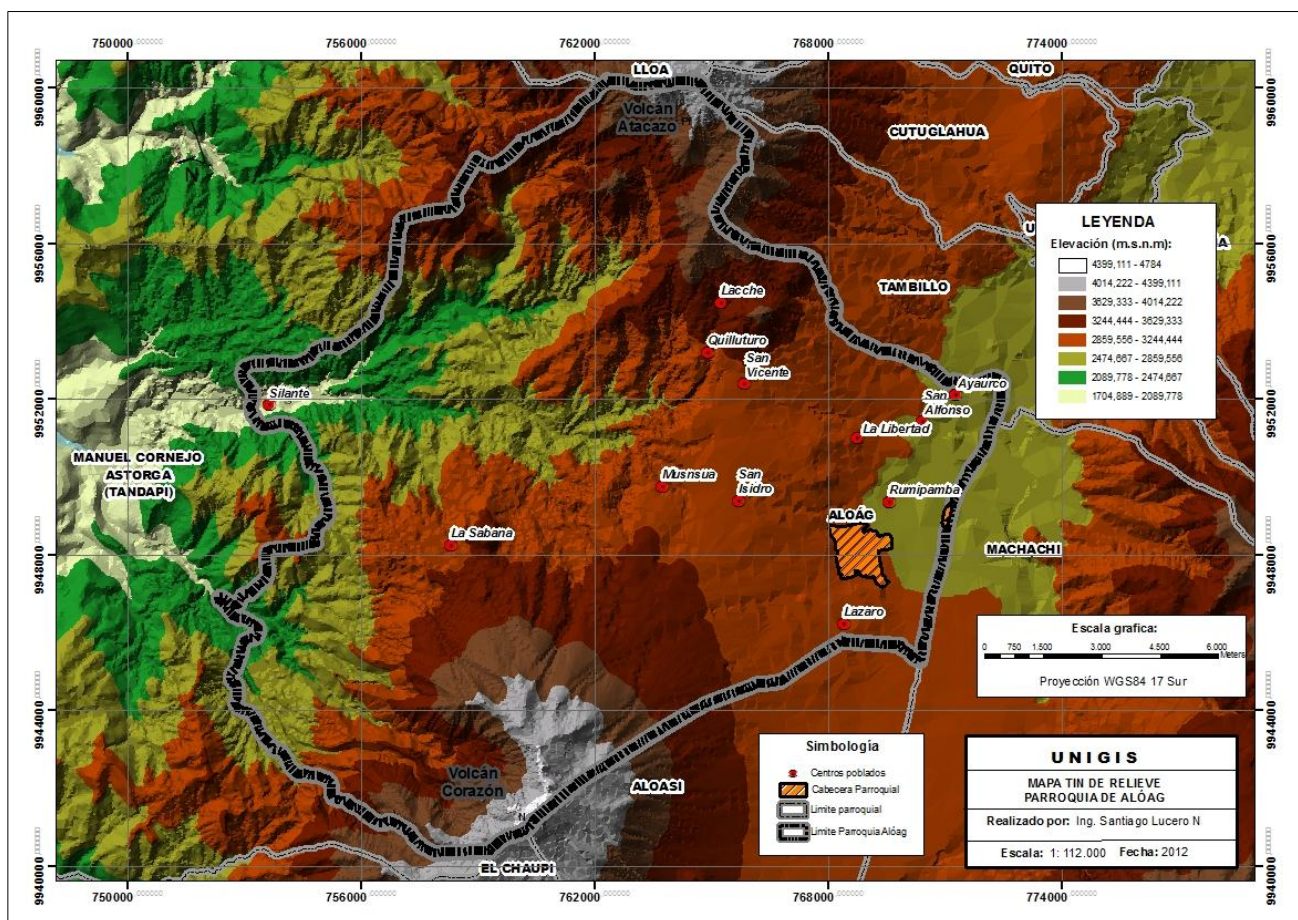


Figura N° 8  
Mapa TIN de Relieve

Al norte de la parroquia, se localiza el volcán Atacazo de 4.494 m.s.n.m que es un antiguo edificio volcánico, con flancos erosionados y una gran caldera abierta hacia el Suroeste que está rodeada de laderas abruptas cuya terminación oriental constituye la cima.

Otro importante volcán que se encuentra dentro de la parroquia de Alóag es el volcán Corazón, el cual se encuentra en el sur de la parroquia; tiene una altura de 4.788 m.s.n.m, que es un edificio volcánico parecido al Atacazo, pero cuyo punto culminante es una pirámide rocosa situada en el borde oriental de una caldera abierta hacia el Oeste.

### 2.2.2.2 PENDIENTE

La pendiente o inclinación de un terreno, es la relación que existe entre el desnivel que se debe superar y la distancia horizontal que se debe recorrer. La distancia horizontal se la mide en el mapa. La pendiente se calcula como un ángulo medido desde el plano horizontal hacia el terreno, expresado en grados sexagesimales (0° a 90°) o como porcentaje (100 multiplicado por la tangente del ángulo, es así que un ángulo con pendiente de 45 grados es igual a 100 por ciento). (Ibañez y Gisbert; 2008)

$$m = \tan \alpha = \left( \frac{\text{Dif. de Nivel}}{\text{Dist. Horizontal}} \right)$$

Dónde:

*m = Pendiente del terreno, por lo general se expresa en porcentaje.*

*$\alpha$  = Ángulo de inclinación del terreno, puede ser expresado en grados sexagesimales.*

*Diferencia de Nivel = Distancia vertical existente entre dos puntos, se la calcula restando la altura mayor y menor existente entre los puntos.*

*Distancia Horizontal = Distancia en el plano horizontal existente entre dos puntos.*

El factor topográfico de la pendiente es un elemento primario para la caracterización del espacio físico e insumo necesario en la zonificación agroecológica, debido a que es un factor que condiciona el mayor o menor desarrollo de la agricultura (Sanchez A; 1999).

El relieve tiene influencia sobre el escurrimiento de aguas superficiales y por lo tanto, sobre la erosión hídrica (Sara y Gisbert; 2008). También afecta la posibilidad de mecanización y como tal limita los usos potenciales. La inclusión de medidas de protección sencillas a nivel de finca, determinan también los usos que pueden ser adoptados a distintos grados de pendiente.

Con el objetivo de realizar el estudio al nivel de detalle de escala 1:25.000, se generó, a través de información primaria la capa pendientes del terreno de acuerdo a la metodología que se resume a continuación:

La información primaria de pendientes del terreno es generada de acuerdo a la metodología que se resume a continuación:

- A partir de un DTM (Modelo digital del terreno), concretamente un modelo digital de elevación (MDE), se generó un mapa de pendientes (Slope Map) tipo raster en porcentajes de pendientes en el software TNT Mips, con la ayuda de la herramienta “slope, aspect and shading...” ubicada en el menú Process – Raster – Elevation.
- Posteriormente se procedió a una reclasificación de los valores en porcentajes del Slope Map, en las clases indicadas en el Cuadro 4 correspondientes a la Clasificación de Pendientes adoptada por el Programa MAG-PRONAREG-ORSTOM (1983). Con la ayuda de la herramienta de Geofórmula del menú Process del menú principal de TNT mips, en base al “Script” señalado a continuación:

```

numerics
if ((SLOPE_Value >= 0) and (SLOPE_Value <= 5)) s= 1;
else if ((SLOPE_Value > 5) and (SLOPE_Value <= 12)) s= 2;
else if ((SLOPE_Value > 12) and (SLOPE_Value <= 25)) s= 3;
else if ((SLOPE_Value > 25) and (SLOPE_Value <= 50)) s= 4;
else if ((SLOPE_Value > 50) and (SLOPE_Value <= 70)) s= 5;
else if ((SLOPE_Value > 70)) s= 6;
returns

```

## Cuadro N° 4

**Clasificación de las Pendientes; Fuente: MAG-PRONAREG-ORSTOM (1983)**

CLASE	RANGO %	DESCRIPCIÓN
1	0-5	Pendiente débil
2	5-12	Pendiente suave
3	12-25	Pendiente moderada
4	25-50	Pendiente fuerte
5	50-70	Pendiente muy fuerte
6	>70	Pendiente abrupta

- La capa raster de pendientes reclasificada obtenida del proceso anterior es sometida a filtros modales de disminución de ruido con ayuda de la herramienta Spatial Filter ubicada en el menú Process – Raster – Filter de TNT mips.
- La capa raster de pendientes obtenida del proceso de filtrado es posteriormente vectorizada, con ayuda de la herramienta Auto-boundaries del menú Process – Convert – Raster to Vector de TNT mips.
- La capa vector obtenida del procedimiento anterior es sometida a filtros de: disminución de nodos, densificación de líneas y eliminación de polígonos irrelevantes menores a una hectárea, con ayuda de las herramientas Vector Filtres de TNT mips ubicadas en el menú Process - Vector - Filter.
- La capa vector resultante es sometida a edición de polígonos irregulares y control topológico en ARCGIS 9.3, donde así mismo, se estructura la base de datos definitiva.

Así se obtuvo el *Mapa de Pendientes*, el cual nos dio las siguientes clases de pendiente:



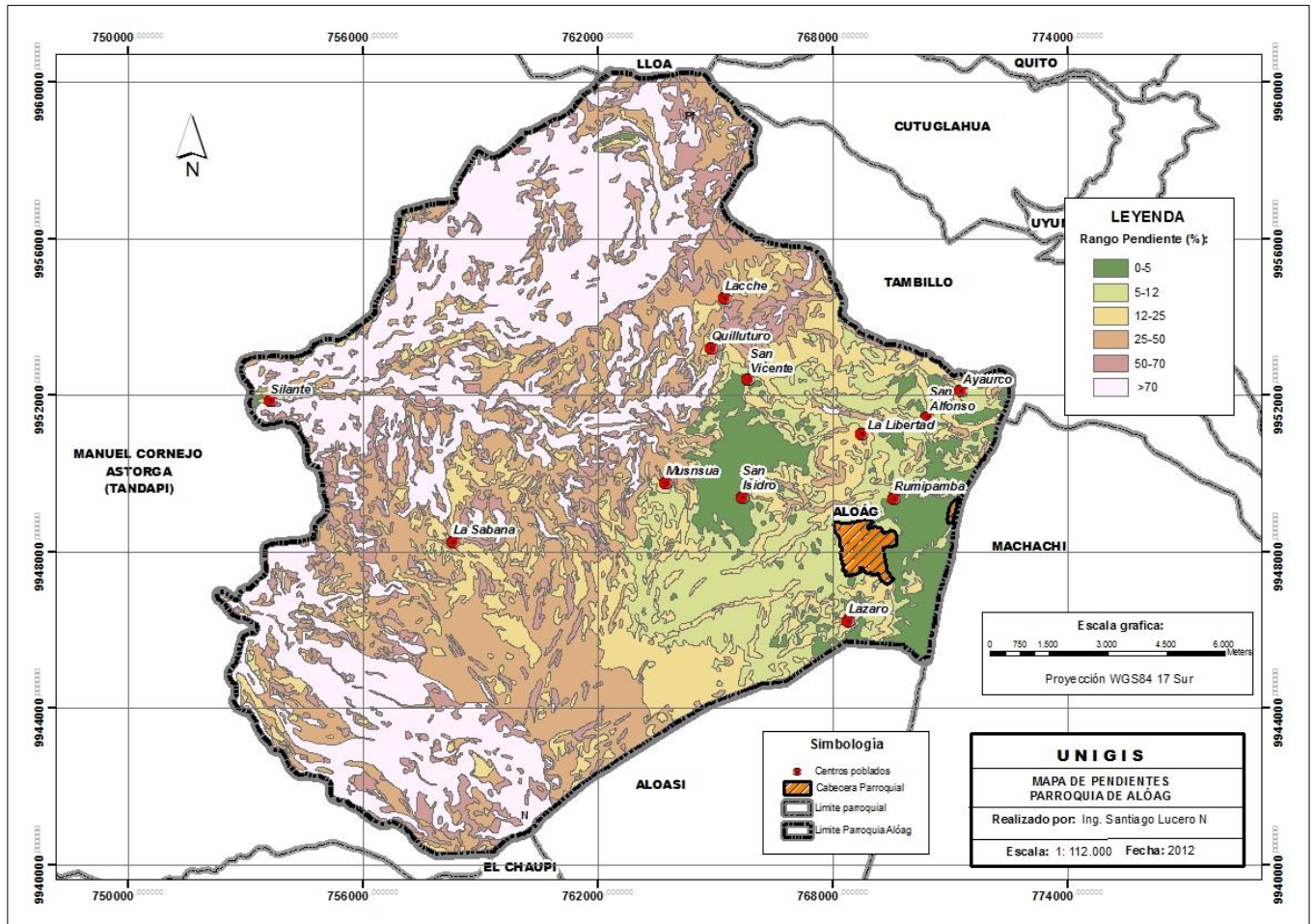


Figura N° 9

### Mapa de Pendientes

*Pendiente de clase 1.-* Es aquella en la cual la inclinación del terreno con respecto a la horizontal es muy poca, se ha considerado el rango de 0% a 5%, calificándola de débil (plana a casi plana); representa el 6,44% del área de la parroquia.

*Pendiente de clase 2.-* La inclinación o gradiente del terreno es considerada en el rango porcentual entre 5% y 12%, caracterizada por una pendiente suave; dentro de la parroquia comprende el 11,85% del área total.



*Pendiente de clase 3.-* Es la cual fluctúa en un rango porcentual de 12% a 25%, considerándola como pendiente moderada; conforma el 15,29% de la superficie de la parroquia.

*Pendiente de clase 4.-* La inclinación del terreno se ha considerado en el rango de 25% a 50%. Calificada como pendiente Fuerte; comprende el 26,4 % de área.

*Pendiente de clase 5.-* En la cual la inclinación del terreno con respecto a la horizontal, se ha considerado en el rango de 50% a 70 %, calificándola de Muy Fuerte; representa el 10,75% de la parroquia.

*Pendiente de clase 6.-* Es aquella en la cual la inclinación del terreno con respecto a la horizontal tiene un considerable valor, se ha considerado en el rango  $> 70$  %, calificándola de abrupta; comprende la mayor parte de la parroquia con el 29,30% de área y se encuentra en la cordillera occidental que limita con esta.

**Cuadro N° 5**

**Porcentaje de ocupación de pendientes dentro de la parroquia**

<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Área</b>
1	Pendiente débil	6,44
2	Pendiente suave	11,85
3	Pendiente moderada	15,29
4	Pendiente fuerte	26,37
5	Pendiente muy fuerte	10,75
6	Pendiente abrupta	29,30

### **2.2.3 CARACTERIZACIÓN EDAFOLOGICA**

Para la caracterización del recurso suelo en la parroquia de Alóag, se utilizó como fuente de información los estudios realizados por PRONAREG-ORSTOM, correspondientes a cartas de Suelos y Morfo-Pedológicos, escala 1: 25.000 que cubren la parroquia. Utiliza el Sistema Norteamericano SOIL TAXONOMY (USDA, 1975). Este sistema se basa primordialmente en la morfología de los suelos, descrita en términos de sus horizontes.

### 2.2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

El conocimiento de la edafología en la parroquia es importante debido a que nos proporciona información como ph, pedregosidad, porosidad, inundabilidad, porcentaje de materia orgánica, textura y drenaje; datos valiosísimos para realizar la zonificación agroecológica.

A fin de proporcionar un mejor entendimiento del recurso suelo y de la información cartográfica, para la descripción de las características de los suelos, se utilizó la agrupación adoptada por PRONAREG – SIGAGRO la misma que considera los “Conjuntos y Subconjuntos” de suelos.

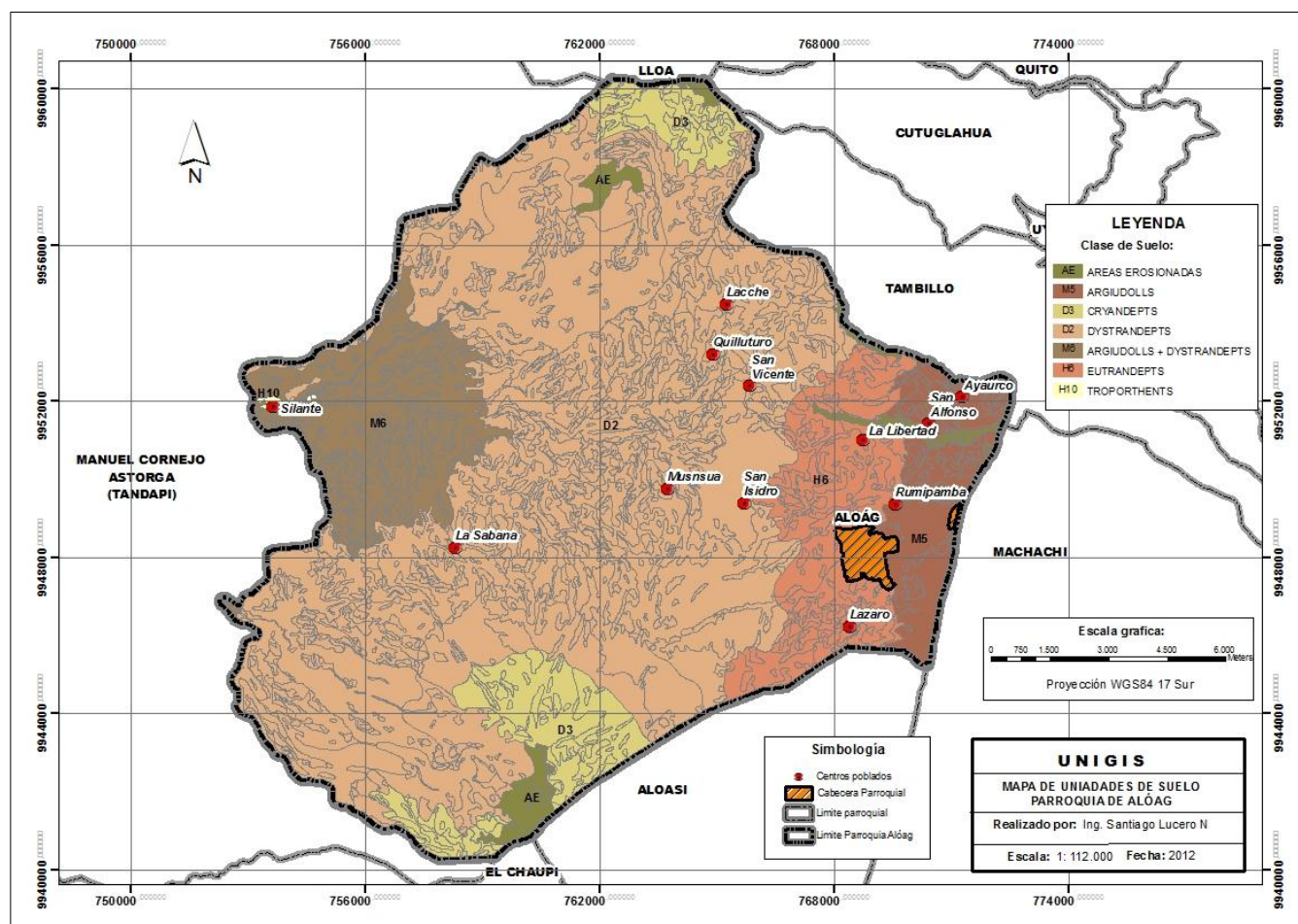


Figura N° 10

Mapa de Unidades de Suelo; Fuente: PRONAREG-SIGAGRO

*Conjunto de Suelos.* Representa macro-divisiones que agrupan a los suelos de acuerdo al material de origen y proceso de formación del suelo, identificándolos con letras mayúsculas. (Barreira; 1974).

Ej: A

*Subconjunto de Suelos.* Subdivisiones dentro de cada conjunto de suelos, representados por medio de números o letras minúsculas. Ej: el conjunto de suelos D tiene varios subconjuntos D1, D2, D3, etc. (Barreira; 1974).

Los subconjuntos muestran diferencias especiales en las características de los suelos que pueden influir en el uso y manejo de los mismos, como: cambio de textura, profundidad efectiva del suelo, pedregosidad, variación en drenaje, en clima, toxicidad, etc.

Los subconjuntos además son utilizados como unidades Taxonómicas (clasificación de suelos) y cartográficas, así un subconjunto representado por una sola sigla es considerado su presencia o pureza en más del 75% en el área, conformando una unidad simple, Ej: D2 (clasificados como DYSTRANDEPTS). Cuando en un mismo sitio o espacio geográfico, se presentan dos subconjuntos o más, generalmente en iguales proporciones y que no pueden ser separadas a la escala de estudio, conforman la denominada “Asociación de suelos” o unidades compuestas representadas con las siglas de sus componentes y separadas por un guión (-). Cuando la distribución de las unidades es indistinta o no uniforme se las separa con el signo (+). Ej: D2-D3 o D3+Ed (clasificación DYSTRANDEPTS + TROPORTHENTS) respectivamente.

De acuerdo a los criterios antes mencionados y de acuerdo a la figura N° 10, dentro de la parroquia se encuentran los siguientes tipos de suelo:

Conjunto de Suelos D: Suelos derivados de cenizas volcánicas, alofánicos, con baja densidad aparente, franco a arenosos, gran capacidad de retención del agua. Muy negros en áreas frías a muy frías, negros en clima templado y presencia de horizonte amarillento de gran espesor en clima cálido.

**D2:** Sierra volcánica alta en altitudes hasta los 3600 m.s.n.m. con relieve ligero y moderado a fuertemente ondulado y estribaciones occidentales de la sierra de fuertes pendientes. Suelos negros o muy negros, francos, profundos, drenaje bueno, ph ácido, fertilidad baja, áreas húmedas, retención de humedad del 20 al 50%. (DYSTRANDEPTS y/o CRYANDEPTS).

**D3:** Sierra volcánica alta en altitudes de 3200 a 4000 m.s.n.m. y estribaciones orientales y occidentales de las cordilleras con relieve fuertemente ondulado. Suelos negros o muy negros, franco, profundo, drenaje bueno, ph ácido, fertilidad baja a mediana, de áreas húmedas, retención de humedad de 50 a 100%. (DYSTRANDPTS y/o CRYANDEPTS).

Conjunto de Suelos H: suelos negros de texturas francas a arenosas, derivados de materiales volcánicos (piroclásticos) con menos de 30% de arcilla en el primer metro y generalmente ricos en bases de cambio.

**H6:** Parte alta de las vertientes del Callejón Interandino, relieve ligera a moderadamente ondulado. Altitud: 2800-3600 m.s.n.m. Suelos muy negros, francos, profundo, drenaje bueno, ph ligeramente ácido (5.6-6.5), fertilidad alta, de áreas húmedas. (EUTRANDEPTS).

**H10** Parte media y baja de las vertientes del Callejón Interandino, relieve muy variado en altitudes de 2400 a 3200 m.s.n.m. Suelos negros, francos a franco arcilloso, ligero incremento del porcentaje de arcilla en profundidad, profundos, drenaje bueno, ph neutro, fertilidad alta, de áreas secas. (TROPORTHENTS):

Conjunto de Suelos M: Suelos derivados de materiales volcánicos de color negro o pardo, texturas franco arenosa a franco arcillo arenosa incremento del porcentaje de arcilla en profundidad, ricos en bases de cambio. Se encuentran cubriendo regímenes climáticos secos o húmedos, cálidos y templados de la costa y sierra.

**M5:** Parte alta y media de las vertientes de contacto al Callejón Interandino de relieve ondulado a moderadamente ondulado, altitudes de 3200-3600 m.s.n.m. Suelos arcillo arenoso similar a M3 pero sin presencia del horizonte duro. (ARGIUDOLLS).

**M6:** Parte media y alta de las vertientes del Callejón Interandino con relieve ligero a moderadamente ondulado, en altitudes de 3200-3600 m.s.n.m. Suelos arcillo arenosos, moderadamente profundos, drenaje moderado, ph neutro, fertilidad mediana, de áreas secas. (ARGIUSTOLLS).

### **2.2.3.2 PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO**

Las propiedades físicas del suelo, junto con las químicas, biológicas y mineralógicas, determinan, entre otras, la productividad de los suelos. Su conocimiento permite un mejor desarrollo de las prácticas de labranza, fertilización, riego, drenaje y zonificación agroecológica.

#### Textura

El suelo está constituido por partículas de muy diferente tamaño. Conocer esta granulometría es esencial para cualquier estudio del suelo. Para clasificar a los constituyentes del suelo según su tamaño de partícula se han establecido muchas clasificaciones granulométricas. Básicamente todas aceptan los términos de grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase. De todas estas escalas granulométricas, son la de Atterberg o Internacional (llamada así por haber sido aceptada por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo) y la americana del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) las más ampliamente utilizadas (Bayer & Gardner; 1973).

Ambas clasificaciones se reproducen en la siguiente figura.

Dimensión de la partícula elemental (mm)	Attemberg – (Sistema Internacional)	U.S. Dep. De Agricultura	Ex – U.R.S.S.
<0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
<0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			Arena muy fina
0,05	Arena fina	Arena fina	Arena fina
0,1			Arena media
0,25	Arena gruesa	Arena gruesa	Arena gruesa
0,2		Arena muy gruesa	
0,5		Grava fina	Grava
1,0	Grava	Grava	Grava
2,0		Grava gruesa y piedras	
3,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
5,0			Grava gruesa y piedras
10,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
20,0			Grava gruesa y piedras
>20,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras

**Figura N° 11**

**Dimensión de las partículas (mm) para la textura del suelo; Fuente:**  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Textura\\_del\\_suelo](http://es.wikipedia.org/wiki/Textura_del_suelo)

El término textura se usa para representar la composición granulométrica del suelo (Barreira; 1974). Cada termino textural corresponde con una determinada composición cuantitativa de arena, limo y arcilla.

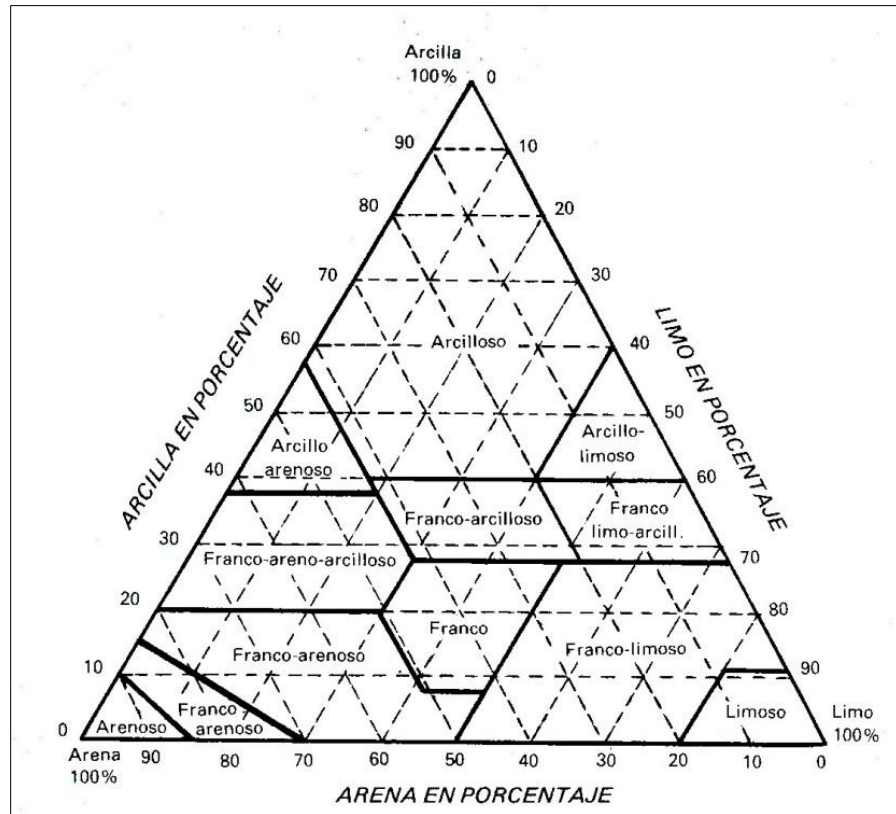


Figura N° 12

Denominación de los suelos según su textura; Fuente:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Textura\\_del\\_suelo](http://es.wikipedia.org/wiki/Textura_del_suelo)

Como la información del mapa de suelos fue proporcionada por SIGAGRO, este contiene códigos para cada una de las características físicas que este tiene; por lo que es importante saber a qué se refiere cada código.

Así tenemos el código para la textura, en el mapa de suelos:

## Cuadro N° 6

Cuadro de códigos para la clasificación de la Textura; Fuente: SIGAGRO

Textura		
codtex1		Codtex2
1	<b>g</b> (gruesa)	arenosa (11), arenoso franco (12)
2	<b>mg</b> (modera gruesa)	franco arenoso (21), franco limoso (22)
3	<b>m</b> (media)	Franco (31), limoso (32), franco arcilloso (33), franco arcillo arenoso(34), Franco arcillo limoso(35),
4	<b>f</b> (fina)	franco arcilloso (41) , arcilloso (42), arcillo arenoso (43), Arcillo limoso (44)
5	<b>mf</b> (media fina)	Franco (31), limoso (32), franco arcilloso (33), franco arcillo arenoso(34), Franco arcillo limoso(35), arcilloso (51)

Profundidad

La profundidad de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrientes indispensables (Bayer & Gardner; 1973). Además es muy importante porque de ella depende el volumen de agua que el suelo puede almacenar para las plantas.

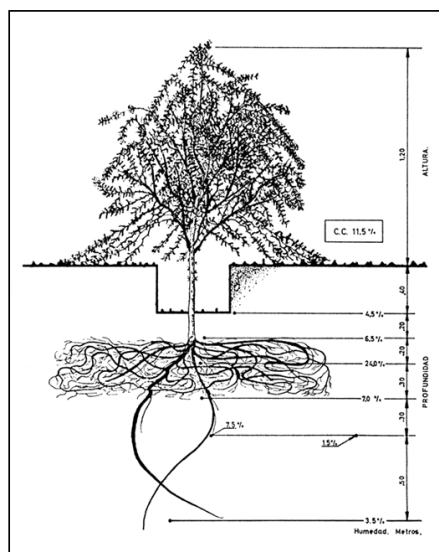


Figura N° 13

Representación de la profundidad del suelo; Fuente:

<http://www.fao.org/docrep/006/AD315S/AD315S05.htm>



Los códigos de la profundidad en el mapa de suelos, proporcionado por SIGAGRO es:

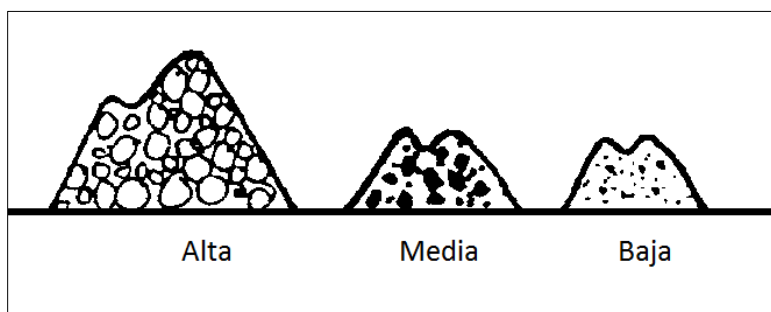
**Cuadro N° 7**

**Cuadro de códigos para la clasificación de la Profundidad; Fuente: SIGAGRO**

<b>Profundidad (cm)</b>		
<b>Codprof</b>		<b>cm</b>
1	<b>s</b> (sin profundidad)	0-20
2	<b>pp</b> (poco profundo)	20-50
3	<b>m</b> (medio profundo)	50-100
4	<b>p</b> (profundo)	>100

### Pedregosidad

La pedregosidad se refiere a la presencia de piedras en el suelo o la presencia en la superficie de fragmentos grandes (de 7,5 a 25 cm de diámetro) que pueden limitar el uso de equipo mecanizado agrícola moderno. (Barreira; 1974).



**Figura N° 14**

**Representación de la pedregosidad del suelo; Fuente:**

<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms05.htm>

Los códigos de la pedregosidad en el mapa de suelos, proporcionado por SIGAGRO es:

## Cuadro N° 8

Cuadro de códigos para la clasificación de la Pedregosidad; Fuente: SIGAGRO

Pedregosidad (%)			
Codped			%
1	<b>s</b>	sin	<10
2	<b>p</b>	pocas	10-25
3	<b>fr</b>	frecuentes	25-50
4	<b>a</b>	abundantes	50-75
5	<b>r</b>	pedregoso o rocoso	>75

Drenaje

El drenaje del suelo es la capacidad y facilidad de poder evacuar el agua por escurrimiento superficial o por infiltración profunda. Si bien las plantas, como todos los seres vivos necesitan del agua, tanto exceso como su falta, generalmente limitan su desarrollo normal. (Barreira; 1974).

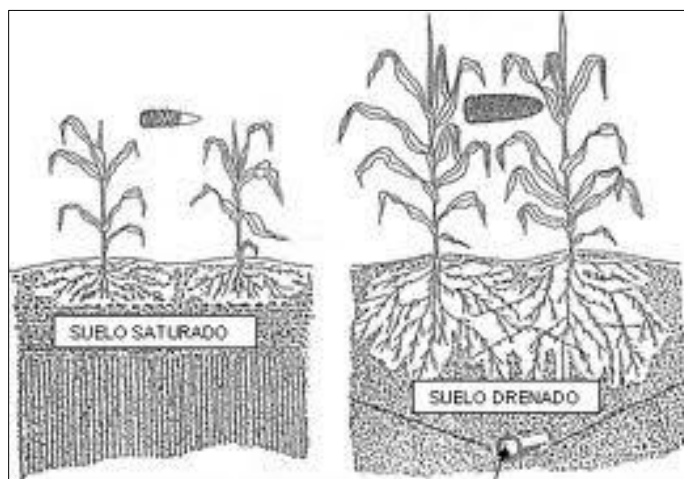


Figura N° 15

Representación del drenaje del suelo; Fuente:

[http://www.iris-cayeux.com/publication?article=conseils\\_iris&lang=ES&SID](http://www.iris-cayeux.com/publication?article=conseils_iris&lang=ES&SID)

Los códigos de drenajes en el mapa de suelos, proporcionado por SIGAGRO es:

**Cuadro N° 9**

**Cuadro de códigos para la clasificación del Drenaje; Fuente: SIGAGRO**

<b>Drenaje</b>		
codfre		
1	<b>e</b>	excesivo
2	<b>b</b>	bueno
3	<b>m</b>	moderado
4	<b>md</b>	mal drenado (imperfecto)

### pH

El pH es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos (Barreira; 1974). Los valores del pH se reducen a medida que la concentración de los iones de hidrógeno incrementan, variando entre un rango de 0 a 14. Los valores por debajo 7.0 son ácidos, valores superiores a 7.0 son alcalinos y/o básicos, mientras que los que rondan 7.0 son denominados neutrales. Por cada unidad de cambio en pH hay un cambio 10 veces en magnitud en la acidez o alcalinidad ( por ejemplo: un pH 6.0 es diez veces más ácido que uno de pH 7.0, mientras que un pH 5.0 es 100 veces más ácido que el de 7.0). (Bayer & Gardner; 1973).

El pH del suelo aporta una información de suma importancia en diversos ámbitos de la edafología. Uno de la más importante deriva del hecho de que las plantas tan solo pueden absorber los minerales disueltos en el agua, mientras que la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales. Es decir, la influencia del pH en la mayor o menor cantidad de nutrientes (Fósforo, Potasio, Hierro, Cobre, Boro... hasta 13) que hay en un suelo para que lo puedan tomar las raíces de las plantas. (García & García; 1982)

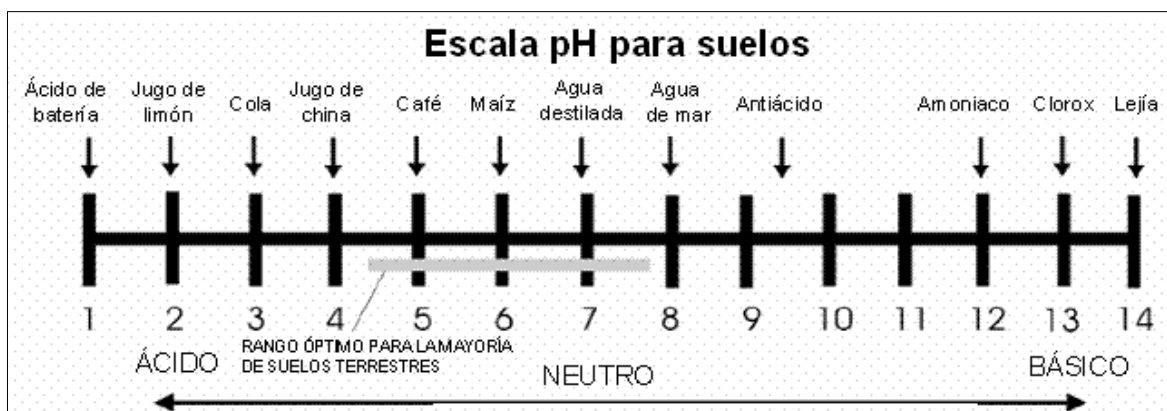


Figura N° 16

Representación del pH del suelo; Fuente: <http://ecoplexity.org/node/593?page=0,2>

Los códigos de pH en el mapa de suelos, proporcionado por SIGAGRO es:

Cuadro N° 10

Cuadro de códigos para la clasificación del pH; Fuente: SIGAGRO

pH			
CodpH			
1	<b>mac</b>	muy ácido	<4,5
2	<b>a</b>	ácido	4,5 - 5,5
3	<b>lac</b>	ligeramente ácido	5,6 - 6,5
4	<b>n</b>	neutro	6,6 - 7,4
5	<b>mal</b>	moderadamente alcalino	7,5-8,5
6	<b>al</b>	alcalino	>8,5

### Salinidad

La salinidad del suelo se refiere a la cantidad de sales en el suelo. Se debe tener en cuenta la salinidad de un suelo, ya que las plantas que crezcan en suelos de estas características sufrirán estrés hídrico por pérdida de agua hacia el suelo, a no ser que se trate de plantas

halófitas<sup>17</sup> (Barreira; 1974). También porque la fertilidad del medio es baja, son suelos pobres, debido a que los nutrientes no se encuentran disponibles a pH alto.

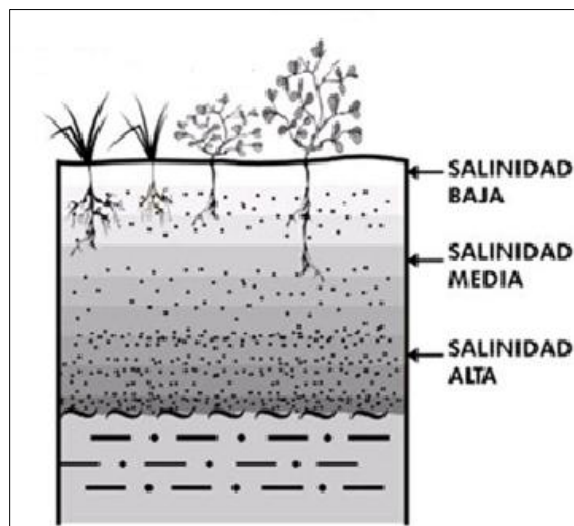


Figura N° 17

Representación de la salinidad del suelo; Fuente:

<http://www.emagister.com/curso-basura-residuos/recuperacion-suelos-salinos-2da-parte>

Los códigos de la salinidad en el mapa de suelos, proporcionado por SIGAGRO es:

Cuadro N° 11

Cuadro de códigos para la clasificación de la salinidad; Fuente: SIGAGRO

Salinidad (mmhos/cm)			
Codsali			
1	<b>s</b>	sin	0 -2
2	<b>l</b>	ligera	2-4
3	<b>m</b>	media	4-8
4	<b>a</b>	alta	8-16
5	<b>ma</b>	muy alta	>16

<sup>17</sup> Halófitas: Es una planta que crece de manera natural en áreas afectadas por salinidad en las raíces o aerosoles (spray) de sal, como en los desiertos salinos, litorales. (WIKIPEDIA).

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

La metodología utilizada para el tema de estudio, partió con la recopilación de la información bibliográfica y cartográfica y el posterior tratamiento, edición y análisis de la misma. Esta información secundaria fue obtenida en el SIGAGRO (Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria), INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), ambas instituciones pertenecientes al Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca; la información climática fue recopilada del INAMHI ( Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología); además información complementaria recopilada de bibliotecas de universidades e institutos de investigación especializados (hidrometeorológicos, cartográficos, ambientales, etc.), y organismos no gubernamentales.

En la elaboración de la cartografía se obtuvo las cartas topográficas escala 1:50.000 provenientes de del Instituto Geográfico Militar (IGM) que incluyen información básica sobre: curvas de nivel, red hidrográfica, sistema vial, centros poblados y cotas altitudinales. Estas coberturas fueron editadas tanto gráficamente como en su tabla de atributos, y fueron proyectadas con el Dátum WGS84 17 Sur. Para esta labor se utilizó los programas: ArcGis 9.3

También se utilizó información cartográfica temática proveniente de SIGAGRO a escala 1:25.000, como mapa de suelos. Esta información fue revisada, proyectada con el Dátum WGS84 17 Sur y finalmente fue tratada y editada de acuerdo a los objetivos de la presente tesis. La información fue trabajada en los programas: ArcGis 9.3 y TNTMips 6.5.

La información que no existía se la generó a escala 1:25.000, como por ejemplo de cobertura vegetal, climática, entre otros; su elaboración se los puede ver en los capítulos siguientes.

### **3.2 REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DE LOS CULTIVOS**

La definición de los requerimientos agroecológicos de los cultivos, está basada en los datos generados básicamente por la Guía de Cultivos del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) 2010, el Manual Agropecuario del Ing. Milton Bustos 1996 y los requerimientos Ecológicos para algunos cultivos en el Ecuador, PRONAREG 1998, los que incluyen los principales cultivos que hay en la parroquia.

Los parámetros considerados como requerimientos agroecológicos óptimos, adoptados para la zonificación dentro de la parroquia de Alóg son: altitud, precipitación, temperatura media, pendiente, textura del suelo, profundidad del suelo, pH del suelo, pedregosidad del suelo, drenaje del suelo, salinidad del suelo.

Los cultivos en estudio, para esta zonificación, fueron escogidos por ser considerados estratégicos dentro del Plan Nacional de Reactivación Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador 2007-2001; además que son los cultivos que más se siembran en la parroquia y en la sierra centro.

Así tenemos el siguiente cuadro de los requerimientos agroecológicos de los cultivos que se procederá hacer la zonificación agroecológica.

Cuadro N° 12

Requerimientos agroecológicos de los cultivos; Fuente: Guía de cultivos del INIAP 2010

Cultivo	Pendiente Rango %	Textura	Profundidad	Pedregosidad	Drenaje	PH	Salinidad	Isoyetas mm	Isotermas °C	Ciclo vegetativo días	Altitud (msnm)
Brócoli	0-12	Franco arenosa (21), franco (31)-franco arcilloso (33)	50-100	<10-25	1y 2	6- 7,5	sin, ligera	500-1000	13-18	60-120	1500-3000
Cebada	0-25	Franco (31), franco arenoso (21)	>20	<10 y 10-25	2	5.5-7.5	media	500-1000	8-18	150-240	2000-3400
Cebolla Blanca	0-25	Franco (31), limoso (32), franco arcilloso (33), franco arcillo arenoso(34), Franco arcillo limoso(35),	>100	<10	2	5.5-6.5	sin, ligera	800-1200	6-12	120-180	2800-3400
Maíz suave	0-50	Franco (31), franco arcilloso (33), franco arenoso (21)	>20	<10	2	5,5-7,5	0-2	600-1400	10-20	250	2200-3000
Papa	0-25	Franco (31), franco arcilloso (33)	>100	<10	2	5-6,5	sin, ligera	800-1300	10-14	150-210	2600-3400
Pasto Azul	0-60	franco (31) franco arcilloso (33), franco arenoso (21), franco limoso (22)	>20	10	3	5,5-6,5	baja	700 - 1500	6-18	>300	2600-3200

### 3.3 ZONIFICACIÓN AGROECOLOGICA

La zonificación agroecológica, no es otra cosa que la comparación sistemática de las condiciones ecológica, edáficas (suelos) y climáticas de una zona determinada con los requerimientos básicos del cultivo propuesto para dicha zona, con lo cual se determina las



aptitudes de una determinada región para producir eficientemente un cultivo en secano<sup>18</sup>, o para determinar las razones agroecológicas por las cuales un determinado cultivo no se lo puede producir rentablemente en una región; y así, realizar una selección primaria de los cultivos más aptos para una zona determinada. (FAO; 1997)

La zonificación agro-ecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos.

Para la zonificación agroecológica de los cultivos seleccionados dentro de la parroquia de Alóag, se aplicó un modelo de integración que fue elaborado en base a experiencias recogidas en la propuesta de zonificación ecológica-económica de la RAE, (tratado de Cooperación Amazónica 1998), en la propuesta de CLIRSEN, publicada en Aplicaciones de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica en el Ecuador (CLIRSEN 1995), la Metodología de zonificación agroecológica de la FAO para aplicaciones a diferentes niveles de zonificación en países de América Latina y el Caribe (2006) y en los diferentes modelos de zonificación agroecológica existentes.

Los elementos fundamentales para la generación de la zonificación agroecológica de los cultivos son:

- El suelo, que fue caracterizado en el Capítulo II, apéndice 2.3.2; donde los aspectos de profundidad del suelo, pH, textura, materia orgánica y fertilidad son requerimientos indispensables e ideales para cada cultivo.

---

<sup>18</sup> Cultivo en secano, es aquella en la que no se hace aportación de agua por parte del hombre, utilizando únicamente la que proviene de la lluvia. Conocimiento del comportamiento de la distribución de las precipitaciones. (Carfagno P; 2003).

- La pendiente, que fue caracterizada en el Capítulo II, apéndice 2.2.2.2
- El tipo de Clima, que fue realizado en el Capítulo II, apéndice 2.1; en el que interviene la temperatura, la precipitación, el tipo de clima.

### 3.3.1 DEFINICIÓN DEL MODELO DE INTEGRACIÓN

Los elementos de entrada para el modelo de zonificación agroecológica fueron los mapas de isoyetas, isotermas, pendientes, tipos de suelo y el mapa base con las curvas de nivel.

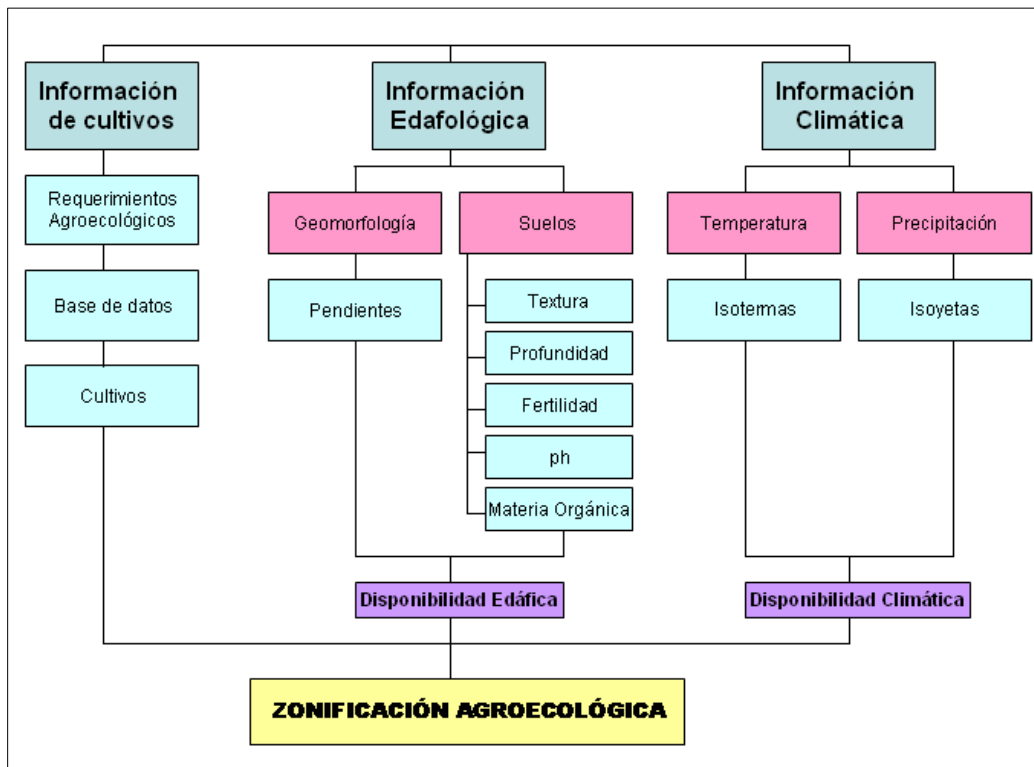


Figura N° 18

Diagrama de zonificación agroecológica

El modelo de integración como puede verse en el diagrama adjunto, fue definido teniendo en cuenta investigación sobre trabajos previos de zonificación en el Ecuador u otros países latinoamericanos.

### **3.3.2 METODOLOGIA PROPUESTA**

En el procedimiento propuesto se pretende dar énfasis a la caracterización edafo-climática de las unidades agroecológicas y a su evaluación con respecto a los requerimientos de cada cultivo.

La información meteorológica es utilizada para generar parámetros climáticos compatibles con los requerimientos de los cultivos. La metodología propuesta utiliza mapas de isolíneas de temperaturas medias para establecer "Zonas Térmicas" y de isolíneas de precipitación. Se sugiere la consideración adicional de otros parámetros climáticos tanto para la caracterización de las unidades agroecológicas como áreas climáticas.

La caracterización climática de las unidades agroecológicas se realiza por sobreposición de los mapas de "Isotermas" y de "Isoyetas". El mapa resultante, superpuesto al mapa de suelos y de pendientes, genera un mapa de celdas agroecológicas con características climáticas y edáficas definidas. Las celdas agroecológicas son evaluadas con respecto a los requerimientos de temperatura y precipitación de cada cultivo. Las unidades de suelos son evaluadas entonces en función de los requerimientos edáficos de los usos para los que los requerimientos climáticos son satisfechos para cada cultivo.

El resultado de la zonificación consiste en un mapa agroecológico para cada cultivo, la caracterización de las mismas a través de tablas de atributos y la identificación de los usos potenciales en cada una de las celdas agroecológicas.

#### **3.3.2.1 SUPERPOSICIÓN DE MAPAS**

##### Historia

Para tomar una decisión acertada en cualquier campo, se debe contar con una adecuada y suficiente información, y con mayor razón sí se trata del manejo del medio ambiente y de la gerencia de recursos. Esta información ha sido transferida a formatos gráficos desde tiempos antiguos y han permitido por ejemplo, la navegación y la exploración por mares y tierras desconocidas. Pero poco a poco se fue pasando de la representación gráfica de la

información espacial a la interpretación, comunicación y toma de decisiones. Se pasó del "dónde están y cuáles son los recursos", al: "entonces, qué hacer con ellos".

El liderazgo en el empleo de computadoras para procesar datos cartográficos lo tomaron Canadá y los EEUU, siendo en éste último la Harvard School of Landscape Design a mediados de la década de los 70, quienes se basaron en el uso que se hacía (y aún hoy en día) de la superposición de mapas montados en acetatos con el fin de examinar espacialmente la relación entre diferentes mapas temáticos. Inicialmente se trató sólo de procesos cartográficos y generación de mapas con obvias ventajas para la edición y actualización de la información (Bosque S; 1992). El concepto de superposición de mapas, una de las herramientas más importantes del análisis espacial, fue usada por el cartógrafo francés Louis - Alexandre Berthier hace más de 200 años cuando analizó el movimiento de tropas durante la guerra de independencia norteamericana. También el Dr. John Snow en 1854 superpuso mapas de Londres con los sitios de defunciones por cólera y la posición de los pozos de la ciudad y comprobó la correlación de ambos conjuntos de datos. (Mora et al; 2003).

En los años 80, se conjugó la versatilidad lograda en el manejo gráfico de los mapas con las capacidades de las bases de datos, de tal forma que se podían consultar los datos adheridos a un lugar o hacer una búsqueda de los que cumplían alguna condición (queries); o también, efectuar la superposición de mapas y cálculos iterativos de distancias, permitiendo el ahorro de esfuerzo y tiempo (Bosque S; 1992).

Los siguientes desarrollos se hicieron en el aspecto de la entrada de información utilizando imágenes de satélite, tabletas digitalizadoras y scanner. Además, se dio inicio a la teoría del "análisis espacial".

En la actualidad, el mejoramiento de los SIG se ha enfocado hacia las operaciones analíticas: estadística y modelación espacial. La primera describe la variación espacial de los datos (correlación espacial, filtros estadísticos, incertidumbre en mapas y propagación de errores.

La modelación espacial se basa en el análisis escalonado de varios mapas para obtener uno que dé solución al problema planteado. Allí se aplican conceptos matemáticos (operadores

booleanos) para hacer operaciones entre mapas, lo que permite sumarlos, restarlos, multiplicarlos, dividirlos, etc. (Mora et al; 2003).

### Definición

La superposición de mapas es un procedimiento simple donde dos o más coberturas temáticas (por ejemplo tipo de suelo, pendiente) son combinadas y el resultado es una nueva cobertura temática (o mapa) compuesta. (Mora et al; 2003).

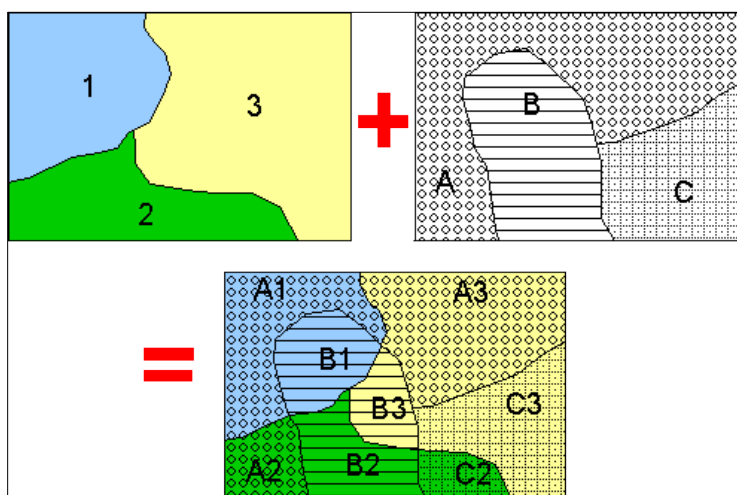


Figura N° 19

### **Representación de la Superposición de coberturas**

La superposición de un polígono en otro polígono (mapas temáticos) dan como resultante un mayor número de objetos. La superposición de polígonos se produce en dos fases, una geométrica, en la que se determinan los nuevos polígonos por intersección de los existentes en las capas fuente, se le asigna un identificador y se reconstruye la topología, y otra en la que se asocian los datos temáticos a los nuevos polígonos, datos que heredarán de los polígonos fuente. (Puebla & Goul; 1994).

La superposición se puede realizar de diferentes modos, en función del área final que se desee representar. Las tres operaciones que se pueden plantear son:

- Unión: El mapa resultado contiene la unión de la extensión de los mapas a superponer.
- Intersección: Como resultado final se obtendrá un mapa que contiene únicamente el área común a los mapas originales.
- Identidad: El mapa final es el resultado de recortar el mapa inicial con el límite exterior de los elementos del mapa que se le superpone. En este caso es importante el orden de los mapas iniciales, ya que el resultado final será diferente

En todos los casos se realiza una unión de tablas, y por lo tanto las nuevas entidades heredarán los atributos de las que provienen

Se pueden producir variaciones en función a tipo de variable representada en ambos mapas a superponer. Las diferentes posibilidades de variables son las siguientes (Mora et al; 2003):

1. Variables de tipo nominal/ordinal

Los procedimientos que se pueden seguir para obtener el valor de la variable temática de los nuevos polígonos son:

- ✓ Operaciones lógicas con dos variables booleanas (únicamente tienen valor 0 ó 1). Se emplean los operadores lógicos: Y (AND), O (OR), Ni (NOR), No (NOT), para calcular el valor.
- ✓ Intersección de variables nominales/ordinales. Las dos variables iniciales tienen un conjunto de modalidades A, B respectivamente pudiendo presentar una nueva variable con A\*B modalidades, en cada nuevo polígono en función de las que existían en los polígonos fuente.

- ✓ Enmascarado de mapa. En este caso uno de los mapas iniciales (el que se coloca por encima del otro) elimina los valores temáticos del mapa que hay debajo, excepto en aquellos polígonos del mapa superior que tienen un determinado valor (generalmente el valor 0). Estos polígonos actuarían como una ventana que nos permitiría ver el mapa que hay de bajo.

El nuevo mapa presenta en todos los polígonos valores temáticos existentes en el mapa superior, a excepción de donde en éste se encontraban estos “polígonos ventana”, polígonos en los que aparecen los valores temáticos del mapa inferior.

## 2. Las dos variables cuantitativas

Se pueden dar dos tipos de operaciones:

- ✓ Álgebra de mapas. Se define una ecuación algebraica que relaciona la nueva variable temática con las dos iniciales, a partir de la cual se calculará el nuevo valor para cada polígono.
- ✓ Enmascarado de mapas: similar al caso anterior con variables nominales/ordinales.

## 3. Una de las variables es nominal/ordinal y la otra cuantitativa

- ✓ Enmascarado de un mapa. Se elige uno de los dos como mapa superior que elimina los valores de mapa inferior a excepción de los polígonos con valor nulo en el mapa superior.
- ✓ Composición de mapas. El mapa asociado a la variable nominal/ordinal actúa de mapa máscara (el que se sitúa por encima) y generará tantas zonas como variantes tenga la variable cualitativa asociada al mapa. Los polígonos fruto de la superposición se agrupan por tener en el mapa máscara en un valor concreto, es decir, por las zonas que se han creado. Seguidamente se realiza una operación

estadística con los valores de la variable cuantitativa del otro mapa fuente, asociándose el resultado de la misma a la variable temática de cada polígono

Las operaciones posibles son muy variadas, desde el cálculo de valor central o más representativo de una zona: media aritmética, mediana, moda, etc.; hasta el cálculo de la variabilidad de los valores cuantitativos: desviación típica, cuantiles, varianza.

Así se realizó la intersección entre el mapa de isotermas y el mapa de isoyetas para tener el mapa de disponibilidad climática.

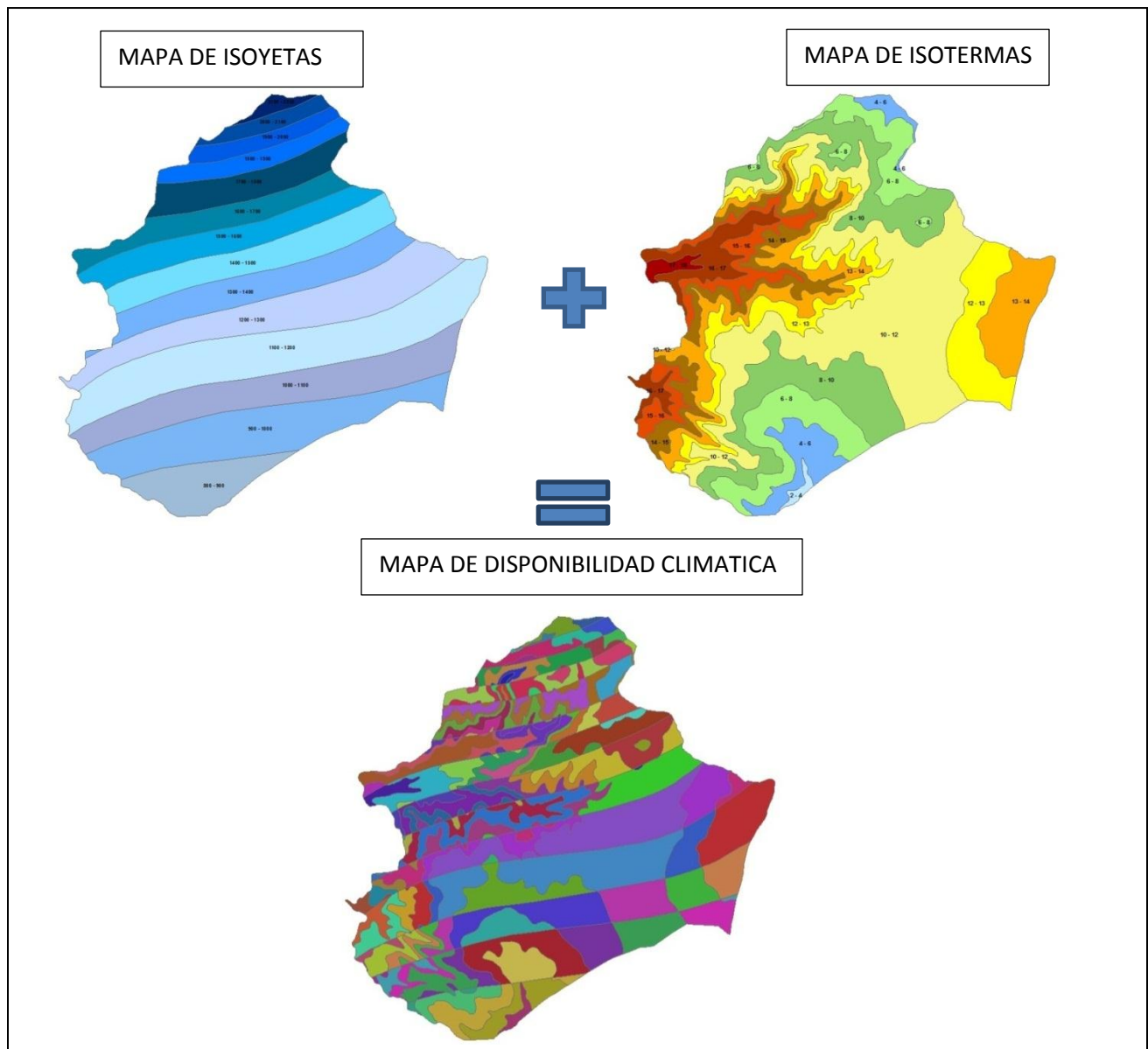
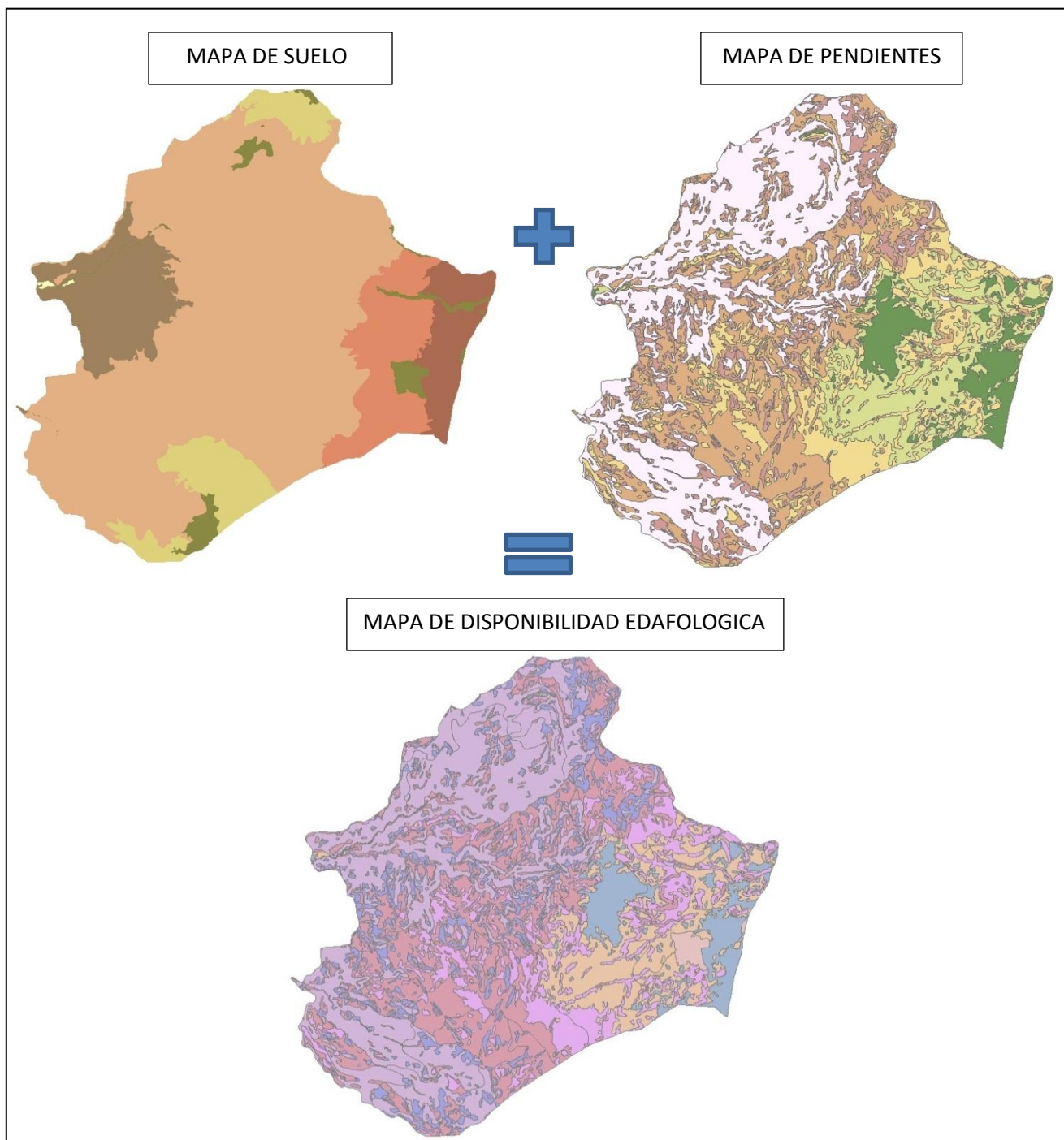


Figura N° 20

Elaboración del Mapa de Disponibilidad Climática



Por otro lado, se realizó la intersección del mapa de suelos con el mapa de pendientes para tener el mapa de disponibilidad edafológica.



**Figura N° 21**

**Elaboración del Mapa de Disponibilidad Edafológica**

La intersección del Mapa de Disponibilidad Climática con el Mapa de Disponibilidad Edafológica, nos da el mapa Agroecológico.

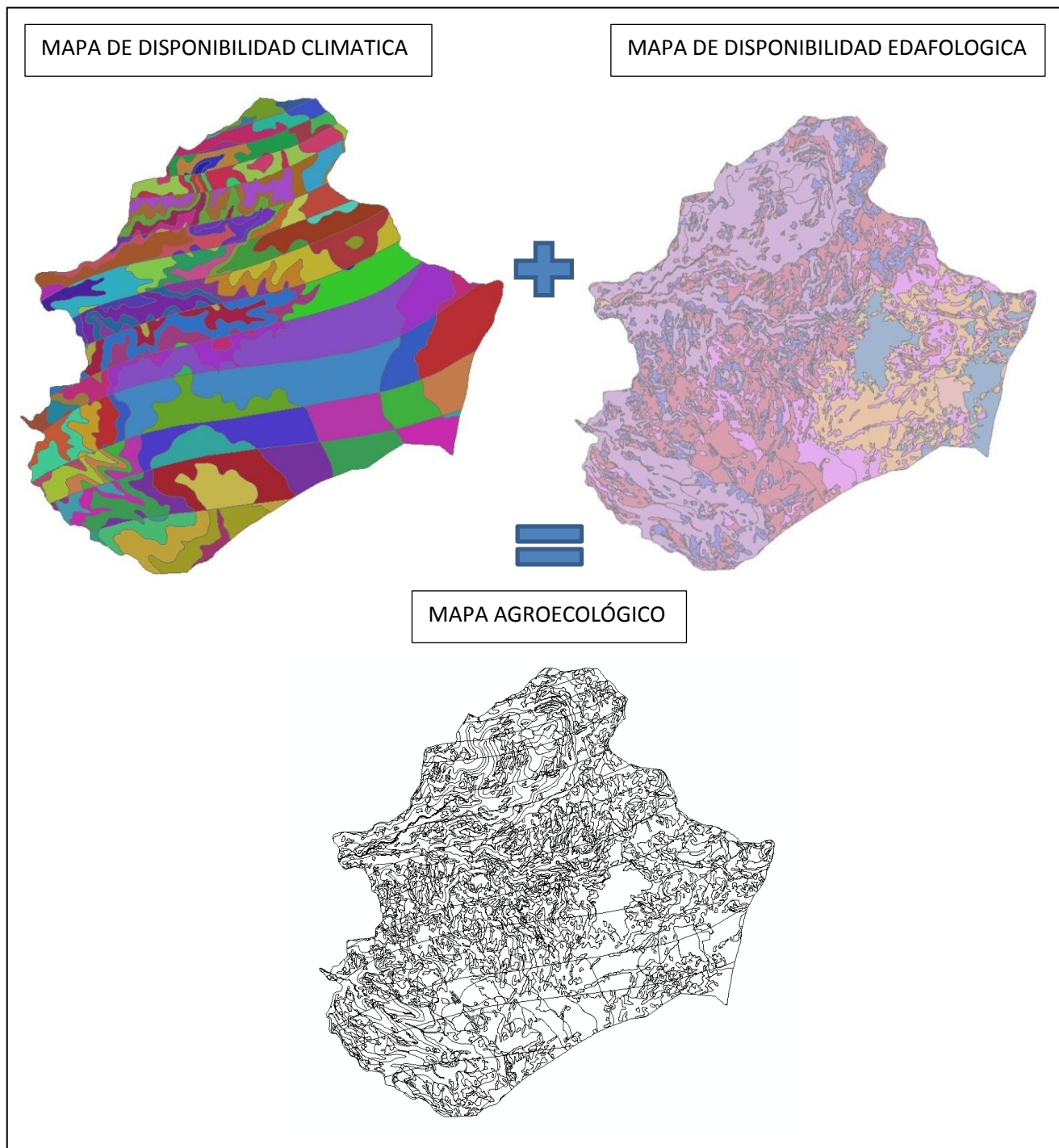


Figura N° 22

Elaboración del Mapa Agroecológico

### 3.3.2.2 ELABORACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLOGICA A TRAVÉS DEL LENGUAJE ESTRUCTURADO DE CONSULTA (SQL)

El lenguaje de consulta estructurado o SQL (por sus siglas en inglés *structured query language*) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas, se utiliza como acceso a bases de datos y lenguaje de control. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional que permiten efectuar consultas con el fin de recuperar de forma sencilla información de interés de bases de datos, así como hacer cambios en ella. (WIKIPEDIA).

SQL está en el corazón de muchas operaciones de SIG. Es un gran ejemplo de un lenguaje que ha sobrevivido durante mucho tiempo. Esto en primer lugar, es un lenguaje de declaraciones en lugar de procedimientos, es decir, las sentencias SQL dicen lo que quieres que suceda, no cómo quieres que suceda. SQL es un lenguaje relativamente sencillo, tiene pocas instrucciones y éstas funcionan con bastante lógica. Además muchas construcciones te sonarán ya, porque la mayor parte de las sentencias de selección en SIG son de tipo SQL. (Mora et al; 2003).

Los principales operadores lógicos SQL son:

- *Or*: Es incluyente, selecciona tanto uno como otro. Combina dos condiciones juntas y selecciona un registro si al menos una condición es verdadera.
- *And*: La aseveración tiene que ser cierta en ambos lados del operador. Combina dos condiciones juntas y selecciona un registro si las dos condiciones son verdaderas.
- *Not*: Selecciona un registro si no coincide con la expresión

Como el modelo es una función matemática en el que, a partir del lenguaje estructurado de consulta a los atributos del mapa agroecológico, dentro de un SIG, se va generando las zonas óptimas para cada tipo de cultivo de acuerdo a sus requerimientos agrícolas que posean las mejores condiciones edafológicas y climáticas naturales para el desarrollo del cultivo.

Así tenemos la siguiente tabla, que es producto de la superposición del Mapa de Disponibilidad Climática con el Mapa de Disponibilidad Edafológica; en la cual se

encuentra en una misma tabla campos de las características de los suelos, pendiente, precipitación y temperatura.

FID	Shape	Pend 1	Textura 1	Profundida	Pedregos 1	Drenaje 1	Inunda 1	II treat 1	phi 1	Salinidad	Toxicidad	Fertilidad	Text1 1	Isoyetas	Isotermas
0	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	900 - 1000	4 - 8
1	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	1100 - 1200	14 - 15
2	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	1100 - 1200	15 - 16
3	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	2	22	1000 - 1100	8 - 10
4	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	2	22	1000 - 1100	8 - 10
5	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	2	22	1100 - 1200	8 - 10
6	Polygon ZM	4	3	3	1	2	1	4	2	1	2	3	31	1400 - 1500	14 - 15
7	Polygon ZM	4	3	3	1	2	1	4	2	1	2	3	31	1400 - 1500	15 - 16
8	Polygon ZM	4	3	3	1	2	1	4	2	1	2	3	31	1400 - 1500	16 - 17
9	Polygon ZM	5	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	1100 - 1200	16 - 17
10	Polygon ZM	5	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	1000 - 1100	12 - 13
11	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	800 - 900	8 - 10
12	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	900 - 1000	8 - 10
13	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	800 - 900	8 - 10
14	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	900 - 1000	8 - 10
15	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	800 - 900	8 - 10
16	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	900 - 1000	8 - 10
17	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	800 - 900	8 - 10
18	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	900 - 1000	8 - 10
19	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	1000 - 1100	10 - 12
20	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	800 - 900	10 - 12
21	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	900 - 1000	8 - 10
22	Polygon ZM	3	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	800 - 900	6 - 8
23	Polygon ZM	5	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	1100 - 1200	14 - 15
24	Polygon ZM	5	2	4	1	2	1	4	2	1	1	3	22	1100 - 1200	15 - 16
25	Polygon ZM	6	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	1000 - 1100	6 - 8
26	Polygon ZM	6	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	1000 - 1100	8 - 10
27	Polygon ZM	6	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	900 - 1000	10 - 12
28	Polygon ZM	6	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	900 - 1000	6 - 8
29	Polygon ZM	6	2	4	1	2	1	4	2	1	1	4	22	900 - 1000	8 - 10
30	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	800 - 900	2 - 4
31	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	800 - 900	4 - 6
32	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	800 - 900	4 - 6
33	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	800 - 900	6 - 8
34	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	800 - 900	6 - 8
35	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	800 - 900	8 - 10
36	Polygon ZM	4	2	4	1	2	1	4	3	1	1	3	22	900 - 1000	4 - 6

Figura N° 23

Tabla de atributos del Mapa Agroecológico

De la tabla de la cobertura Agroecológica, se selecciona mediante el Lenguaje Estructurado de Consulta (SQL), los requerimientos agrícolas para cada tipo de cultivo.

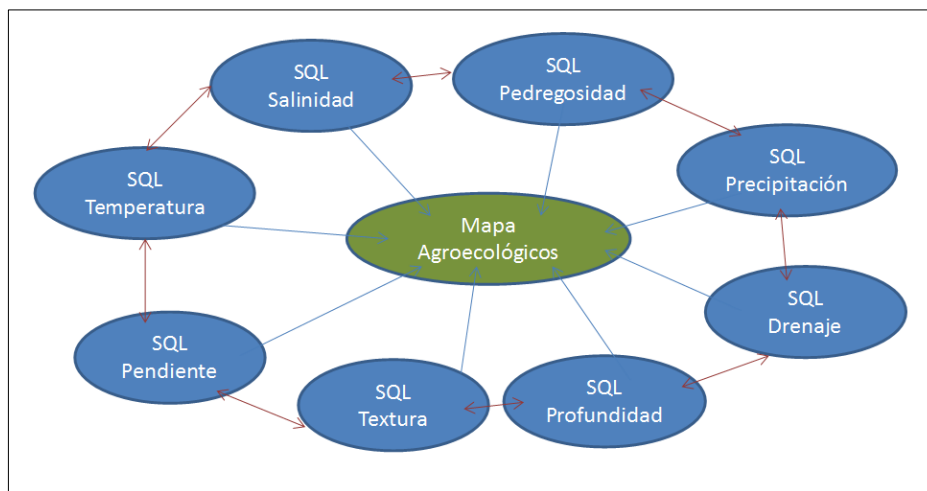


Figura N° 24

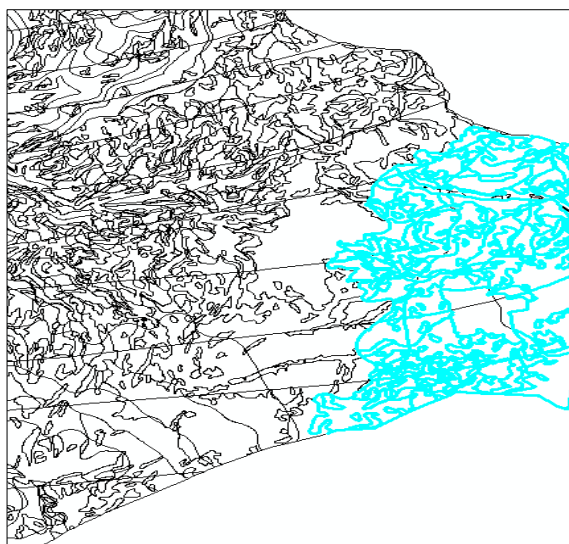
Gráfico de flujos de una consulta SQL para el Mapa Agroecológico

Para una mejor comprensión de una Consulta SQL, se realizara un ejemplo con el cultivo de la Papa.

Ejemplo: Zonificación agroecológica del Cultivo de Papa

- Primeramente se tiene que saber cuáles los requerimientos Agroecológicos de cada cultivo
- Luego se hace una consulta SQL para el rango de pendiente que debe estar entre el 5-25%. Esto quiere decir que debe estar entre la clase 1, 2 y 3 del campo de pendiente
- Una vez seleccionada el rango de pendiente que tiene que estar el cultivo de papa, seleccionamos por el tipo de textura (Franco (31), franco arcilloso (33)). Esto significa que debemos seleccionar la clase 31 y 33 del campo de textura. Y debemos seleccionar la nueva consulta de la anterior selección que era de la pendiente, con el método de “*Select from current selection*”.
- Luego seleccionamos de la anterior selección la Profundidad que debe ser mayor a 100 metros. Esto significa que debemos seleccionar la clase 4, del campo de profundidad.
- Seleccionamos de la anterior selección el drenaje que debe ser 2; Esto significa que debemos seleccionar la clase 2, del campo de drenaje.
- De la anterior selección seleccionamos el pH que debe estar entre 5-6.
- Luego de la anterior selección seleccionamos la salinidad que debe ser sin a ligera. Esto significa que debemos seleccionar la clase 1 y 2, del campo de salinidad.
- Siguiendo, seleccionamos de la anterior selección la pedregosidad que debe ser <10 %. Esto representa que debemos seleccionar la clase 1 y, del campo de pedregosidad
- Ahora se selecciona de la anterior selección la precipitación que debe ser entre 800-1300 milímetros.

- Y por último se selecciona de la anterior selección la temperatura que debe ser entre 10-14 grados centígrados.
- Una vez realizada la consulta SQL, de todos los requerimientos agroecológicos de la papa se llena un campo donde se coloca el cultivo que cumple con todos los requerimientos edafológicos y climáticos, en este caso la papa.
- El resultado final es la obtención de las áreas representadas en mapas por tipo de cultivo.



**Figura N° 25**

**Gráfico de las áreas seleccionadas que son agroecológicamente aptas para el cultivo de la papa**

- Este modelo permite tener un mejor control al definir las áreas, ya que limita la selección en función de los requerimientos del cultivo a zonificar.

El mismo procedimiento se lo hace para cada uno de los diferentes tipos de cultivos a los que se quiere realizar la zonificación agroecológica.

### **3.3.2.3 ELABORACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA A TRAVÉS DEL MODELUILDER**

ModelBuilder es una aplicación que se utiliza para crear, editar y administrar modelos. Los modelos son flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas de geoprocetamiento y suministran la salida de una herramienta a otra herramienta como entrada. ModelBuilder también se puede considerar un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo (ESRI; 2012).

Es una herramienta que permite automatizar los flujos de trabajo repetitivos; donde se puede usar principalmente en procesos complejos que toman gran cantidad de tiempo procesando datos o necesitan ser estandarizados. (Bakker X; 2005)

Los beneficios de utilizar ModelBuilder pueden resumirse como sigue:

- ModelBuilder es una aplicación fácil de usar para crear y ejecutar flujos de trabajo que contienen una herramienta de secuencia de comandos.
- Puede crear sus propias herramientas con ModelBuilder. Las herramientas que crea con ModelBuilder se pueden utilizar en secuencias de comandos de Python y otros modelos.
- ModelBuilder, junto con las secuencias de comandos, es una forma de integrar ArcGIS en otras aplicaciones.

Así tenemos el ModelBuilder para generar la zonificación agroecológica para cada tipo de cultivo de una manera más automatizada; siempre y cuando se tome en consideración los requerimientos edafológicos y climáticos propios de cada cultivo.

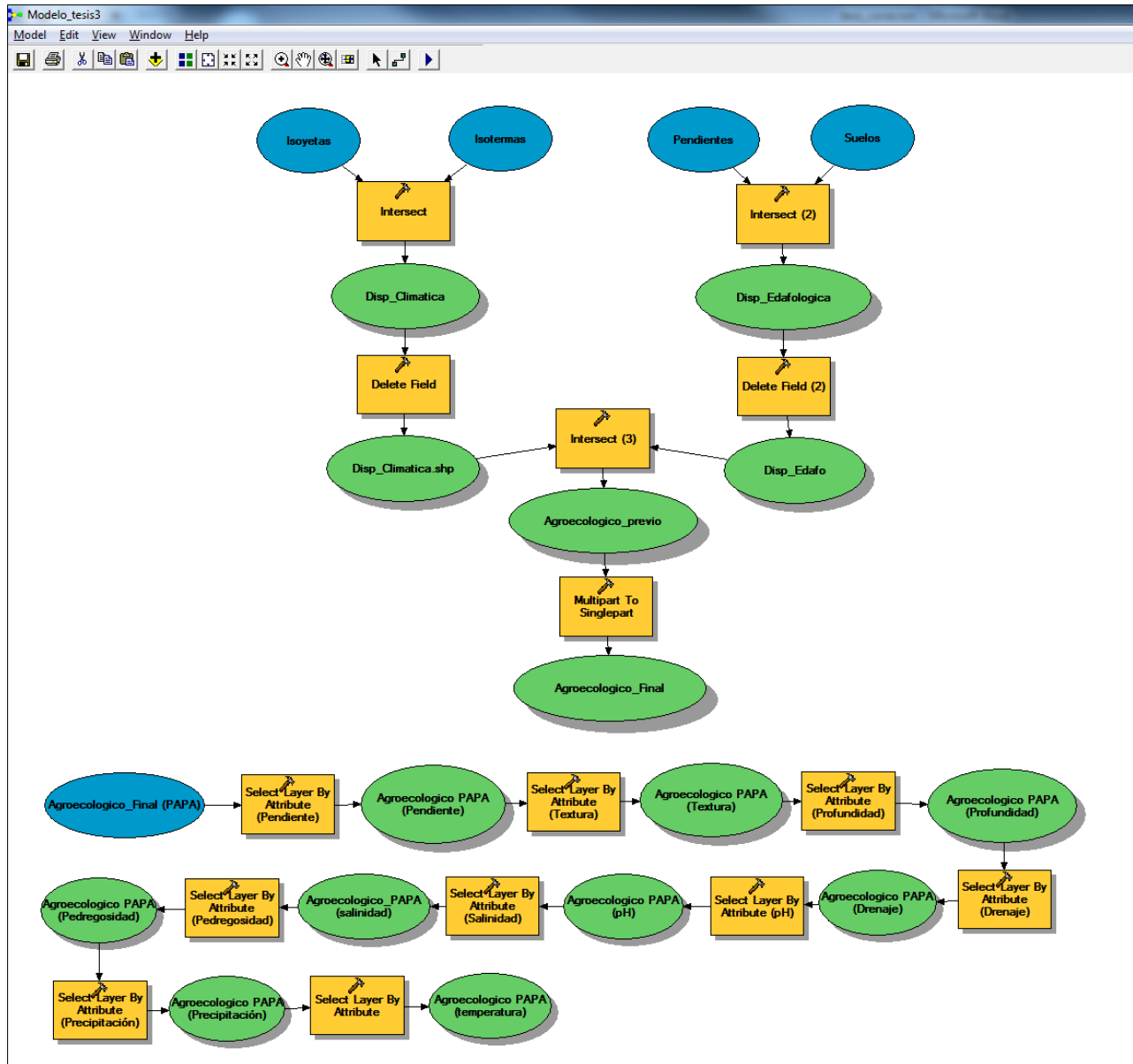


Figura N° 26

### MolderBuilder para la zonificación agroecológica del cultivo de papa

Este gráfico nos muestra el ModelBuider para la zonificación agroecológica del cultivo de la papa; el mismo que puede ser utilizado en cualquier otro tipo de cultivo, solo cambiando los requerimientos agroecológicos intrínsecos para cada tipo de cultivo.



### **3.4 USO Y COBERTURA DEL SUELO**

La cobertura de vegetación y los usos del suelo constituyen la expresión conjunta de las plantas oriundas o introducidas y la utilización antrópica que se hace del medio biofísico de un área. es una de las más importantes manifestaciones espaciales de los paisajes naturales y culturales de un territorio (Lambin & Farina; 2001).

#### **3.4.1 METODOLOGIA PARA LA INTERPRETACIÓN**

Para poder realizar la interpretación del uso y cobertura del suelo de la parroquia de Alóag se consideró una ortofoto del Cantón Mejía a escala 1:25.000 del año 2009; la cual me fue proporcionada por SIGTIERRAS.

La metodología a seguir se resume en 3 simples pasos:

- Interpretación visual de la fotografía aérea
- Homogenización de los tipos de coberturas
- Comprobación de la información generada en campo.

##### **3.4.1.1 INTERPRETACIÓN VISUAL DE LA FOTOGRAFIA AÉREA**

La interpretación visual de las fotografías aéreas y de las imágenes satelitales se basa en nuestra capacidad de relacionar colores y patrones en una imagen con características del mundo real. Las imágenes pueden ser interpretadas mediante su exhibición en un monitor de computadora o en forma impresa.

La interpretación visual o también conocida como la Fotointerpretación es el proceso por el que se extrae la información contenida en la fotografía aérea. En una primera fase se trata de reconocer y ubicar los diferentes elementos que aparecen representados (Chuvieco; 1990).

El intérprete debe tener cierto tipo de experiencia y conocer los diferentes elementos en los fotogramas que pueden utilizarse para la identificación de elementos en una fotografía aérea como es:

- Tamaño de los elementos (teniendo siempre en cuenta la escala del fotograma)
- La forma de los elementos
- Las sombras, que pueden dar pistas sobre la forma del objeto ocultas en una vista aérea
- El tono que indica la reflectividad en la región del visible
- Textura, distribución de colores en una fotografía
- Distribución de los elemento

#### **3.4.1.2 HOMEGENIZACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA**

Cuando se comienza hacer la interpretación visual, se homogenizan áreas que tienen el mismo color, misma textura, misma forma y que constituyen áreas con mismas características; esto nos da unidades de cobertura y uso de suelo comunes



**Figura N° 27**

**Interpretación visual de una fotografía aérea; Fuente: SIGTIERRAS**

Es así que se tiene el mapa de cobertura y uso del suelo para la parroquia de Aloág:

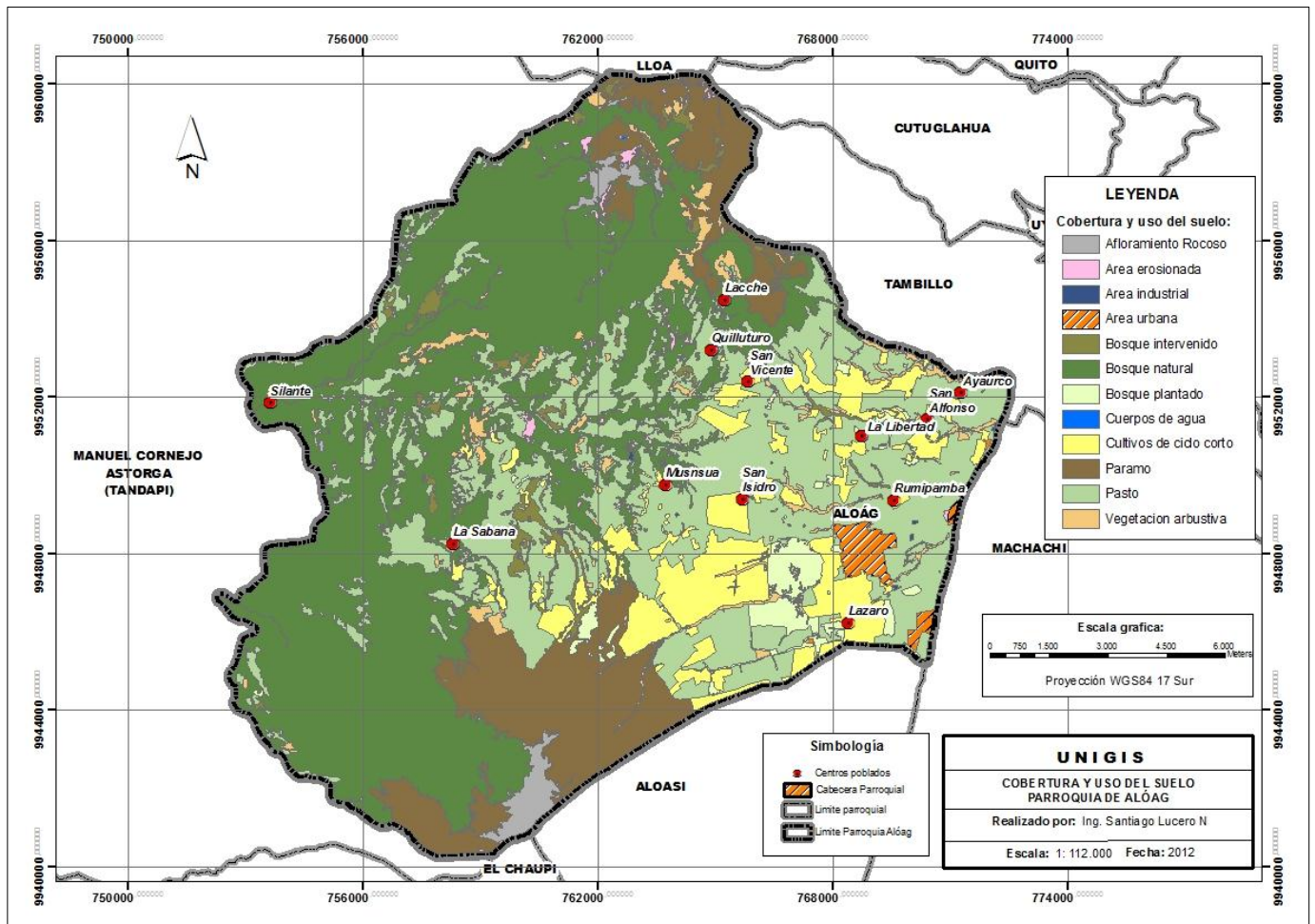


Figura N° 28

Mapa de uso y cobertura del suelo

La interpretación de la fotografía aérea nos da las siguientes unidades de uso y cobertura del suelo, con su respectivo porcentaje de ocupación dentro de la parroquia:

Cuadro N° 13

## Porcentaje de cobertura y uso del suelo

Uso y Cobertura del Suelo	ha	%
Afloramiento Rocoso	334,7	1,4
Área erosionada	113,0	0,5
Área industrial	13,7	0,1
Área urbana	214,3	0,9
Bosque intervenido	416,5	1,8
Bosque natural	9775,6	41,5
Bosque plantado	477,1	2,0
Cuerpos de agua	10,0	0,0
Cultivo de ciclo corto	1995,8	8,5
Paramo	2874,7	12,2
Pasto cultivado	6629,6	28,2
Vegetación arbustiva	691,8	2,9
	23546,8	100

Cabe recalcar que la fotografía área es de 3 años atrás, por lo que el cambio en el uso y cobertura del suelo a la actualidad se va a dar, y más aún en cobertura agrícolas, donde la rotación de cultivos es una práctica común principalmente en la sierra; por lo que en un año puede estar sembrado maíz, el otro papa, el otro es barbecho (tierra de descanso), por tal razón se les agrupo en una unidad que abarque todo estos tipos de cultivo y fue denominada cultivos de ciclo corto.

Es así que tenemos que el mayor porcentaje de ocupación dentro de la parroquia de Aloág le corresponde a áreas naturales con el 58% de la superficie de la parroquia.

Cuadro N° 14

## Porcentaje de cobertura y uso del suelo en áreas naturales

Uso y Cobertura del Suelo en áreas naturales	ha	%
Bosque natural	9775,6	41,5
Bosque intervenido	416,5	1,8
Paramo	2874,7	12,2
Vegetación arbustiva	691,8	2,9
	13758,7	58,4

Donde el mayor porcentaje le corresponde a Bosque natural con el 41% de la superficie de la parroquia; esta cobertura está ubicada principalmente en la vertiente occidental de la cordillera, en zonas donde las pendientes son fuertes a abruptas.

La siguiente cobertura con mayor ocupación dentro de la parroquia es el del pasto cultivado, con el 28,2 % de la superficie de la parroquia; esto es debido a que esta parroquia es netamente ocupada en la ganadería, principalmente para la producción de leche y sus derivados.

Tan solo el 8,5% de la superficie de la parroquia está ocupada por cultivos de ciclo corto (maíz, haba, cebada, papas); estas áreas se presentan mayoritariamente en la parte baja de la parroquia y en algunos casos y para ciertos cultivos como la papa están presentes en la parte alta, limitando con el páramo.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

Luego de realizar la zonificación agroecológica para cada uno de los cultivos se tiene los siguientes resultados:

#### **4.1 ZONAS APTAS PARA EL CULTIVO DE LA PAPA**

Este tipo de tubérculo es de gran importancia tanto como fuente de alimento e ingresos, principalmente para las comunidades de altura ya que este tipo de cultivo se siembra entre los 2600 a 3800 m.s.n.m; y la época de siembra coincide con la época de lluvias.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de la papa dentro de la parroquia de Alóag se encuentran en la parte oriental de la misma, principalmente en las áreas más bajas, desde los poblados de San Isidro, San Alfonso, Rumipamba, Lazaro hasta Alóag.

El área que cubre dentro de la parroquia es de 3.114,01 hectáreas que representa el 13,22 % del territorio.

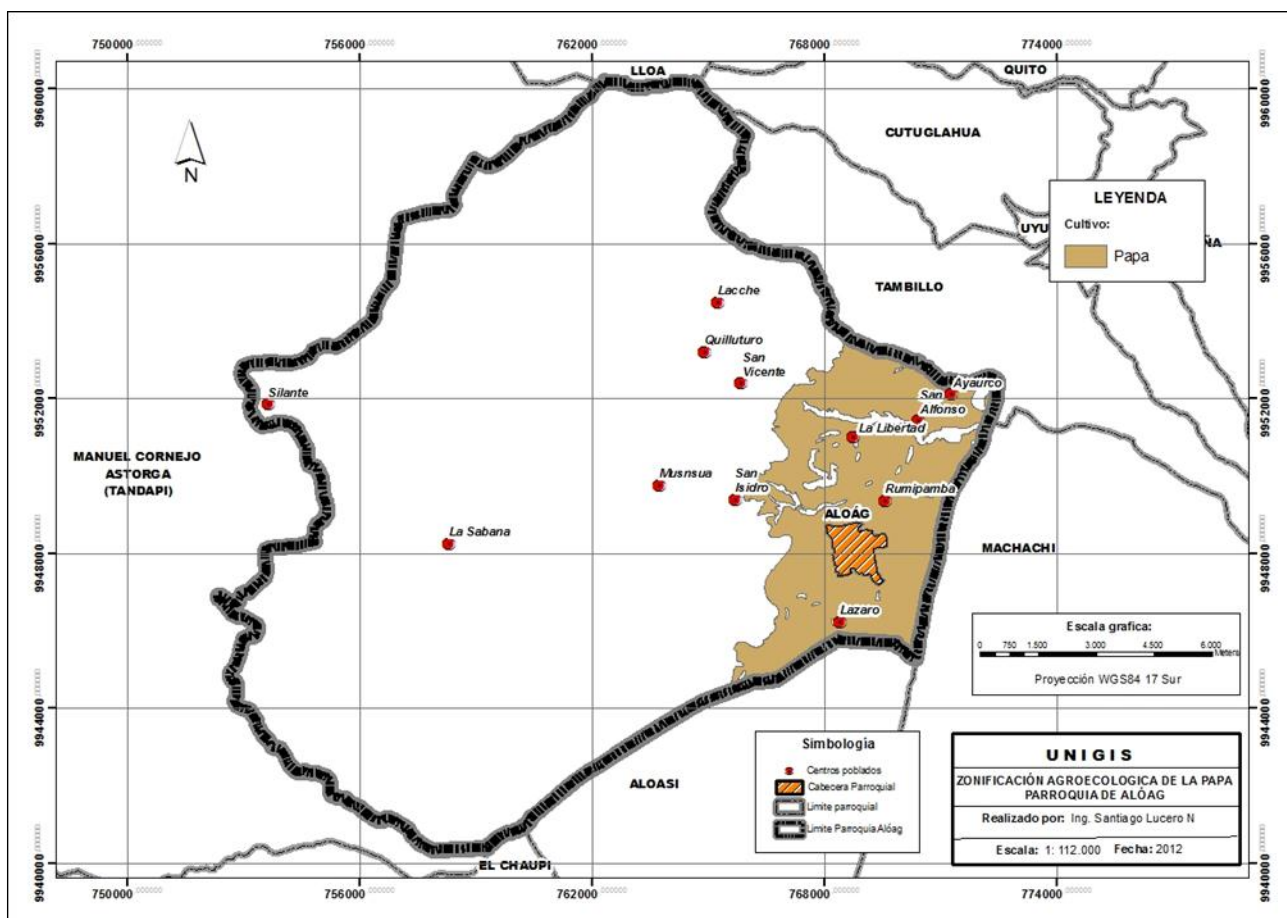


Figura N° 29

### Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de la Papa

Se encuentra en alturas que van hasta los 3200 m.s.n.m, precipitaciones medias de 900 a 1300 mm. Las temperaturas medias se encuentran entre los 10 y 14 °C; las pendientes van de 0 a 25 % y los tipos de suelo son francos-Francos arcillosos con un ph óptimo de 5 – 6,5.

## 4.2 ZONAS APTAS PARA EL CULTIVO DEL BROCOLI

La producción de brócoli ha mostrado un fuerte dinamismo desde la década de los 90, constituyéndose como un producto bandera dentro de los no tradicionales de exportación. La información del III Censo Agropecuario muestra que la superficie cosechada de brócoli en el país fue de 3.359 hectáreas.

Por lo que las zonas óptimas para el cultivo del brócoli dentro de la parroquia tan solo representan el 0,69% del territorio pero que en área es de 163.68 hectáreas, que podría ser considerada a futuro como un producto de exportación.

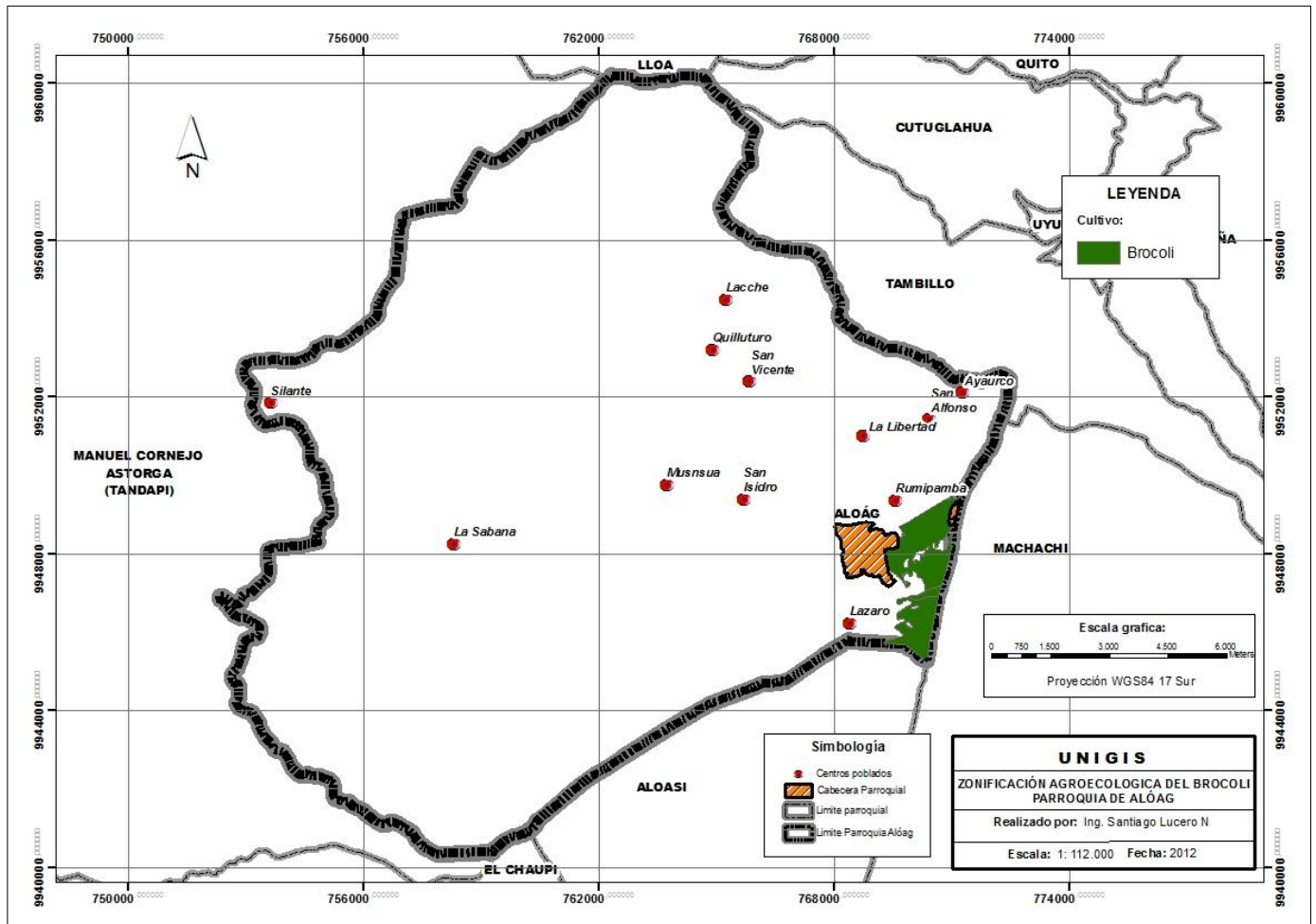


Figura N° 30

### Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Brócoli

Se encuentran en la parte baja de la parroquia, cercana a la avenida panamericana que divide los dos poblados de Machachi y Alóag, las temperaturas va de los 13 a los 18 °C y las precipitaciones medias anuales están entre los 500 y 1000 mm. El tipo de suelo es franco-arenoso, bien drenados, ricos en nitrógeno y materia orgánica, con ph de 6 a 7,5. Las pendientes son de 0 a 12 %.



### 4.3 ZONAS APTAS PARA EL CULTIVO DE LA CEBADA

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de la cebada dentro de la parroquia, se encuentran en áreas donde la precipitación va de los 500 - 1000 mm y las temperaturas de los 8 a 18 °C; con suelos franco-arenosos, ph de 5,5 a 7,5 y pendientes de 0 a 25%.

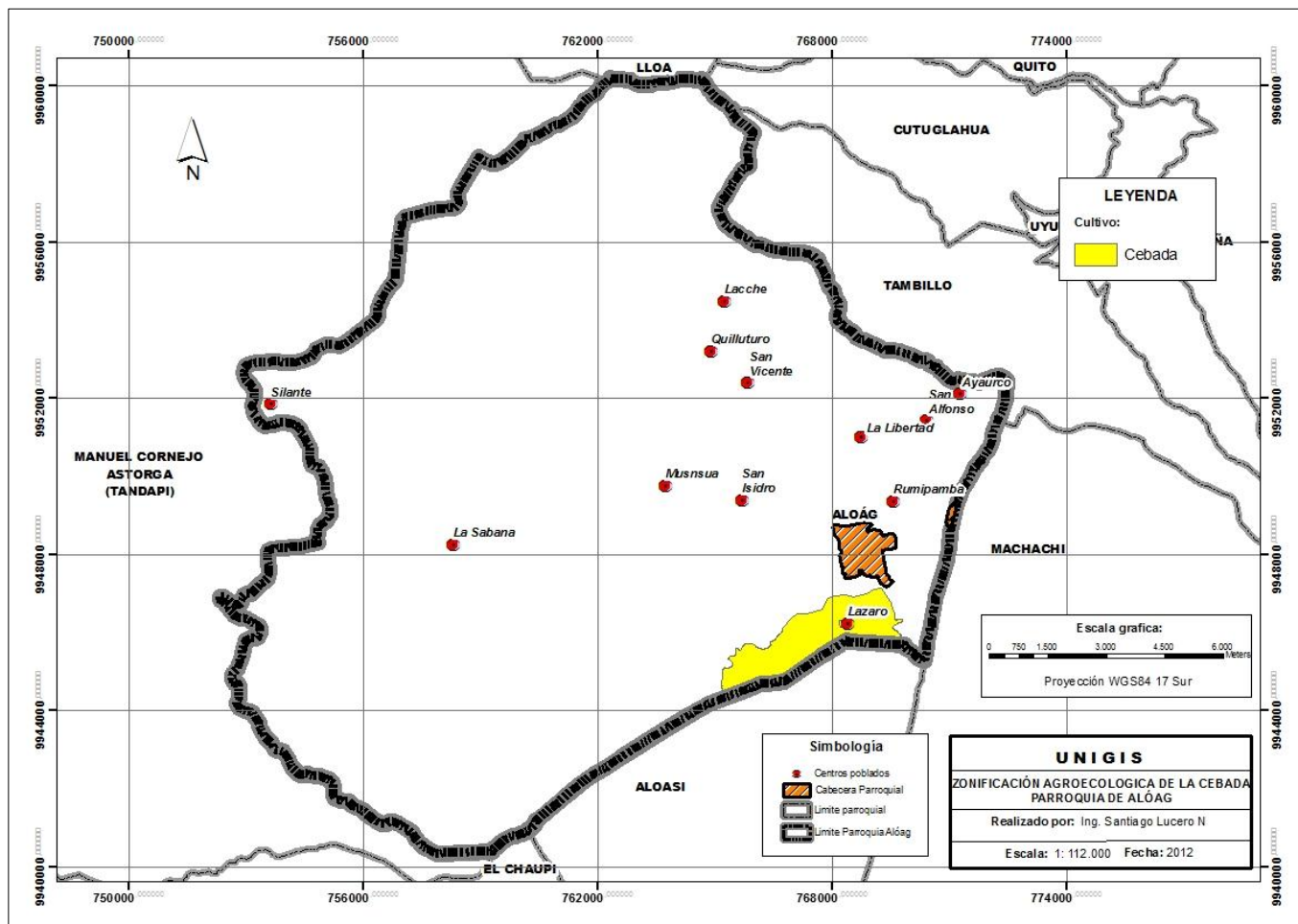


Figura N° 31

#### Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Cebada

Esta zona se ubica en los alrededores del poblado de Lázaro; representa tan solo el 2,25% del territorio de la parroquia que equivale a 531,05 hectáreas

#### 4.4 ZONAS APTAS PARA EL CULTIVO DE LA CEBOLLA

Está entre las hortalizas más importantes y más ampliamente cultivadas en el mundo. En Ecuador se cultivan la cebolla blanca y colorada, siendo un producto típicamente cultivado en la región interandina del Ecuador, donde siembran anualmente alrededor de 4.000 hectáreas, con una producción anual de 30.000 Toneladas, para satisfacer principalmente la demanda del consumo interno (SICA; 2010).

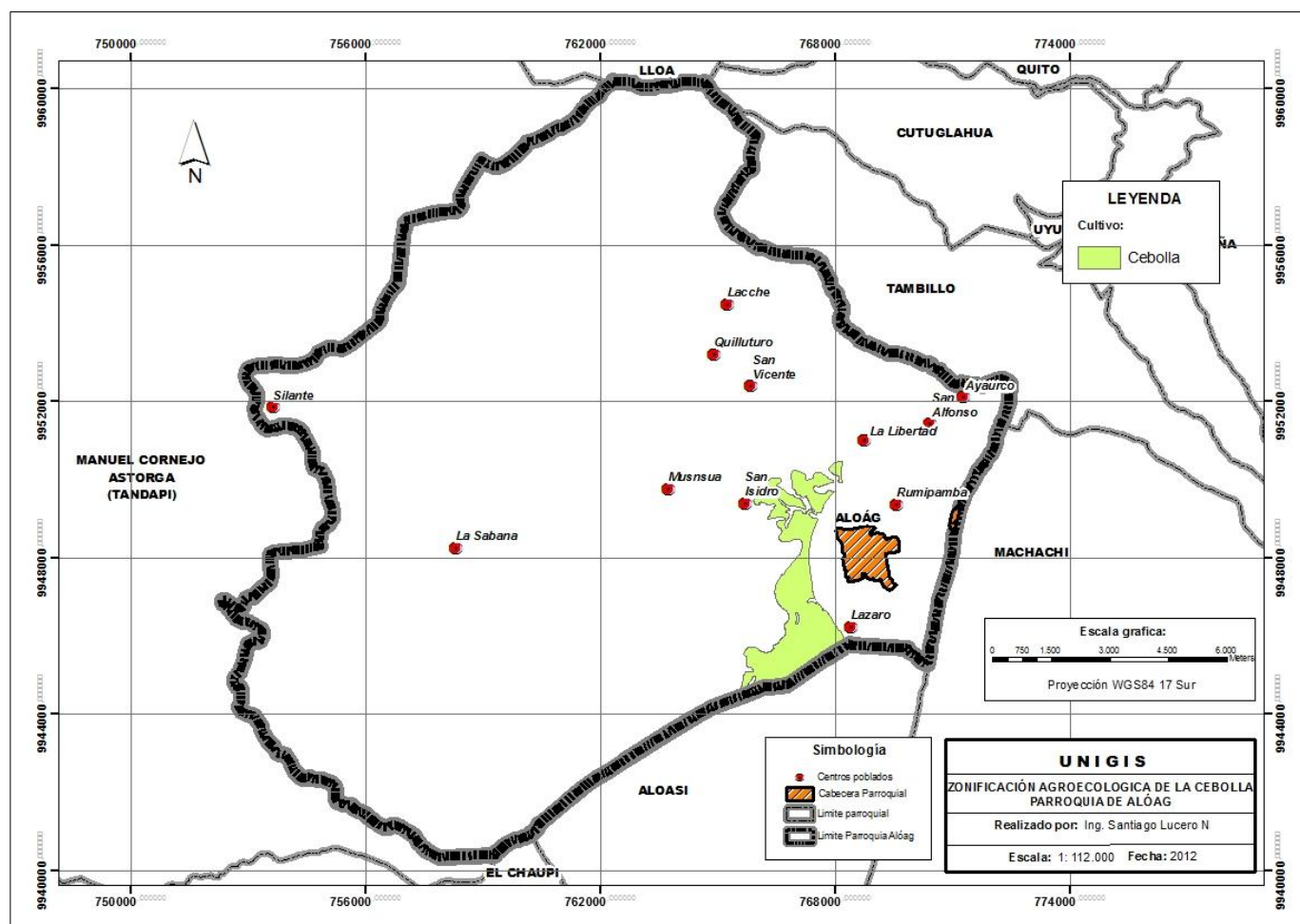


Figura N° 32

#### Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Cebolla

El cultivo de la cebolla blanca, agroecológicamente es óptimo en áreas dentro de la parroquia donde la temperatura va de los 6 a 12 °C, con precipitaciones medias anuales de

8000 a 1200 mm. El tipo de suelo es franco, rico con materia orgánica y una profundidad mínima de 0,12 cm; el ph va de los 5,5 a 6,5. El porcentaje de pendiente se encuentra entre 0 y 25%.

Las zonas más aptas para este cultivo se ubican principalmente en las partes medias de la parroquia, sobre los 3000 m.s.n.m. Estas zonas se sitúan entre los sectores de Alóg y San Isidro. La superficie que se encuentra dentro de la parroquia es de 610,26 hectáreas, que representa el 2,59 % de su superficie.

#### **4.5 ZONAS APTAS PARA EL CULTIVO DE MAIZ**

Es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas (SICA; 2010), la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario.

Las zonas más aptas para este cultivo dentro de la parroquia se ubican en todo el callejón interandino, principalmente a los alrededores de los poblados de Alóg, Rumipamba, Lázaro, San Antonio, La Libertad y Ayaurco. El porcentaje de ocupación dentro de la parroquia es del 13,98 % que correspondería a 3292,41 hectáreas.

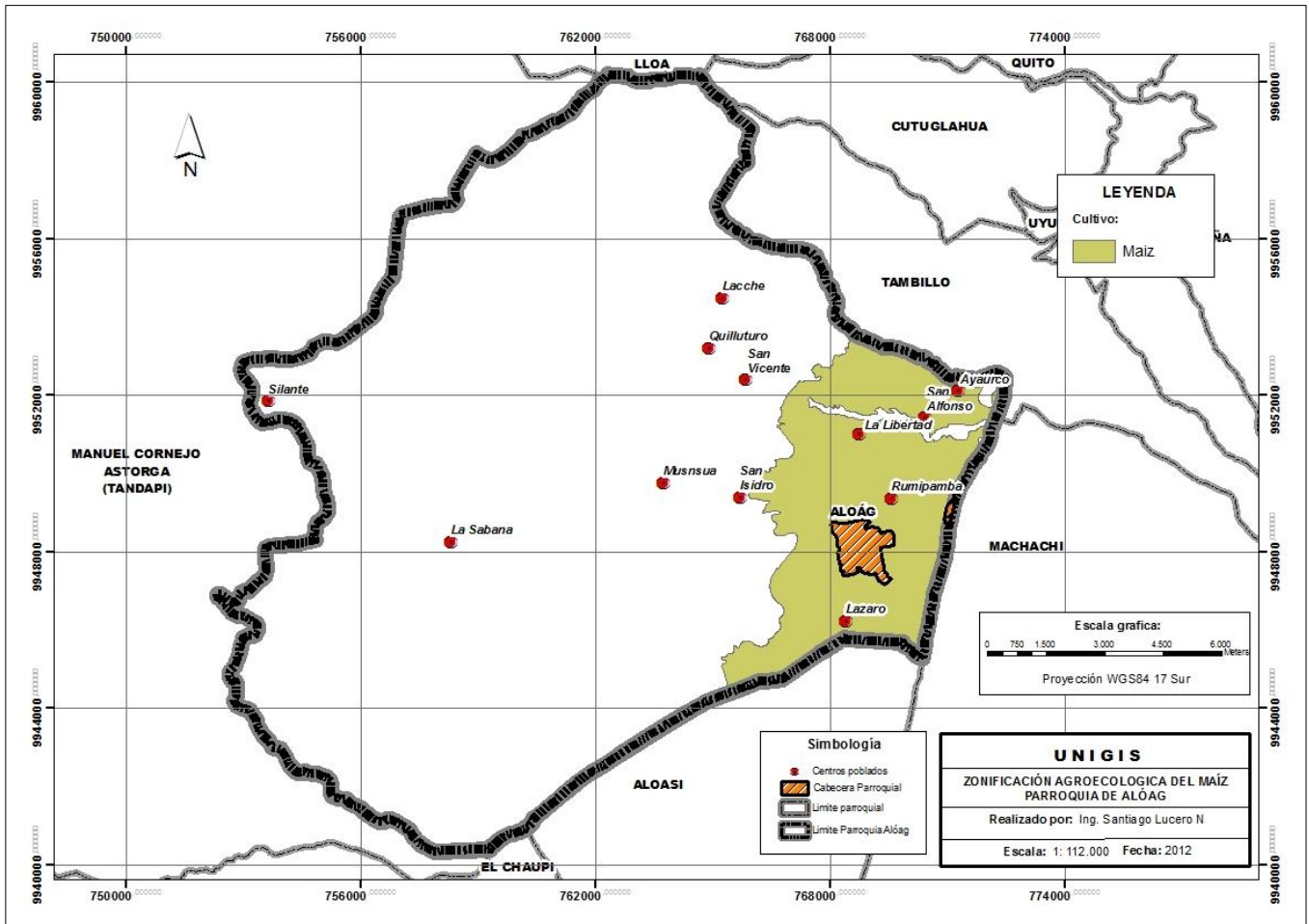


Figura N° 33

Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Maíz

El cultivo del maíz de acuerdo a los requerimientos agroecológicos de este cultivo, se encuentran en las partes bajo los 3000 m.s.n.m, las temperaturas van de 10 a 20 °C y las precipitaciones medias anuales fluctúan entre los 600 y 1400 mm. El porcentaje ideal de pendiente para este cultivo va del 0 al 50% y el tipo de suelo franco-arenoso-arcilloso con un pH mínimo de 5,5 y un máximo de 7,5.

#### 4.6 ZONAS APTAS PARA EL CULTIVO DE PASTO

El cultivo de pasto está más ligado a la actividad ganadera y lechera; sin embargo es una de las principales actividades económicas de la parroquia por lo que conocer las áreas óptimas para su cultivo es importante.

La variedad de pasto que se da en la altura es el pasto azul, el cual está ubicado dentro de la parroquia en regiones donde su temperatura media anual sea de 6 a 18 ° centígrados, su precipitación fluctuó entre los 700 y 1500 milímetros , con un pH ligeramente ácido a neutro que va de 5,5 a 7,5. La profundidad puede ser mayor a los 20 cm y bien drenados.

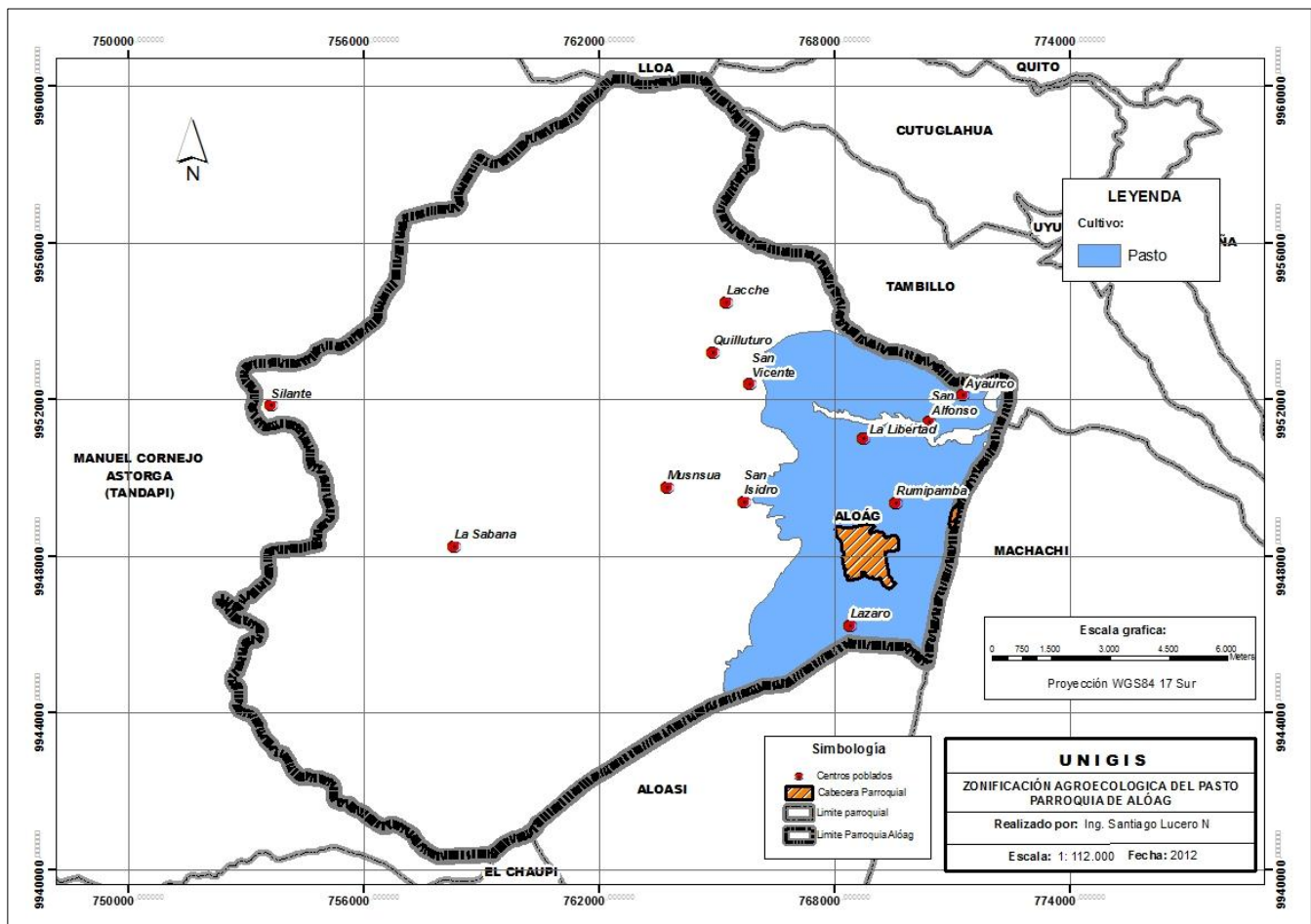


Figura N° 34

Mapa de la Zonificación Agroecológica del cultivo de Pasto

Las áreas más óptimas para este cultivo dentro de la parroquia de Alóag son de 3727,11 hectáreas, que corresponde al 15,82% de la superficie total.

#### **4.7 CONFLICTOS DE USO DE SUELO**

La cobertura de conflictos del uso del suelo permite analizar las relaciones mutuas o la magnitud entre la oferta potencial del suelo y el uso actual del mismo, para determinar niveles o categorías del conflicto basta comparar en un mapa el uso actual versus el uso potencial (aptitud) del suelo.

En este caso se va a comparar el mapa de uso de suelo actual, con el mapa de la zonificación agroecológica para cada cultivo; esto es para saber si se encuentra bien utilizado o no el territorio en cuanto a los cultivos seleccionados y como se podría mejorar la situación actual.

Para poder realizar el análisis de conflicto de uso se procede a sobreponer la cobertura de zonas aptas para cada tipo de cultivo con el uso del suelo.

Para establecer niveles o grados de conflicto basta comparar el mapa de oferta productiva del suelo o uso potencial con el de uso actual. De dicha comparación pueden resultar tres situaciones:

- a) Correspondencia o equivalencia.
- b) Sub - utilización del suelo.
- c) Sobre- utilización.

- La correspondencia indica que el suelo está utilizado adecuadamente, situación ésta que se define como Equilibrio y significa que si en el uso actual está sembrado un cultivo de ciclo corto y es una zona apta para un cultivo de ciclo corto esta en equilibrio; o por ejemplo si es una zona apta para pasto y se encuentra cultivado pasto actualmente, es una área bien utilizada.

- Las áreas subutilizadas, son zonas donde son aptas para un cierto tipo de cultivo y el uso actualmente está destinado para bosque plantado, vegetación arbustiva, etc; donde el suelo no está aprovechado de mejor manera.

- Las áreas sobre utilizadas, son zonas donde las exigencias del uso actual existentes son mayores que el de la oferta productiva del suelo; si por ejemplo podemos tener zonas que son aptas para maíz pero esta cultivado pasto, esta zona presenta una sobreutilización.

#### **4.7.1 RESULTADOS**

##### Pasto cultivado

En las zonas donde son aptas para el pasto cultivado, el 64.15 % de la superficie esta ocupada por pasto, esto quiere decir que está en buena correspondencia y bien utilizado.

El otro porcentaje restante esta sobreutilizado; siendo ocupado por cultivos de ciclo corto con el 20,38% y bosque plantado con el 10,11%.



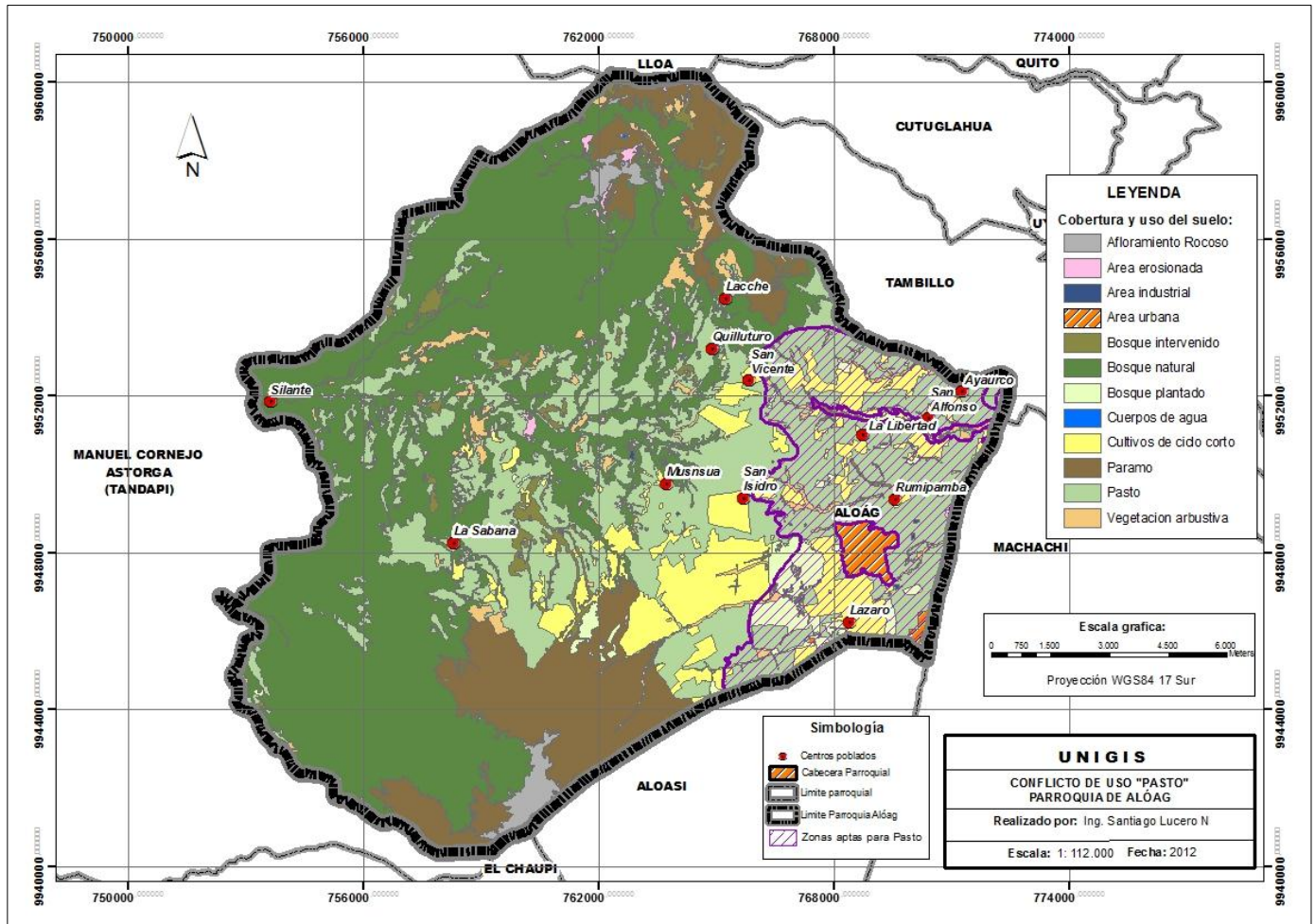


Figura N° 35

### Mapa de Conflicto de Uso del Pasto

Sin embargo hay áreas que se encuentran ocupadas de pasto, y que no son zonas aptas para este tipo de cultivo, que corresponde a 4.235 ha, que representa el 17,98% del territorio de la parroquia. Frecuentemente estas áreas son zonas que han ido ganando territorio a las áreas naturales con el avance de la frontera agrícola hacia los páramos o con la tala de bosque natural.

El pasto que esta cultivado es estas zonas es más pequeño, con menos proteínas, en zonas de mayor pendiente que hacen el ganado deba comer más y gaste más energía, que un ganado que se encuentra en una zona apta para pasto.



## Brócoli

En las zona donde son aptas para el cultivo de brócoli, el 100% de la superficie esta sobreutilizada; esto debido a actualmente está ocupado con pasto.

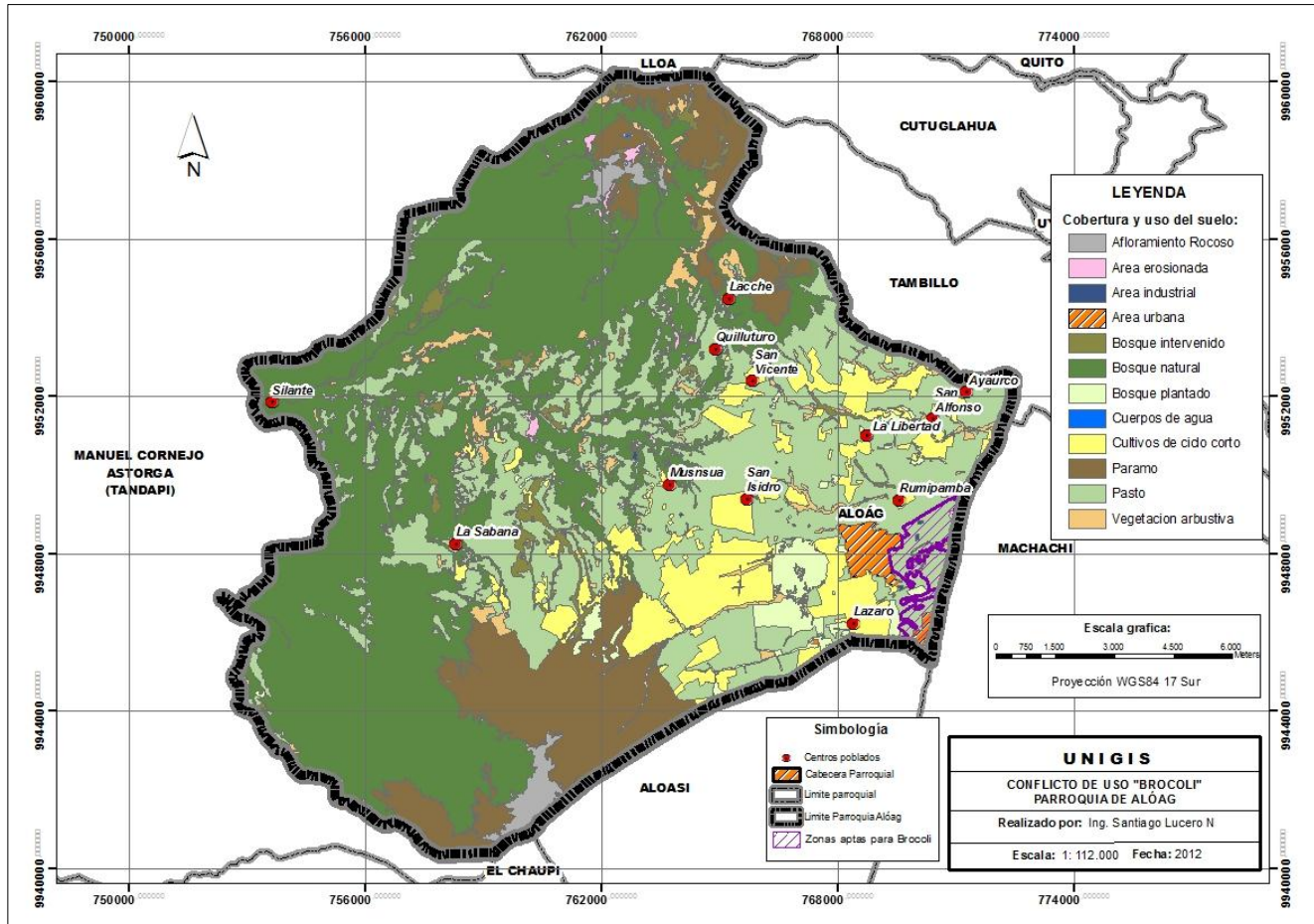


Figura N° 36

### Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Brócoli

## Cebada

En las zona donde son aptas para el cultivo de cebada, el 39.29% de la superficie está ocupada con un cultivo de ciclo corto; esto quiere decir que en ese sector de la parroquia está bien utilizado y ocupado el suelo.

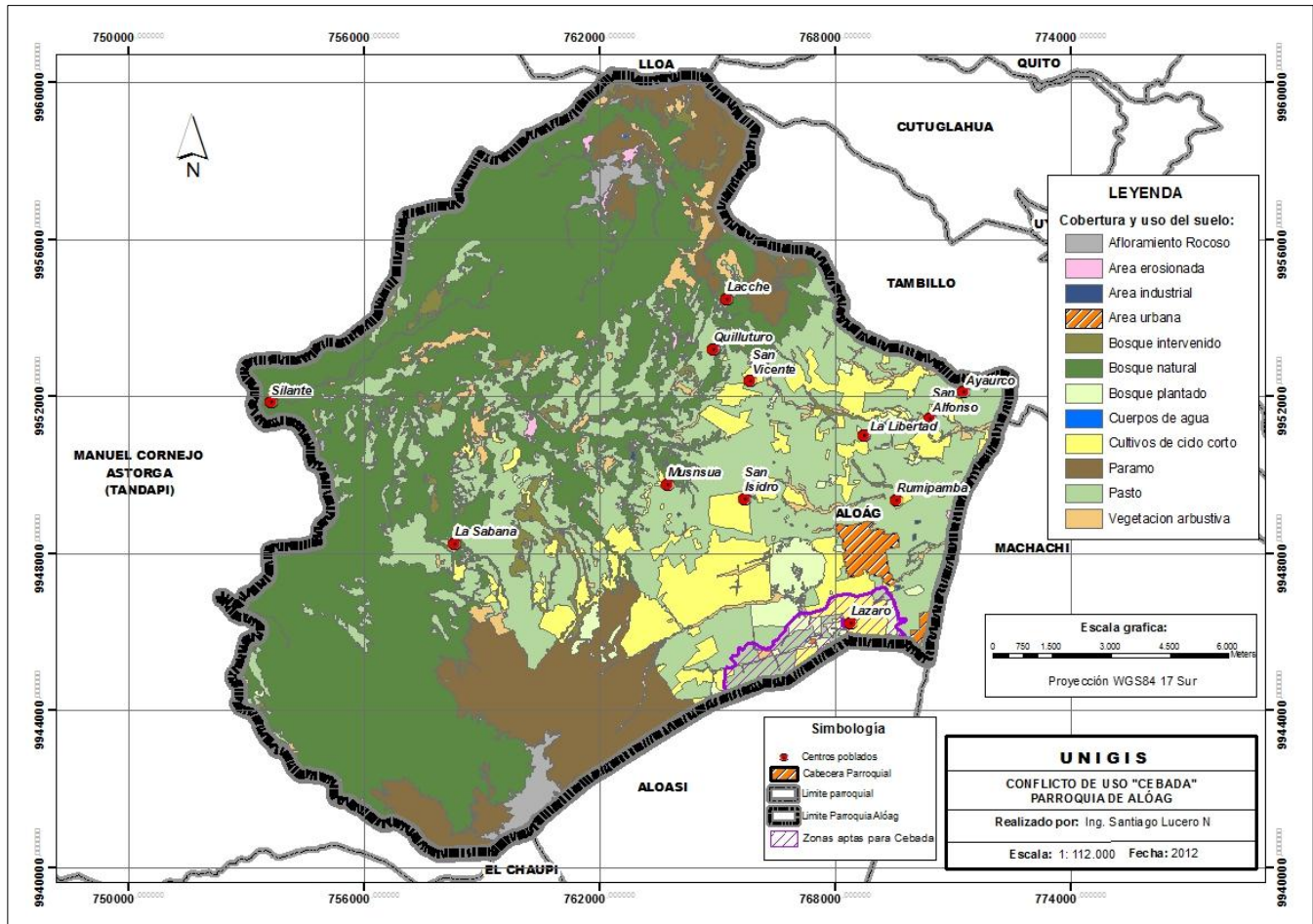


Figura N° 37

### Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Cebada

El 41% de las zonas que son aptas para el cultivo de la cebada están sobre utilizadas, con la presencia de pasto cultivado y bosque plantado; y el 19,75% restante esta subutilizado con la presencia de vegetación arbustiva.

### Maíz

En las zonas donde son aptas para el cultivo de maíz que son 3.922,41 ha, el 21.38% de esta superficie está ocupada con un cultivo de ciclo corto; esto quiere decir que en ese sector de la parroquia está bien utilizado y ocupado el suelo.

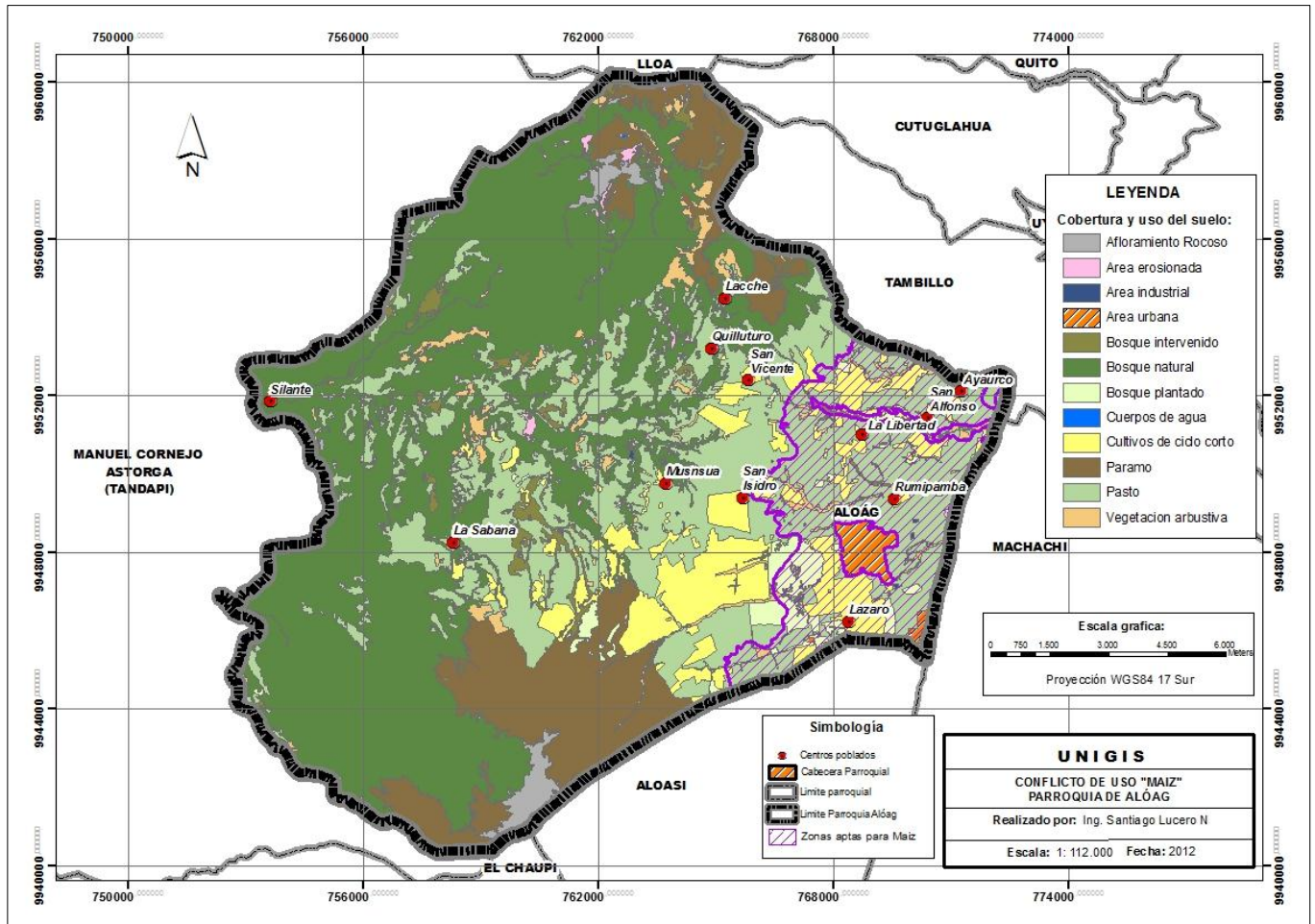


Figura N° 38

### Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Maíz

Se podría que decir que el 63,94% de la superficie de zona apta para el maíz dentro de la parroquia esta sobreutilizado con la presencia de grandes extensiones de pasto; pero este dato no corresponde a una verdad absoluta ya que algunas área que son aptas para maíz también son aptas para el cultivo de pasto.

### Cebolla

El área que es apta para el cultivo de cebolla es de 610,26 ha; de la cuales 98,67 ha son áreas donde se encuentran cultivos de ciclo corto, esto representa el 16,17% de esta superficie que está bien utilizada.



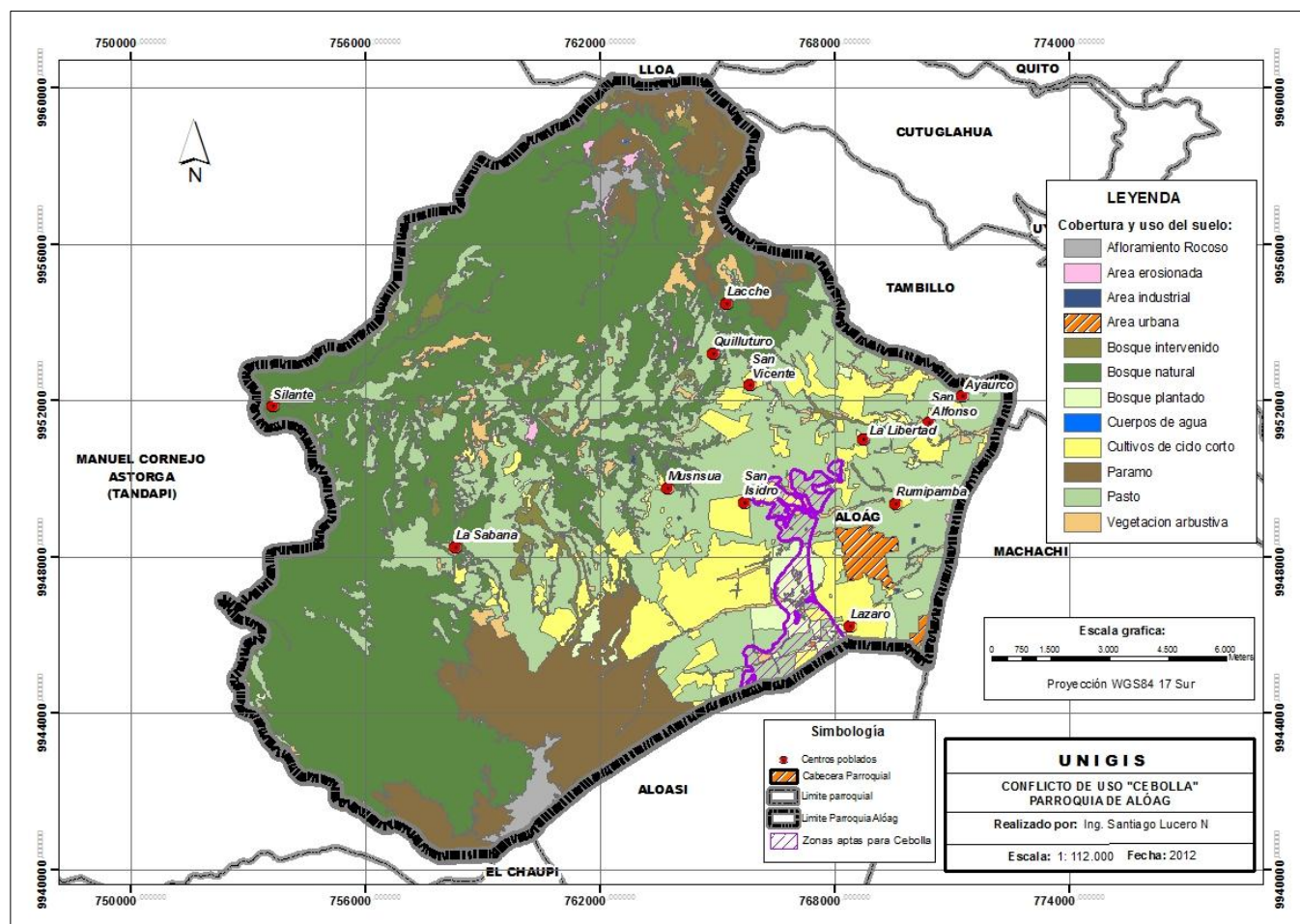


Figura N° 39

### Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Cebolla

Dentro de las zonas aptas para el cultivo de cebolla, el 53,21% de esta superficie está ocupada por pasto y el 26,52% está ocupado por bosque plantado; lo que nos da en definitiva un 79% de esta zona que no está siendo bien aprovechada.

### Papa

La superficie apta para el cultivo de la papa dentro de la parroquia de Alóag es de 3114,01 ha; de las cuales 671,63 ha están ocupadas como cultivos de ciclo corto, esto representa el 21,56 % de esta superficie que está bien utilizada.

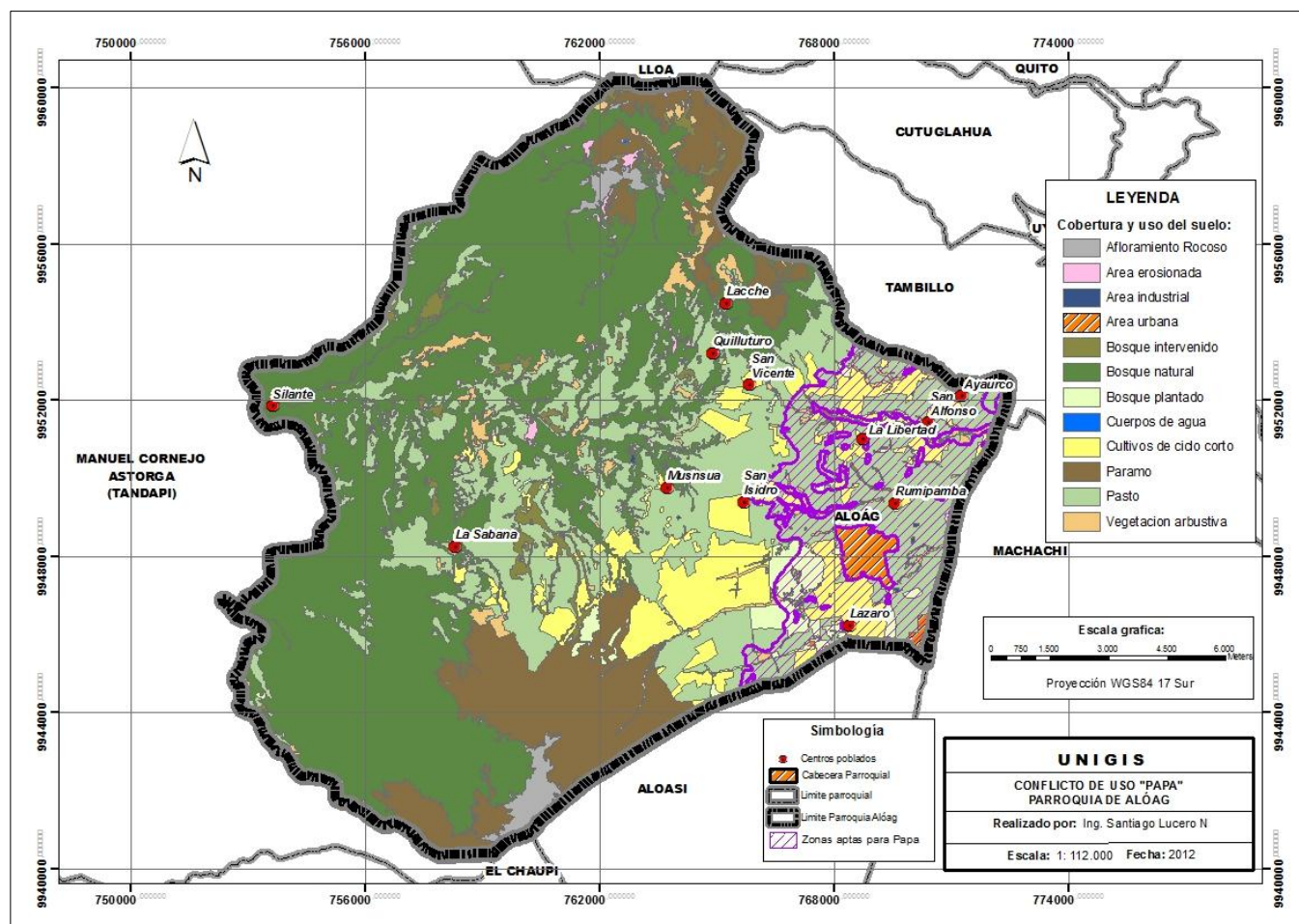


Figura N° 40

Mapa de Conflicto de Uso del cultivo de Cebolla

Actualmente el mayor porcentaje de ocupación dentro de las zonas que son aptas para el cultivo de la papa es el pasto cultivado con el 64,39%. Esto es debido a que la mayoría de fincas de la parroquia se dedican a la producción lechera.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

La Parroquia de Alóag está emplazada en el interior de la cordillera de los Andes, en la hoya interandina, tiene una superficie de 235,46 km<sup>2</sup>; de su población que es de 9.237 habitantes, el mayor porcentaje está ocupada en la actividad agropecuaria. El clima de la parroquia es muy variante que puede ir desde las zonas bajas donde las precipitaciones van de entre los 500 y 1500 mm y temperatura de 12 a 18 °C ; a zonas altas como los páramos o las cumbres de los volcanes Corazón o Atacazo donde las temperaturas promedio pueden estar entre los 2 a 4 °C. Esta diversidad de pisos climáticos y variaciones de precipitación hace que la parroquia tenga un potencial agropecuario inmenso ya que permite la diversificación de cultivos.

Dentro de la parroquia se diferencian tres zonas con características semejantes de cobertura vegetal y relieve; la primera es la zona baja de la parroquia donde las pendientes son suaves del 0-25%, donde está ocupada principalmente por pasto y cultivos de ciclo corto; la segunda es la zona alta, donde las pendientes son fuertes del 25-50% y la temperaturas son más bajas, está ocupada principalmente por el ecosistema páramo; y la última zona es la de la vertiente occidental o zona media, donde el relieve es muy disectado, las pendientes son fuertes a abruptas y está ocupado en su mayoría con bosque natural.

El 58,4 % de la superficie de parroquia está ocupada con cobertura natural, donde el mayor porcentaje le corresponde al Bosque natural con el 41,5% de la superficie de la parroquia, este se encuentra principalmente al lado occidental en las vertientes de la cordillera; sin embargo este se ha ido reduciendo en los últimos años con el aumento de la frontera agrícola, principalmente para nuevas áreas para el ganado. La parroquia de Alóag es netamente ganadera especialmente láctea y de sus derivados donde de este sector proviene más del 20% de leche hacia el cantón Quito (SICA; 2010); esto se evidencia con que el

28,2% de la superficie de la parroquia está ocupada con pasto cultivado; esta zonas le han ido ganando a la vegetación natural como bosques y páramo, aumentando las hectáreas de pasto y por ende la frontera agrícola. Los cultivos de ciclo corto (anuales) como la papa, maíz, cebada entre los principales, solo están ocupando el 8,5% de la superficie de la parroquia.

Para la zonificación agroecológica de la papa, brócoli, cebada, cebolla, maíz y pasto o cualquier otro cultivo, es imprescindible tener los datos de precipitación, temperatura, pendiente y tipo de suelo; que son factores necesarios dentro de los requerimientos agroecológicos de cada cultivo.

De la zonificación agroecológica hecha para la parroquia de Aloág, la mayor superficie de zona apta para un cierto de cultivo, fue para el pasto con el 15,82 % de la superficie de la parroquia, seguido por el maíz con el 13,98% y la papa con el 13,22%; la zonas aptas con menor superficie de ocupación dentro fueron para el brócoli con el 0,69%, la cebada con el 2,25% y la cebolla con el 2,59%. Las zonas aptas para la siembra de cualquier tipo de cultivo, no es más que las zonas donde este cultivo va a ser más productivo, donde tanto el clima como el relieve y suelos son los óptimos para ese cultivo; esto no quiere decir que ese cultivo no se dé o se siembre en otras partes de la parroquia, lo que si es que en estas áreas donde no es óptimo sembrar cierto cultivo la productividad va ser menor o casi nula.

De las zonas donde son aptas para el cultivo de pasto, actualmente se encuentra bien utilizado o acorde a la zonificación agroecológica 2.393,70 hectáreas, que representa el 10,16% de toda la superficie de la parroquia. Sin embargo hay áreas que se encuentran ocupadas de pasto, y que no son zonas aptas para este tipo de cultivo, que corresponde a 4.235 ha, que representa el 17,98% del territorio de la parroquia. De las zonas aptas para los cultivos de ciclo corto, el brócoli es el cultivo en el que el 100% del área que es apta está sobreutilizada con cultivos de pasto; le sigue en porcentaje de sobreutilización el cultivo de papa con el 78,44 % y el cultivo maíz con el 63,94%. Sin embargo toca aclarar que este

dato no corresponde a una verdad absoluta ya que algunas áreas que son aptas para cierto tipo de cultivo también son aptas para el cultivo de pasto, por lo que el territorio uso del suelo puede estar bien utilizado.

Una de las causas principales actuales de pérdida de los bosques nativos dentro de la parroquia es sin duda el avance de la frontera agropecuaria. Cientos de hectáreas son desmontadas para el cultivo de diferentes especies agrícolas, en particular de pasto para la ganadería; lo que provoca pérdida de diversidad biológica, pérdida de paisaje forestal, aumento de procesos erosivos, pérdida de fertilidad, etc.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Lo ideal sería que a futuro se tenga una estación meteorológica que se encuentre dentro de la parroquia, esto para tener datos de precipitación, temperatura, humedad y más datos climáticos que se ajusten más a la realidad de la zona. Mantener actualizada la información meteorológica; y edafológica para las zonas que no se dispone de buena información, de forma que se solidifique la base de datos y sea útil para posteriores investigaciones.

Debe prohibirse cualquier tipo de cultivo sea de pasto o de ciclo corto, en pendientes superiores al 50%, esto con el fin de evitar la erosión del suelo; además se recomienda la siembra de pasto, papa y maíz en la zona baja de la parroquia, esto principalmente porque son los cultivos que mayor área apta cubre dentro de la parroquia, donde el cultivo puede desarrollarse sin limitaciones.

Deben introducirse sistemas de explotación agrícola avanzada (mecanización, sistemas de riego, sistemas de drenaje y especies mejoradas), en las áreas llanas y principalmente aptas, con el fin de alcanzar rendimientos óptimos en las cosechas; además con el fin de asegurar



mayores rendimientos para los cultivos, es necesario la adición de materia orgánica, y la aplicación de buenas prácticas agrícolas.

Para conocer los requerimientos de los cultivos en diferentes zonas es importante establecer ensayos de campo o puntos de control que faciliten la obtención de datos con mayor precisión.

Disminuir la presión sobre los recursos forestales de la parroquia, principalmente los que se encuentra en la vertiente occidental de la cordillera donde aún se encuentra remanentes de vegetación natural; ya sea capacitando a la agricultores en que estas áreas no son aptas para la ganadería y no son tierras muy productivas o con el incentivo económico con el cuidado de los bosques naturales. Dado que hay un aumento de la frontera agrícola en la parroquia y habido un estado de degradación de la vegetación natural, se debe destinar recursos financieros, primero para frenar la erosión de los suelos que afecta a 113 ha especialmente ubicadas en la zonas montañosas, y después para revertir este proceso de degradación como única vía de restablecer las condiciones naturales originales

El Municipio de Mejía a la par con la junta parroquial de Alóag, deberían tomar en cuenta una zonificación agroecológica de los principales cultivos agrícolas de la región, para poder así encaminar políticas de incentivo económico, o ayuda técnica a los agricultores para que siembren los productos que son aptos dentro de la parroquia y que van a tener buena producción; también el municipio debería realizar un plan de Ordenamiento territorial de la parroquia, donde se establezca tres sectores principales: Un sector de protección, que se encuentra principalmente en las zonas donde hay bosque natural y páramo; otra zona de amortiguamiento, donde se pueda realizar agrologicas o forestales con un desarrollo sustentable; y por ultimo un área de actividad productiva donde se intensifique la actividad agropecuaria e industrial.

## BIBLIOGRAFIA

- Asamblea Nacional del Ecuador (2008). “*Constitución Nacional de la República del Ecuador*”. Publicado por el Registro Oficial.
- Bakker, Xander (2005). “*Análisis y Modelamiento Espacial*”. Colombia. Publicado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Banco Central del Ecuador (2012). “*Boletín Monetario Semanal*”. Disponible en <http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000366>, visitado el 29 de mayo del 2012.
- Barreira, E.A (1974). “*Fundamentos de edafología para la Agricultura*”. Argentina.
- Baver, L.D; Gardner, W.R (1973). “*Física de Suelo*”. México. Publicado por UTEHA.
- Bosque Sendra, J (1992). “*Sistemas de Información Geográfica*”. España. Publicado por Rialp
- Bosque Sendra, J (2005). “*Espacio geográfico y Ciencias Sociales. Nuevas propuestas para el estudio del territorio*”. España. Publicado por la Asociación Española de Ciencia regional.
- Bustos, Milton (1996). “*Tecnología Apropriada, Manual Agropecuario*”. Ecuador.
- Buzai, Gustavo (1999). “*Geografía Global*”. Argentina.
- Cáceres Pineda, Manuel (1970). “*Regionalización agrícola de honduras*”. Tesis de grado de magister. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba-Costa Rica.
- Canavos, G (1992). “*Probabilidad y Estadística*”. España.
- Carfago, P (2003). “*Cultivos de Cobertura en Agricultura de secano*”. Argentina.

Chiriboga, Manuel; Wallis Brian (2010). “*Diagnóstico de la pobreza rural en el Ecuador y Respuestas de políticas públicas*”. Ecuador

Chuvieco (1990). “*Fundamentos de Teledetección Espacial*”. España.

ESRI (2012). “*Geoprocesamiento*”. USA. Disponible en <http://resources.arcgis.com/es/content/geoprocessing/10.0/about>, visitado el 3 de Octubre del 2012.

FAO (1997). “*Zonificación Agro-ecológica*”. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W2962S/W2962S00.htm>, visitado el 14 de Junio del 2012.

FAO (2006). “*Guía para la descripción de Perfiles de Suelo*”. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0541s/a0541s00.pdf>, visitado el 21 de junio del 2012.

FAO (2012). “*El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2012*”. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/y6000s/y6000s00.htm#TopOfPage>, visitado el 27 de mayo del 2012.

Fernández García, F (1995). “*Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación*”. España.

García, J; García, R (1982). “*Edafología y Fertilización Agrícola*”. España.

Gobierno autónomo Descentralizado de la Parroquia de Alóag (2012). “*Alóag*”. Disponible en <http://www.aloag.gob.ec/>, visitado el 10 de junio del 2012.

Gómez, Nelson (1999). “*Transformación del Espacio Nacional. Pasado y presente del Ecuador*”. Ecuador.

Ibañez, Juan (2007). “*pH del suelo*”. Disponible en <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/02/62776>, visitado el 25 de Septiembre del 2012.

Ibañez, Sara; Gisbert, Juan (2008). *“La Pendiente del Terreno”*. España. Publicado por la Universidad Politécnica de Valencia

Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (1998). *“Fisiografía”*. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/ZIN/Pacaya/fisiografia.htm>, visitado el 2 de agosto del 2012.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010). *“VII censo de la Población y VI de la Vivienda”*. Ecuador.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias INIAP (2010). *“Guía de cultivos”*. Quito-Ecuador.

Larrea, Carlos; Espinosa, Malva; Sylva, Paola (1997). *“El Banano en el Ecuador”*. Ecuador. Publicado por la Flacso

Lasso Lorena; Cruz Gina; Haro Renato (2010). *“Zonificación Agroecológica de tres cultivos estratégicos (Maíz, arroz, caña de azúcar) en 14 cantones de la Cuenca Baja del Río guayas”*. Ecuador. Disponible en <http://www.cepeige.org/Revista3/ZONIFICACION%20AGROECOLOGICA.pdf>, visitado el 13 de junio del 2012 y publicado por CLIRSEN.

López, Antonio. *“Manual de Edafología”*. España. Publicado por el departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla.

Madrid, A; Ortiz, L (2010). *“Análisis Espacial”*. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/3/02CAPI01.pdf>, visitado el 5 de agosto del 2012.

MAG-PRONAREG-ORSTOM (1983). *“Clasificación de pendientes”*. Ecuador

Mora, J (2003). *“Aplicación de Técnicas SIG en la planificación”*. España.

Nadal, Alejandro (2011). *“Lineamiento de una estrategia alternativa de desarrollo para el sector Agrícola”*. España

Navarro, Edison (2009). *“Análisis de la productividad del sector agrícola en el departamento de Risaralda entre los años 1993 y 2007”*. Tesis para obtener el título de economista. Universidad Católica Popular del Risaralda. Colombia.

- Naranjo, Pablo (1981). *“El Clima del Ecuador”*. Ecuador. Publicado por la Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- OEA (1974). *“El Salvador-Zonificación agrícola”*. Estados Unidos. Publicado por la Secretaría General.
- Pourrut, Pierre (1983). *“Los Climas del Ecuador-Fundamentos Explicativos”*. Ecuador. Publicado por El Programa Nacional de Regionalización Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador y la ORSTOM.
- Pourrut, Pierre (1995). *“El Agua en el Ecuador – Clima, precipitaciones, escorrentía”*. Ecuador. Publicado por el Colegio de Geógrafos del Ecuador y la ORSTOM.
- Puebla, J; Gould Michael (1994). *“SIG: Sistemas de Información Geográfica”*. España.
- Quintero, Edilio (1994). *“Ecología Agrícola”*. Cuba.
- Sánchez, A (1999). *“Conocimiento Geográfico”*. España.
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (2009). *“Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013”*. Ecuador. Publicado por SENPLADES.
- Sierra, Rodrigo (1999). *“Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental”*. Ecuador. Publicado por Ecociencia para el Proyecto INEFAN/GEF-BIRF.
- Winckell, A; Sourdat, M; Zebrowski, C (1997). *“Los Paisajes Naturales del Ecuador: Las regiones y paisajes del Ecuador”*. Ecuador. Geografía básica del Ecuador Tomo IV. Geografía Física, volumen 2. Publicado por IGM, IPGH, ORSTOM.
- Zebrowski, C; Gondard, P; Hunttel, C (1999). *“Los Paisajes Agrarios del Ecuador”*. Ecuador. Geografía básica del Ecuador Tomo V. Geografía Agraria, volumen 2. Publicado por IGM, IPGH, ORSTOM.