



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

CARRERA: INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS NOTABLES DE AGUA CON RESPECTO AL SUELO UTILIZADO EN LA AGRICULTURA DEL BARRIO CHANTÁN, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013”.

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE

Postulantes:

Cando Panchi Hugo Marcelo

Collantes Kléber Geovany

Director:

Ing. Eduardo Cajas

LATACUNGA-ECUADOR

ENERO 2014

AUTORÍA

Los postulantes autores del documento de tesis denominado **“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS NOTABLES DE AGUA CON RESPECTO AL SUELO UTILIZADO EN LA AGRICULTURA DEL BARRIO CHANTÁN, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013”**, nos responsabilizamos del contenido de la misma, ya que es producto de la investigación realizada en diferentes fuentes que se mencionan en la bibliografía; y de la interpretación de los autores de la misma.

Postulantes:

Cando Panchi Hugo Marcelo

C.I.: 050180295-3

Collantes Kléber Geovany

C.I. 050214803-4

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, **Ing. Eduardo Cajas**, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS NOTABLES DE AGUA CON RESPECTO AL SUELO UTILIZADO EN LA AGRICULTURA DEL BARRIO CHANTÁN, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013”**, de autoría de los Señores Cando Panchi Hugo Marcelo y Collantes Kléber Geovany, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

CERTIFICO: Que el documento en mención, ha sido prolijamente revisado. Por tanto, autorizo la presentación del mismo, ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Ing. Eduardo Cajas

C.I. 050220516-4

DIRECTOR DE TESIS

AVAL DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS

Dr. M.Sc.

Enrique Estupiñán

**DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.**

Presente.-

De mi consideración.

Nosotros, Ing. Oscar Daza, Ing. José Andrade, Ing. M.Sc. Patricio Clavijo, catedráticos y miembros del tribunal para la defensa de tesis con el tema **“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS NOTABLES DE AGUA CON RESPECTO AL SUELO UTILIZADO EN LA AGRICULTURA DEL BARRIO CHANTÁN, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013”**, de autoría de los Señores egresados Cando Panchi Hugo Marcelo y Collantes Kléber Geovany.

Informamos que previa las diferentes revisiones y correcciones del ya mencionado documento nos encontramos conformes con las correcciones realizadas de tal modo que solicitamos que se autorice la defensa de Tesis.

Por la favorable acogida que le brinde a la presente, anticipamos nuestro agradecimiento.

Atentamente:

Ing. Oscar Daza

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. José Andrade.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. M.Sc. Patricio Clavijo

MIEMBRO OPOSITOR

DEDICATORIA

Con infinito amor a mi Padre Celestial, por estar siempre presente, sujetando mi mano para escalar las murallas y enfrentar las dificultades por alcanzar mis metas.

A mi amada esposa y a mis queridos hijos Fátima y Andrés que han sido mi fortaleza, refugio y motivación a lo largo de este importante trayecto de mi vida.

A mi madre fuente de admiración y respeto, por ser ejemplo de perseverancia.

A mis hermanos y sobrinos por su amistad, apoyo y cariño.

A mis abuelitos José y Lucila que siempre han estado llenándome de palabras de afecto y motivación.

“Da tu primer paso con fe, no es necesario que veas toda la escalera completa, sólo da tu primer paso.”

Martin Luther King.

Kléber Collantes

DEDICATORIA

A mi esposa

A mis hijas

A mis maestros

A mis compañeros

Por ser:

Testigos fieles de mi jornada diaria

Impulsadores de todas mis potencialidades

Vasos de ternura en los momentos de desesperación y angustia

La respuesta más precisa a las incógnitas de mi vida

Motivo y razón de mi existencia

A ellos, con el amor más tierno y profundo les dedico este trabajo como símbolo de mi agradecimiento.

Marcelo

AGRADECIMIENTO

La riqueza material no es una de nuestras metas, pero somos permanentes buscadores de tesoros en nuestro anhelo de encontrar nuevas oportunidades y esto ha sido posible gracias a la mano amiga de las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi, nuestros docentes a lo largo de nuestra vida estudiantil, nuestros tutores quienes con sus acertados consejos encaminaron este proyecto y de manera particular al **Ing. Eduardo Cajas** director de este trabajo de tesis, quien guió y orientó la realización del mismo.

Al Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional, por intermedio de la Ing. M.Sc. Alicia Guevara y al Ing. M.Sc. Ernesto de la Torre, por su amistad y valiosa colaboración en el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

A nuestros amigos y compañeros de aula por formar parte de gratos recuerdos y arduos momentos donde aflora el compañerismo y se vivió momentos inolvidables que están plasmados en cada uno de nosotros.

A las personas que jamás creyeron en nuestros ideales, ya que gracias a sus críticas incremento nuestra convicción y deseo, motivándonos a finalizar nuestra carrera. Y finalmente a tod@s, quienes de una u otra manera nos brindaron su valiosa ayuda y colaboración extendiéndonos oportunamente su mano con una acogedora sonrisa que desinteresadamente nos ayudaron a perseverar, para ell@s nuestra más profunda y sincera expresión de gratitud, que es el don más valioso que el ser humano posee.

Kléber y Marcelo

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AVAL DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
JUSTIFICACIÓN	xx
OBJETIVOS	xxi
Objetivo General	xxi
Objetivos Específicos.....	xxi
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 El Suelo.....	1
1.1.1 Atmósfera del Suelo.....	1
1.1.2 Formación del Suelo	2
1.1.3 La Roca Madre.....	3
1.1.4 El Clima	4
1.1.5 La Topografía.....	4
1.1.6 Los Organismos Vivos.....	5
1.1.7 El Tiempo.....	6

1.1.8 Propiedades Físicas del Suelo	6
1.1.9 Textura del Suelo	7
1.1.10 Estructura del Suelo	9
1.1.11 Materia Orgánica.....	10
1.1.12 Permeabilidad.....	11
1.1.13 Porosidad.....	11
1.1.14 Color.....	12
1.1.15 Taxonomía de los Suelos	12
1.1.16 Clasificación de los Suelos USDA.....	13
1.1.17 Clasificación de los Suelos FAO	14
1.2 Humedad de los Suelos	16
1.2.1 Insumo de la Humedad.....	17
1.2.2 Retención de Humedad	17
1.2.3 Capacidad de Campo.....	18
1.2.4 Punto de Marchitamiento	18
1.2.5 Coeficiente de Higroscopicidad	19
1.2.6 Estados del Agua en el Suelo	19
1.3 Métodos de Medición del Agua en el Suelo	20
1.3.1 Método Gravimétrico	21
1.3.2 Método Rápido.....	23
1.3.3 Método del Tensiómetro	23
1.3.4 Método de la Resistencia Eléctrica	24
1.3.5 Método del Dispersor de Neutrones.....	24
1.4 Marco Legal	25
1.4.1 Constitución de la República del Ecuador	25
1.4.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).....	28
1.4.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).....	28
1.4.4 Ordenanza Municipal del Cantón Latacunga.....	29

1.5 MARCO CONCEPTUAL.....	32
CAPÍTULO II	38
2. UNIDAD DE ESTUDIO Y PROCESOS METODOLÓGICOS	38
2.1 Línea Base	38
2.1.1 Localización del Área de Estudio	39
2.1.2 Área de Influencia	42
2.1.3 Geología Local	44
2.1.4 Uso Actual del Suelo.....	44
2.1.5 Zona de Vida Ecológica.....	45
2.1.6 Actividad productiva de la Zona	55
2.1.7 Servicios Básicos	55
2.2 Metodología	55
2.2.1 Muestreo de Suelo.....	56
2.2.2 Determinación de la Humedad del Suelo.....	62
2.2.3 Determinación de la Densidad Aparente.....	64
2.2.4 Determinación de la Densidad Real	64
2.2.5 Determinación de la Porosidad	66
2.2.6 Determinación del d80 del Suelo	67
2.2.7 Determinación de la Capacidad de Campo	68
2.2.8 Determinación del Punto de Marchitez Permanente	69
2.2.9 Determinación del Poder Retentivo del Agua de un Suelo.....	71
2.2.10 Determinación del Coeficiente de Higroscopicidad	71
2.2.11 Determinación de la Acides del Suelo	72
2.2.12 Determinación de la Conductividad Eléctrica.....	72
2.2.13 Determinación de los Elementos Totales en el Suelo	73
2.3 Resultados y Discusión de los Análisis Físicos del Suelo	74
2.3.1 Humedad del Suelo	74
2.3.2 Densidad Aparente	78
2.3.3 Densidad Real	79
2.3.4 Porosidad.....	80

2.3.5 Granulometría del Suelo	81
2.3.6 Capacidad de Campo.....	87
2.3.7 Punto de Marchitez Permanente.....	88
2.3.8 Poder Retentivo del Agua de un Suelo	89
2.3.9 Coeficiente de Higroscopicidad	90
2.3.10 Estados del Agua en el Suelo	91
2.4 Resultados y Discusión de los Análisis Químicos del Suelo	93
2.4.1 Acidez del Suelo	93
2.4.2 Conductividad Eléctrica.....	95
2.5.3 Elementos Totales	97
2.4.4 Cationes Cambiables del Suelo.....	98
2.4.5 Materia Orgánica.....	99
2.4.6 Macronutrientes.....	102
2.4.7 Micronutrientes	104
2.4.8 Nitratos.....	105
2.4.9 Sulfatos.....	106
2.5 Resultados y Discusión de la Encuesta	106
2.5.1 Monocultivo	107
2.5.3 Abono Orgánico que Utilizan	110
2.5.4 Abono Químico que Utilizan	112
2.5.5 Tipo de Sistema de Riego que Poseen	113
2.5.6 Estudio de Suelo en el Sector.....	114
CAPÍTULO III	115
3. PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO CON RESPECTO A LA AGRICULTURA ECOLÓGICA	115
3.1 Introducción	115
3.2 Plan de Manejo y Conservación del Suelo para Uso Agroecológico.....	116
3.2.1 Alcance.....	116
3.2.2 Objetivos	116

3.2.3 Programa de Capacitación Comunitaria Sobre el Uso Adecuado del Suelo en la Producción Agroecológica	117
3.2.4 Programa de Producción y Desarrollo Comunitario en el Barrio Chantán	119
3.2.5 Programa de Protección y Conservación del Suelo para Uso Agroecológico	121
3.2.6 Programa de Evaluación y Seguimiento del Plan de Manejo Agroecológico	123
Conclusiones y Recomendaciones	125
Conclusiones	125
Recomendaciones.....	128
Referencias Bibliográficas	128
Bibliografía Citada	128
Bibliografía Virtual	131

ANEXOS

Anexo 1. Mapa Geográfico de Latacunga.

Anexo 2. Boletín Meteorológico de Julio 2013.

Anexo 3. Boletín Meteorológico de Agosto 2013.

Anexo 4. Boletín Meteorológico de Septiembre 2013.

Anexo 5. Boletín Meteorológico de Octubre 2013.

Anexo 6. Formato Encuesta Aplicada a los Habitantes del Barrio Chantán.

Anexo 7. Reporte Meteorológico Estación Climatológica CEYPSA-UTC.

Anexo 8. Reporte de Análisis de Suelos INIAP.

Anexo 9. Reporte de Absorción Atómica de los Elementos Totales del Suelo.

Anexo 10. Análisis FODA del Barrio Chantán.

Anexo 11. Matriz de Confrontación.

Anexo 12. Fotografías.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 RESUMEN DE LA FLORA LOCAL	46
Tabla 2-2 RESUMEN DE LA FAUNA LOCAL	50
Tabla 2.3 SECTORIZACIÓN DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO	59
Tabla 2-4 PORCENTAJE DE HUMEDAD EN EL SUELO	75
Tabla 2-5 REPORTE DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA.....	77
Tabla 2-6 DENSIDAD APARENTE DEL SUELO	78
Tabla 2-7 DENSIDAD REAL DEL SUELO.....	79
Tabla 2-8 POROSIDAD DEL SUELO.....	80
Tabla 2-9 CARACTERÍSTICAS DE LOS SEPARADOS DEL SUELO	81
Tabla 2-10 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO MUESTRA A1	82
Tabla 2-11 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO MUESTRA A2.....	83
Tabla 2-12 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO MUESTRA A3.....	84
Tabla 2-13 TEXTURA DEL SUELO	85
Tabla 2-14 CAPACIDAD DE CAMPO DEL SUELO.....	87
Tabla 2-15 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE DEL SUELO.....	88
Tabla 2-16 PODER RETENTIVO DEL AGUA DEL SUELO.....	89
Tabla 2-17 COEFICIENTE DE HIGROSCOPICIDAD	90
Tabla 2-18 ESTADOS DEL AGUA EN EL SUELO.....	92
Tabla 2-19 ACIDEZ EN RELACIÓN SUELO AGUA 1:2.5.....	94
Tabla 2-20 ESCALA DE pH PARA SUELOS AGRÍCOLAS	94
Tabla 2-21 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO	95
Tabla 2-22 CONTENIDO TOTAL DE ELEMENTOS DEL SUELO	97
Tabla 2-23 CONTENIDO DE BASES DE CAMBIO DEL SUELO	99
Tabla 2-24 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO.....	100
Tabla 2-25 NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA	101
Tabla 2-26 CONTENIDO DE MACRONUTRIENTES DEL SUELO.....	102
Tabla 2-27 CONTENIDO DE MICRONUTRIENTES DEL SUELO	104
Tabla 2-28 CONTENIDO DE NITRATOS DEL SUELO	105
Tabla 2-29 CONTENIDO DE SULFATOS DEL SUELO.....	106
Tabla 2-30 CONOCIMIENTO SOBRE EL MONOCULTIVO.....	107
Tabla 2-31 TIPO DE CULTIVO REALIZADO ANUALMENTE.....	108
Tabla 2-32 TIPO DE CULTIVO POR ORDEN DE FRECUENCIA.....	109
Tabla 2-33 TIPO DE ABONO ORGÁNICO.....	111
Tabla 2-34 TIPO DE ABONO QUÍMICO	112
Tabla 2-35 TIPO DE SISTEMA DE RIEGO	113
Tabla 2-36 ESTUDIO DEL SUELO EN EL SECTOR	114

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 PRECIPITACIONES VS MESES.....	41
Gráfico 2-2 DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO MUESTRA A1	82
Gráfico 2-3 DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO MUESTRA A2	83
Gráfico 2-4 DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO MUESTRA A3	84
Gráfico 2-5 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CONOCIMIENTO SOBRE EL MONOCULTIVO.....	107
Gráfico 2-6 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL CULTIVO QUE REALIZA N	110
Gráfico 2-7 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ABONO ORGÁNICO.....	111
Gráfico 2-8 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE TIPO DE ABONO QUÍMICO	112
Gráfico 2-9 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TIPO DE SISTEMA DE RIEGO.....	113
Gráfico 2-10 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL ESTUDIO DEL SUELO EN EL SECTOR.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL BARRIO CHANTÁN.....	40
Figura 2-2 VISTA SATELITAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	43
Figura 2-3 PLANO DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO.....	58
Figura 2-4 DIAGRAMA DEL PROCESO PREVIO A LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUELO.....	60
Figura 2-5 CLASIFICACIÓN TEXTURAL DEL SUELO DE LAS MUESTRAS A1, A2 Y A3.....	86

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se lo realiza en el barrio Chantán de la parroquia Eloy Alfaro cantón Latacunga provincia de Cotopaxi, ubicado a 2 914 msnm, en las coordenadas UTM 0762212 este y 9898670 norte. La finalidad que persiguió esta investigación fue caracterizar el suelo, determinar el porcentaje de humedad, establecer los puntos notables del agua y desarrollar una propuesta de manejo y conservación del suelo con respecto a la agricultura, para lo cual, al barrio se lo dividió en tres áreas considerando su altitud y ubicación geográfica mediante las coordenadas UTM. Se analizó las propiedades físicas y químicas de tres muestras de suelo provenientes de estas áreas. Dentro de los parámetros físicos se determinó el contenido de humedad, densidad real y aparente, porosidad, d_{80} , textura del suelo, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, poder retentivo del agua, coeficiente de higroscopicidad y se definió los estados del agua en el suelo. Dentro de los parámetros químicos se determinó la acidez, conductividad eléctrica, elementos totales, cationes cambiabiles, contenido de materia orgánica, macro y micronutrientes, nitratos, y sulfatos. En base a los resultados de esta investigación se determinó la importancia de generar una propuesta de un plan de manejo y conservación del suelo, con la finalidad de contribuir de manera eficaz y eficiente con la protección, manejo y aprovechamiento racional de los recursos, a través de programas y proyectos que ayuden a evitar, detener o mitigar la degradación del suelo a consecuencia de las actividades antrópicas. Este trabajo de investigación aporta con información real, confiable y actualizada como herramienta básica en el desarrollo sostenible y sustentable de los habitantes de este sector. Además, será punto de partida en futuras investigaciones.

ABSTRACT

The present research was fulfilled in “Chantán” neighborhood, “Eloy Alfaro” Parish, Latacunga Canton, Cotopaxi Province. It is located at 2914 meters above sea level, at UTM coordinates, 0762212 east and 9898670 north. The purpose that chased this research was to characterize the soil, to determine the percentage of moisture, to establish the important water data and to develop an offer of managing and conserving of the soil with regard to the agriculture, for which, the sector was divided in three areas considering its altitude and geographical location by means of the UTM coordinates. The study analyzed the physical and chemical properties of three samples of soil from these areas. Inside the physical parameters there decided the content of moisture, real and apparent density, porosity, texture of the soil, field capacity, point of permanent withering, the retentive power of water, coefficient of hygroscopicity and the condition of water were defined in the soil. Inside the chemical parameters one determined the acidity, electrical conductivity, total elements, and exchangeable cations, content of organic matter, macro and micro nutrients, nitrates and sulfates. On the basis of the results was determined the importance of generating an offer in a plan of managing and conserving of the soil. This study will contribute to real and modern information seize to basic tool in the support’s development of the people who live there. Also, it will support future investigations.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: Cando Panchi Hugo Marcelo y Collantes Kléber Geovany, cuyo título versa **“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS NOTABLES DE AGUA CON RESPECTO AL SUELO UTILIZADO EN LA AGRICULTURA DEL BARRIO CHANTÁN, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Enero 20 del 2014.

Atentamente,

Lic. Patricia Marcela Chacón Porras

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 0502211196

INTRODUCCIÓN

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre, donde se desarrollan las plantas y sobre el cual viven las personas y los animales. Es esa capa de tierra porosa, de color moreno la que le sirve al hombre para cultivar las plantas. De esa capa de tierra depende la existencia de la vida. (José Ernesto Ramírez R., 1981).

El suelo tiene la propiedad de retener agua contra la fuerza de gravedad que se manifiesta a través del drenaje; por lo tanto, se puede considerar como un almacén de agua. Las plantas no pueden sacar toda el agua del almacén. La cantidad de agua que queda después que las plantas se marchitan permanentemente varía mucho de un suelo a otro. (Sampat A. Gavande, 1972.)

El agua constituye la mayor parte de la solución y de la fase líquida del suelo; contiene sales en solución, sólidos orgánicos en suspensión y es afectada por los coloides del suelo; en consecuencia, las propiedades del agua del suelo son diferentes de las del agua pura. Aun dentro del suelo, las propiedades varían entre la fracción en contacto con los coloides y sólidos del suelo y son distintas de las del resto de la solución. (Eduardo Narro Farías, 1994.)

La presencia de agua suficiente en el suelo es vital para el crecimiento de las plantas, no sólo porque éstas necesitan de aquélla para realizar sus procesos fisiológicos, sino también porque el agua contiene nutrientes en solución, las lluvias y otras formas de precipitación constituyen los aportes de agua, pero poco beneficiarían a las plantas si el suelo no pudiera almacenarla para el uso de los vegetales entre las lluvias. La

capacidad del suelo para almacenar agua depende de su profundidad, textura, estructura y otras propiedades fundamentales. (L. M. Thompson y F.R. Troeh, 2002).

La deficiencia de agua normalmente limita el crecimiento de la planta; en algunas zonas agrícolas el agua es la necesidad más importante para el cultivo. El agua es vital para los agricultores debido a las diversas funciones para las que sirve en el crecimiento de la planta. (Edward J. Plaster, 2005).

El suelo del barrio Chantán al estar localizado en la Cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos del valle interandino y jurisdiccionalmente se encuentra en el cantón Latacunga, está influenciado por las condiciones meteorológicas y la formación geológica del lugar. Según los mapas de isoyetas e isotermas del Ecuador las precipitaciones oscilan de 250-500 mm, con una temperatura anual que oscila de 12-14 °C y según la carta geológica el suelo está formado por una variedad de depósitos sedimentos fluvio-lacustre; constituido de limo, arenas, tobas y material conglomerático dispuestos irregularmente, sobre estos se han depositado un flujo potente de pómez.

El estudio de la humedad del suelo, los puntos notables del agua y la elaboración de la propuesta de manejo y conservación del suelo con respecto a la agricultura ecológica en este sector es de gran aporte a la comunidad, si consideramos que las precipitaciones son escasas con una estructura geológica abundante en pómez, y si reflexionamos sobre la importancia que tiene para el hombre veremos que la agricultura ecológica nos proporciona materiales para la construcción, plantas aplicadas directamente como medicamentos o utilizadas en su elaboración, etc.

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento del agua en el suelo, es de gran importancia en la conservación ambiental, pues los nutrientes disponibles para las plantas se encuentran como iones en la solución del suelo, pues es imposible imaginar que exista vida en el suelo sin la presencia de agua libre de contaminantes.

En este proyecto se estudia el porcentaje de humedad y los puntos notables de agua en el suelo del barrio Chantán, con el fin de contribuir en la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática ambiental por falta o exceso de humedad en la producción agrícola limpia. Por consiguiente, se analiza los parámetros físicos y químicos más relevantes del suelo.

El conocimiento de las propiedades físicas del suelo y el comportamiento del agua contribuyen de manera directa en el manejo y conservación ambiental de la capa arable, tanto el agua como el suelo son fuente de vida, su aporte en la subsistencia de la especie humana es incuantificable basta solo mencionar que nos proveen de alimentos saludables para imaginarnos la importancia que demanda su estudio.

El suelo en estudio es areno-franco con un diámetro de partícula entre 340-388 μm que contiene en su mayoría partículas de arena fina, esta característica hace que tenga un aspecto seco y con poca vegetación. Por lo que, dentro de este proyecto y en base a los resultados de los análisis físicos y químicos se elabora una propuesta de manejo y conservación ambiental para que en un futuro cercano se tenga el recurso ambiental suelo bien manejado evitando el desgaste y la destrucción de la capa arable.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el porcentaje de humedad y establecer los puntos notables de agua con respecto al suelo utilizado en la agricultura del barrio Chantán, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, periodo 2013.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del recurso ambiental suelo con respecto a la humedad en el barrio Chantán.
- Analizar el porcentaje de humedad y establecer los puntos notables de agua con respecto al recurso ambiental suelo en el barrio Chantán.
- Elaborar una propuesta de manejo y conservación del recurso ambiental suelo con respecto a la agricultura ecológica en el Barrio Chantán.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 El Suelo

Según CEPEDA, (1991). “El suelo puede considerarse como un sistema natural desarrollado a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos, bajo la influencia del clima y del medio biológico” (Pág. 11).

Es una capa de material de soporte de vida, la cual es muy delgada y frágil. Esta capa cubre en su mayoría la superficie terrestre, la cual varía desde unos pocos centímetros de espesor hasta dos o tres metros.

1.1.1 Atmósfera del Suelo

La atmósfera del suelo es el aire alojado en los poros del suelo y generalmente está en contacto con la atmósfera de la superficie.

Según FITZPATRICK, (1996). “La atmósfera del suelo generalmente tiene un mayor contenido de vapor de agua y un alto porcentaje de bióxido de carbono que varía entre 0.25 y 5 %, comparado con el 0.03 % de la atmósfera de la superficie”, (Pág. 121).

La atmósfera del suelo está en constante circulación e intercambio con la atmósfera de la superficie, para evitar la concentración de bióxido de carbono y otros gases en el suelo. De no ser así, se volvería tóxico para las raíces de las plantas y microorganismos aeróbicos que viven en él.

1.1.2 Formación del Suelo

El suelo se forma principalmente de un proceso de meteorización bioquímica. La meteorización rompe las rocas, modifica sus características químicas y físicas y arrastra productos solubles y algunos sólidos.

La transformación de los minerales es un proceso muy lento, este actúa sobre los materiales primarios del material de origen que de a poco va convirtiéndose en suelo, posteriormente los materiales que ya forman parte del suelo sufren ulteriores transformaciones y paulatinamente dan lugar a un suelo mejor desarrollado.

Según THOMPSON y TROEH, (2002). “Los suelos son entidades dinámicas y continuamente cambiantes; su naturaleza no es estática” (Pág. 20).

Los factores que inciden en la formación del suelo son: roca madre, clima, topografía, organismos vivos y tiempo.

1.1.3 La Roca Madre

Según THOMPSON y TROEH, (2002). “Los suelos heredan cientos de minerales diferentes de su roca madre”, (Pág. 7).

Las primeras rocas fueron de origen ígneo, esto significa que sufrieron un enfriamiento brusco de una masa fundida. Los materiales resultantes de la meteorización de las primeras rocas, al ser trasladadas a otros lugares como resultado de la erosión del agua y del viento, propician la formación de depósitos de materiales transportados y disgregados. Si los depósitos se efectúan en tierra firme pueden soportar el crecimiento de vegetales durante el proceso sedimentario y funcionar como suelos, estos depósitos con vegetación son los que se conoce como depósitos actuales.

Dentro de un determinado tiempo el ambiente en el cual se depositan los materiales transportados cambia hasta el punto que cesa el proceso sedimentario, dando lugar a una formación geológica que se incluye en la categoría de las rocas sedimentarias blandas.

Los estratos antiguos pueden sufrir enterramientos bajo capas de rocas sedimentarias o lava, esto provoca que estén sometidos al calor y a fuertes presiones. Estas condiciones dan origen a las rocas metamórficas ya que no es necesario de altas temperaturas para fundir el material rocoso.

1.1.4 El Clima

El clima es un factor de gran relevancia en la formación del suelo en toda la superficie de la tierra, debido a que influye de manera directa mediante las precipitaciones y la temperatura y de manera indirecta mediante la vegetación y la topografía.

En regiones donde se dan simultáneamente abundantes precipitaciones y temperaturas altas, la mayoría de minerales primarios se descomponen y sus componentes se recombinan para formar minerales secundarios o son lavados del suelo, percolando con el agua de drenaje. Una percolación excesiva dará lugar a lixiviaciones abundantes de metales alcalinos y alcalinoférreos, en casos extremos originará desplazamiento de ciertos horizontes y silicatos además de sesquióxidos de hierro y aluminio.

Según PLASTER, (2000). “La temperatura influye en la velocidad de las reacciones químicas además en la descomposición de la materia orgánica y en las actividades microbiológicas del suelo”, (Pág. 24).

1.1.5 La Topografía

Las diferencias de nivel de un terreno afectan la distribución, retención y drenaje del agua superficial y consiguientemente regulan su acción en el intemperismo del suelo. Algunos suelos se erosionan con facilidad y de manera rápida dando lugar a la formación de amplios valles. Otros resisten la erosión dando lugar a la formación de

cerros y pendientes escarpadas, estas características influyen en la velocidad con que el suelo se erosiona.

Según FITZPATRICK, (1996). “La topografía no es estática, sino que forma un sistema dinámico cuyo estudio se denomina geomorfología”, (Pág. 64).

La topografía de un terreno influye en el arrastre de partículas, las cuales son depositadas en las partes bajas e intervienen en la composición química del suelo originario.

1.1.6 Los Organismos Vivos

Según THOMPSON y TROEH, (2002). “Los organismos vivos también modifican la roca madre y contribuyen a la formación del suelo”, (Pág. 8).

Este factor incluye la vida animal y vegetal en su forma macro y microscópica, de las cuales la variable más sobresaliente es la vegetación, debido a que contribuye con materia orgánica en la formación del suelo proveniente de las hojas, ramas y raíces que mueren y se regeneran cada año.

Aunque la vegetación es una variable de gran importancia en la determinación del tipo de suelo que se forma en un determinado lugar, no es completamente independiente, debido a que el clima de una región juega un papel preponderante con el tipo de vegetación que crecerá en ella.

1.1.7 El Tiempo

La formación del suelo es un proceso lento pero continuo que puede durar cientos o miles de años para llegar a constituirse en suelos maduros.

Según FITZPATRICK, (1996). “No todos los suelos se han formado durante el mismo periodo, pero la mayoría de ellos iniciaron su desarrollo en los últimos 100 millones de años”, (Pág. 67).

Las actividades geológicas como los levantamientos y hundimientos del suelo en diferentes territorios, las glaciaciones, etc., interrumpen el desarrollo del suelo en uno u otro estadio, muchos suelos nunca alcanzan la senectud y los que llegan, lo hacen perdiendo fertilidad son lentamente arrastrados por erosión o enterrados por sedimentación. Esto conlleva a que la formación del suelo vuelva a comenzar sobre el nuevo material situado en la superficie.

1.1.8 Propiedades Físicas del Suelo

Cada suelo presenta un conjunto de propiedades físicas, que depende de la naturaleza de sus componentes, de las cantidades relativas de cada uno de ellos y de la forma en que se hallan mutuamente acoplados.

1.1.9 Textura del Suelo

Según LOUIS THOMPSON y FREDERICK TROEH, (2002).

La textura del suelo hace referencia al porcentaje en peso de las fracciones de arena limo y arcilla, estas fracciones se establecen según el tamaño de partícula expresado en milímetros. Las fracciones de arena pueden subdividirse aún en grupos de menor intervalo de tamaño llamados apartados del suelo, (Pág. 54).

Las partículas con tamaño superior a 2 milímetros se excluyen de la determinación de textura, en tanto que el material inferior a 2 mm de tamaño se divide en arenas, limos y arcillas.

Se ha creado 12 clases de texturas de acuerdo con las cantidades de arena, limo y arcilla y están representadas en un diagrama triangular.

Las propiedades de las diferentes clases de textura son las siguientes:

- **Arena:** extremadamente arenosa, no es suave, pegajosa ni plástica; los terrones no tienen cohesión y se colapsa con facilidad.
- **Arenoso franco:** extremadamente arenosa, no es suave, pegajosa ni plástica; los terrones tienen poca cohesión y no forman hebras.

- **Franco arenoso:** muy arenosa, no es suave, pegajosa ni plástica; los terrones tienen poca cohesión y no forman hebras.
- **Franco:** medianamente arenosa; ligeramente suave, pegajosa y plástica; los terrenos tienen cohesión intermedia y difícilmente forman hebras.
- **Franco areno-arcilloso:** medianamente arenosa; no es suave y es ligeramente pegajosa y plástica; los terrenos tienen cohesión intermedia.
- **Arcilla arenosa:** moderadamente arenosa; no es suave, es muy plástica y pegajosa; los terrenos tienen cohesión y forman hebras largas que difícilmente se disponen en anillos; muy lustrosa.
- **Franco arcilloso:** ligeramente arcillosa y suave; medianamente plástica y pegajosa; los terrenos tienen mucha cohesión, forman hebras que se disponen en anillos; medianamente lustrosa.
- **Franco limoso:** no arenosa o ligeramente arenosa; muy suave y sedosa; ligeramente plástica y pegajosa; los terrenos tienen cohesión intermedia y con dificultad forman hebras que tienen apariencia quebradiza; no es lustrosa.
- **Limo:** no es arenosa o lo es ligeramente; extremadamente suave y sedosa; muy plástica y pegajosa; los terrenos tienen cohesión intermedia y con dificultad forman hebras con apariencia quebradiza; ligeramente lustrosa.

- **Franco arcillo-arenoso:** no es arenosa o lo es ligeramente; medianamente suave, sedosa, plástica y pegajosa; los terrenos presentan cohesión intermedia y forman hebras que no se disponen en anillos con facilidad; medianamente lustrosa.
- **Arcillo-limoso:** Se ubica entre no arenosa y ligeramente arenosa; medianamente suave y sedosa; muy plástica y pegajosa; los terrenos tienen mucha cohesión y forman hebras largas que se disponen en anillos con facilidad; muy lustrosa.
- **Arcilla:** se ubica entre no arenosa y ligeramente arenosa; no es suave; es muy plástica y pegajosa; los terrenos presentan mucha cohesión y forman hebras largas con facilidad se disponen en anillos; son muy lustrosas.

1.1.10 Estructura del Suelo

Según LA FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS, (2002). “Las partículas que conforman el suelo se agrupan de diferentes formas y el ordenamiento que adopten se lo conoce como estructura del suelo”, (Pág. 28).

El resultado de la tendencia de las partículas más finas como son las arcillas y el humus a unirse entre sí. Los principales tipos de estructuras de suelo son:

- **Granular:** Son agregados redondeados, de tamaño inferior a 10 mm de diámetro, que pertenecen a suelos bien drenados y con buen desarrollo de raíces.

- **Columnar:** Son agregados alargados, con caras planas y unidos por aristas con bordes angulosos. Los suelos con este tipo de estructura no son suficientemente drenados y aireados.
- **Laminar:** Esta definida por láminas horizontales con espesores que fluctúan entre 1 mm a 10 mm. Suelos con esta estructura presentan una mala aireación y poco drenaje, además dificultan el desarrollo de raíces.
- **Blocosa:** Esta estructura está definida por partículas del suelo que se unen en forma de bloques, de diferentes tamaños con bordes redondeados. Los suelos con esta estructura presentan una mediana aireación.

1.1.11 Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo lo forman todos los residuos de plantas y animales, además los cuerpos de macro y microorganismos que se encuentran sobre el suelo o enterrados en él, en sus diferentes formas de descomposición.

Según LA FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS, (2002). “La materia orgánica del suelo no tendría gran valor si no fuera posible asimilarla”, (Pág. 29).

La materia orgánica son los desechos animales y vegetales que se descomponen por acción de micro y macroorganismos, que la convierten en compuestos asimilables para las plantas.

1.1.12 Permeabilidad

Según LA FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS, (2002). “Es la rapidez con la cual el agua se mueve a través de los poros del suelo”, (Pág. 30).

La permeabilidad está condicionada por diferentes factores que la definen, siendo los más importantes los siguientes: la textura, la estructura y la porosidad, las cuales ejercen un efecto principal en la aireación y en la capacidad del suelo para retener agua.

1.1.13 Porosidad

Es el resultado de la textura y estructura del suelo, los espacios que no son ocupados por partes sólidas, estos son llamados espacios porosos o porosidad del suelo, los cuales contienen agua y aire.

Según THOMPSON Y TROEH (2002), “En ausencia de poros, el suelo no sería un medio adecuado para la vida vegetal”, (Pág. 75).

En un suelo ideal el 50 % está ocupado por poros. De este porcentaje el 25 % está ocupado por poros para aire y el otro 25 % para el agua. El 50 % restante está ocupado por fase sólida, donde el 5 % representa la fracción orgánica.

1.1.14 Color

Generalmente, el color del suelo está dado por la naturaleza del material fino, así como por la cantidad y el estado del hierro, de la materia orgánica o de ambos.

Según FITZPATRICK, (1996). “Muchos suelos se denominan con base a su color, dado que es la propiedad más evidente y fácil de recordar; más aún, muchas veces puede determinarse el tipo de suelo de acuerdo con su color”, (Pág. 109).

1.1.15 Taxonomía de los Suelos

Según E. A. FITZPATRICK, (1996):

Aún no se ha establecido un sistema internacional de nomenclatura para la clasificación de los suelos y sus horizontes. Sin embargo, el sistema utilizado por la FAO es, posiblemente, el método más adecuado para transmitir información, (Pág. 137).

Las características diferenciadoras seleccionadas son propiedades del suelo, incluyendo su régimen de humedad y temperatura. Los conceptos genéticos no son empleados, excepto como una guía sobre la relevancia y peso de las propiedades edáficas. Por otra parte las definiciones son precisas y cuantitativas más que comparativas.

A continuación se mencionará la clasificación de la United States Department of Agriculture (USDA 1975) y de la FAO.

1.1.16 Clasificación de los Suelos USDA

- **Entisol:** Casi nula diferenciación de horizontes, distinciones no climáticas: aluviones, suelos helados, desierto de arena.
- **Vertisol:** Suelos ricos en arcilla; generalmente en zonas subhúmedas a áridas, con hidratación y expansión en húmedos y agrietados cuando secos.
- **Inceptisol:** Suelos con débil desarrollo de horizontes; suelos de tundra, suelos volcánicos recientes, zonas recientemente deglaciadas.
- **Aridisol:** Suelos secos (climas áridos); sales, yeso o acumulaciones de carbonatos frecuentes.
- **Mollisol:** Suelos de zonas de pradera en climas templados; horizontes superficial blando; rico en materia orgánica, espeso y oscuro.
- **Alfisol:** Suelos con horizonte B arcillosos enriquecidos por iluviación; suelos jóvenes comúnmente bajo bosques de hoja caediza.
- **Spodosol:** Suelos forestales húmedos; frecuentemente bajo coníferas con un horizonte B enriquecido en hierro y/o en materia orgánica y comúnmente un horizonte A gris-ceniza, lixiviado.
- **Ultisol:** Suelos de zonas húmedas templadas a tropicales sobre antiguas superficies intensamente meteorizadas; suelos enriquecidos en arcilla.

- **Oxisol:** Suelos tropicales y subtropicales, intensamente meteorizados formándose recientemente horizontes lateríticos y suelos bauxíticos.
- **Histosol:** Suelos orgánicos. Depósitos orgánicos: turba, lignito, sin distinciones climáticas.
- La gran mayoría de los nombres terminan en “sol” y los nombres están constituidos la primera es la del grupo principal al que pertenece y la segunda refleja el carácter principal que define a cada unidad y la diferencia del concepto central del grupo principal.

1.1.17 Clasificación de los Suelos FAO

- **Antrosoles:** Formados por acción humana, por movilizaciones de tierras, acumulación de fragmentos de piedra escombreras o por continuos aportes de materiales orgánicos.
- **Andosoles:** Con un alto contenido en materiales amorfos. Casi siempre a partir de materiales volcánicos.
- **Arenosoles:** Muy arenosos. Muy baja evolución.
- **Vertisoles:** Alto contenido en arcillas (>35%). Abundantes grietas muy anchas (>1cm de diámetro) y profundas (hasta al menos 50cm).
- **Leptosoles:** Muy delgados (espesor <30cm), sobre una roca dura. Muy baja evolución.
- **Regosoles:** Sobre materiales originales sueltos (o con una roca dura a + de 30 cm). Muy baja evolución.

- **Gleysoles:** Suelos con hidromorfía. Horizontes grises, verdosos o azulados. Sobre materiales no consolidados.
- **Fluvisoles:** A partir de materiales fluviales recientes. Cerca de los ríos. Materia orgánica decrece irregularmente o es abundante en zonas muy profundas.
- **Solonchaks:** Suelos con un alto contenido en sales solubles.
- **Solonetz con nátrico:** (árgico con arcillas saturadas en sodio). Frecuentemente estructura columnar. Suelos no frecuentes.
- **Calcisoles:** Suelos con cálcico, petrocálcico o CaCO_3 pulverulentos blandos.
- **Gypsisoles:** Como los calcisoles pero con sulfatos en vez de carbonatos.
- **Chernozems:** Suelos con móllico de color muy oscuro y con carbonatos secundarios en el horizonte inferior. Muy rico en materia orgánica, con muy buena estructura, muy espeso.
- **Kastanozems:** Como los chernozems pero con el móllico de color castaño.
- **Phaeozems:** Con móllico pero sin acumulación de carbonatos ni sulfatos en los horizontes profundos.
- **Greyzems:** Móllico oscuro y con granos de arena y limo (limpios, sin revestimientos) sobre la superficie de los agregados.
- **Cambisoles:** Suelos con cámbicos. Solo úmbrico u ócrico, también móllico.
- **Luvisoles:** Saturados en el Bt. En cualquier clima excluidos los tropicales y subtropicales.

- **Alisoles:** Desaturados en el Bt. Ácidos. En cualquier clima excluidos en los tropicales y subtropicales.
- **Lixisoles:** Saturados en el Bt, pero solo en climas tropicales y subtropicales.
- **Acrisoles:** Desaturados en Bt, pero solo en climas tropicales y subtropicales.
- **Ferralsoles:** Suelos con un horizonte de máxima alteración. Las arcillas se destruyen y quedan solo óxidos de Fe y Al.
- **Plintosoles:** Suelos de los climas tropicales con plintita (costras endurecidas de arcilla, hierro y cuarzo).
- **Planosoles:** Con hidromorfía superficial, en el horizonte E; límite E/Bt con cambio textural brusco.
- **Podzoluvisoles:** Lenguas (anchas interpretaciones) del horizonte E en el Bt.
- **Nitisoles:** Con un Bt homogéneo (semejante % de arcilla en todo su espesor) y de gran desarrollo (Bt de más de 150cm). Propiedades níticas.
- **Podzoles:** Con B espódico, Bh, o Bs, o Bhs. Lluviación de materia orgánica y /o óxidos de Fe y/o Al. Perfil muy evolucionado.

1.2 Humedad de los Suelos

Según FITZPATRICK, (1996). “El equilibrio adecuado en el suministro de humedad es fundamental para el desarrollo de las plantas, que absorben agua junto con los nutrientes y la pierden por la transpiración”, (Pág. 153).

La humedad de los suelos se puede considerar en términos de insumo, retención y pérdida.

1.2.1 Insumo de la Humedad

Según FITZPATRICK, (1996). “La humedad que se encuentra en los suelos proviene de tres fuentes principales: precipitaciones, nieve derretida y riego”, (Pág.154).

En climas húmedos el agua proporcionada por las precipitaciones o la nieve derretida es suficiente, mientras que en zonas áridas o semiáridas, las cuales únicamente mediante riego pueden sostener un sistema de producción adecuado. El riego puede ser de diferentes tipos: riego por inundación, por aspersión y por goteo.

1.2.2 Retención de Humedad

Según FITZPATRICK, (1996). “La retención de la humedad depende de la cantidad que se pierda y la velocidad con que se mueva”, (Pág. 155).

La textura, el contenido de materia orgánica y la estructura afectan el movimiento y la retención de la humedad en los suelos.

La humedad retenida se pierde principalmente por la evapotranspiración. Es así, que la velocidad con que se pierde el agua depende de la temperatura y de la cubierta vegetal, una variación de una u otra repercutirá en la pérdida de humedad. Sin

embargo, solo una parte del agua capilar retenida por el suelo estará disponible para las plantas, las mismas que se marchitarán y morirán al terminarse la humedad disponible.

1.2.3 Capacidad de Campo

Según THOMPSON y TROEH, (2002). “Cuando virtualmente el contenido en agua del suelo ha cesado todo movimiento descendente, este recibe el nombre de capacidad de campo”, (Pág. 101).

La capacidad de campo está muy relacionada con la textura del suelo influenciada por el contenido en materia orgánica, tipo de minerales presentes y estructura del suelo, además las características de las capas contiguas son de mucha importancia, ya que el descenso del agua a lo largo del perfil será mayor, si experimenta una atracción más enérgica por otra parte del horizonte inferior que por el superior.

La capacidad de campo se valora cuantitativamente, es la cantidad de agua expresada en porcentaje sobre el peso del suelo seco a la estufa.

1.2.4 Punto de Marchitamiento

Según THOMPSON y TROEH, (2002). “El punto de marchitamiento es el límite inferior del agua que se encuentra en el suelo disponible para los vegetales”, (Pág. 102).

Se considera que ha alcanzado el punto de marchitamiento cuando el contenido en agua del suelo disminuye a tal punto, que las plantas pierden su capacidad de recuperación.

1.2.5 Coeficiente de Higroscopicidad

Según THOMPSON y TROEH, (2002). “Es el porcentaje de agua que continúa en un suelo seco al aire”, (Pág. 103).

Existe una pequeña cantidad de agua que no puede ser substraída en condiciones normales de campo, aún después de una exposición al aire prolongada en ausencia de lluvia.

1.2.6 Estados del Agua en el Suelo

Según THOMPSON y TROEH (2002), “La extracción, mediante calentamiento a elevadas temperaturas, del agua combinada químicamente, altera a la naturaleza de los materiales orgánicos y minerales presentes en el suelo”, (Pág. 104).

Si un suelo seco es llevado a la estufa a elevadas temperaturas, éste pierde algo de agua. En su mayoría los suelos provenientes de los grupos hidróxidos contenidos en los sólidos orgánicos y minerales. Se considera que esa agua combinada químicamente pertenece a los sólidos del suelo y no a la fase líquida.

Los diferentes estados del agua en el suelo son los siguientes:

- Agua higroscópica.
- Agua capilar.
- Agua de gravitación.
- Agua disponible.
- Agua no disponible.

1.3 Métodos de Medición del Agua en el Suelo

La medición de la humedad del suelo es importante en el ámbito agropecuario y agroforestal, para el manejo adecuado del suelo o en investigación.

Según RAFAEL MUÑOZ Y AXEL RITTER, (2005).

El contenido de humedad en el suelo se puede determinar de forma directa por gravimetría o volumetría. Sin embargo, en la actualidad existen diversos métodos indirectos, en los que el contenido de humedad se los obtiene mediante una relación calibrada con alguna otra variable medible, Éstos métodos pueden clasificarse en métodos volumétricos y métodos tensiométricos, (Pág. 127).

Los métodos volumétricos que permiten conocer lo lleno que se encuentra el suelo y la humedad es expresada en términos de profundidad, ésta puede ser comparada con

variables hidrológicas como la lluvia, evapotranspiración, riego, etc. Por el contrario los métodos tensiométricos indican la energía necesaria para extraer el agua de los poros del suelo, esta información es utilizada para decidir cuándo regar.

A continuación se describe los siguientes métodos:

1.3.1 Método Gravimétrico

Según PLASTER, (2000). “Los métodos gravimétricos miden el porcentaje de peso del suelo que corresponde al agua. El porcentaje de humedad por peso puede entonces convertirse a otras cantidades más útiles”, (Pág. 68).

1.3.1.1 Peso Base

Para medir el porcentaje de humedad de una muestra de suelo por peso, la muestra se pesa y su peso se registra. Entonces se seca al horno y se anota su peso, una vez seca la muestra. La diferencia entre las dos proporciona el peso del agua en el suelo. El porcentaje de humedad es la cantidad de humedad dividida por el peso de secado al horno.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso mojado} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

1.3.1.2 Volumen Base

A menudo es más útil calcular el porcentaje de humedad en un volumen base. Sin embargo es poco práctico medir un volumen de agua en el suelo. Este problema se puede resolver haciendo una determinación de porcentaje de peso y convirtiéndolo en porcentaje de volumen usando las densidades del agua y del suelo (siendo la densidad igual a masa por volumen). La ecuación para la conversión es:

$$\% \text{ agua por volumen} = \% \text{ agua por peso} \times \frac{\text{densidad de volumen del suelo}}{\text{densidad del agua}}$$

1.3.1.3 Profundidad del Suelo Base

Un meteorólogo mide la lluvia en centímetros de agua; la irrigación se mide también en centímetros. Al decir un centímetro de agua caída, los meteorólogos quieren significar que si la lluvia se pudiera acopiar en algo parecido a una bandeja, se cubriría la bandeja en una profundidad de un centímetro. Los centímetros de agua son una unidad cómoda y fácilmente visible que también se puede usar para medir la cantidad de agua de un suelo. Esto puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$\text{centímetros de agua por centímetros de suelo} = \frac{\% \text{ agua por volumen}}{100}$$

1.3.2 Método Rápido

Según EDUARDO NARRO FARIÁS, (1994)

El principio del método rápido (Speedy) se basa en la reacción de la masa de agua contenida en una muestra de suelo, colocada en una cámara especial, con un reactivo (carburo de calcio), lo cual produce un gas que genera una presión dentro de la cámara; tal presión es directamente proporcional al contenido de humedad de la muestra, (Pág. 82).

La cámara especial consta con un manómetro, el cual indica directamente el contenido de agua de la muestra, cuando en la reacción se usa un peso estándar de muestra.

1.3.3 Método del Tensiómetro

El método del tensiómetro o potenciómetro es utilizado ampliamente para determinar total o parcialmente el estado energético del agua del suelo.

Según EDWARD J. PLASTER, (2000).

Desde el punto de vista de la planta, lo importante no es la cantidad de agua que hay en el suelo sino el potencial de agua al que está sujeta. Un dispositivo llamado potenciómetro (o tensiómetro) actúa como una raíz

artificial. Mide el potencial de humedad en el suelo y de esta forma ofrece, desde el punto de vista de la raíz, la cantidad de agua disponible, (Pág. 69).

1.3.4 Método de la Resistencia Eléctrica

Este método se emplea para determinar total o parcialmente el estado energético del agua. Dos electrodos se empotran en un bloque de yeso de fibra de vidrio o de otro material. Una vez en el suelo, el dispositivo mide la resistencia al flujo eléctrico entre los dos electrodos. Es más difícil para la electricidad fluir en un suelo seco que en un suelo húmedo, por lo que la lectura indica el nivel de humedad.

Según PLASTER, (2000). “Los bloques de resistencia trabajan bien entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento”, (Pág. 70).

1.3.5 Método del Dispersor de Neutrones

Según MUÑOZ y RITTER, (2005). “Se basa en el principio de termalización de los neutrones de alta energía emitidos por una fuente radioactiva al colisionar con partículas de igual masa que el neutrón”, (Pág. 133).

Una sonda de neutrón es un tubo largo, que contiene un material radioactivo, que emite un chorro de neutrones. La sonda se inserta en un tubo de acero en el suelo de forma que los neutrones se viertan dentro de éste. El comportamiento del chorro de neutrones depende de la cantidad de agua en el suelo y puede medirse.

1.4 Marco Legal

1.4.1 Constitución de la República del Ecuador

En la Constitución Política del Ecuador del 2008, Capítulo Séptimo, contempla disposiciones sobre los derechos de la naturaleza y en el capítulo segundo, sección cuarta, hace referencia a la biodiversidad y recursos naturales:

En el artículo 71 expresa que: “La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y generación de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda”.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

En el artículo 72 indica que: “La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y

adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas”.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

En el artículo 73 expresa que: “El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional”.

En el artículo 74 indica que: “Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permita el buen vivir”.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

En el artículo 408 indica que: “Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la

biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución”.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota. El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

En el artículo 409 indica que: “Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona”.

El artículo 410 expresa que: “El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria”.

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

Título I. Principios generales: Hace referencia a los fines de los gobiernos autónomos descentralizados.

En el artículo 4 expresa que dentro de sus territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados: “La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de un ambiente sostenible y sustentable”.

En el artículo 41 expresa que: son funciones del gobierno autónomo descentralizado provincial. “Fomentar las actividades productivas y agropecuarias provinciales, en coordinación con los demás gobiernos autónomos descentralizados.”

1.4.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Según la norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados libro vi anexo 2.

“La norma tiene como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental, en lo relativo al recurso suelo. El objetivo principal de la presente norma es preservar o conservar la calidad del recurso suelo para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general”.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso suelo deberán realizarse en los términos de la presente Norma Técnica Ambiental.

1.4.4 Ordenanza Municipal del Cantón Latacunga

Según la ordenanza del plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2012 -2028 del cantón Latacunga, en la sección primera de los objetivos e indicadores, artículo 7 objetivos específicos manifiesta. “El cantón Latacunga brinda a su población, condiciones y oportunidades que le permiten el uso y ocupación democráticos del suelo, de manera organizada, normada y segura (democráticos) del territorio, el acceso equitativo a los servicios básicos y sociales, el usufructo de un ambiente natural y construido sostenibles”.

En la sección tercera modelo de ordenamiento territorial, capítulo III disposiciones normativas y de gestión, sección primera suelo, en el Artículo 11 clasificación general del suelo expresa. “De conformidad con lo definido en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Latacunga, el suelo se clasifica en 3 categorías generales: urbano, urbanizable o de expansión urbana y no urbanizable o rural, que se hallan definidos en el Mapa No 1. Clasificación del suelo del Cantón Latacunga 2012 - 2028 y el Mapa No. 2. Clasificación del suelo del área urbana de Latacunga, 2012 – 2028”.

En el artículo 12 manifiesta las normas para el uso del suelo, “...Se identifican dos ámbitos de aplicación de esta normativa: a) en el territorio cantonal y b) en el área urbana de la ciudad de Latacunga...”

En el artículo 13 se refiere a las normas para la ocupación del suelo. “Se define como ocupación del suelo a la forma en que se utiliza el suelo y en general a cómo se

implantan las distintas edificaciones o instalaciones en las distintas parcelas o lotes del territorio.

Ocupación del Suelo Cantonal y Urbano: la zonificación para ocupar el suelo consta en el Mapa No. 5, Zonificación por tipo de ocupación del suelo en el Cantón Latacunga y en la Tabla No 3. Códigos para ocupación del suelo en el Cantón Latacunga 2012 – 2028.

Y finalmente en el artículo 14 indica los tratamientos territoriales. “Se define como tratamientos territoriales al tipo de acción que debe impulsarse en el territorio – especialmente urbano – urbano, con el fin de conducir los procesos de crecimiento y desarrollo territorial de manera coordinada y eficiente”. Se consideran las siguientes categorías de tratamiento o intervención:

En Zonas Consolidadas:

IC 1 Conservación, para aquellas zonas o áreas que por su valor histórico o patrimonial deben protegerse.

IC 2 Rehabilitación, para aquellas zonas o áreas que por su valor histórico o patrimonial se han deteriorado o se hallan amenazadas y deben recuperarse.

IC3 Renovación, para aquellas zonas que, sin poseer características de bienes patrimoniales, han cumplido su vida útil o cuyas estructuras presentan niveles de

deterioro importantes o amenazan ruina. La renovación implica la observancia estricta de las nuevas disposiciones del Plan para esas zonas.

IC4 Reubicación, para aquellas zonas que presentan riesgos para la seguridad pública o se asientan en zonas de riesgo o de protección natural o afectan a la calidad espacial.

En zonas vacantes o en proceso de consolidación:

IPF Fortalecimiento y consolidación de procesos de ocupación, para aquellas zonas que han alcanzado un nivel primario o intermedio de ocupación y cuyos usos y forma de ocupación no afecten al nuevo modelo de ordenamiento territorial.

IPD Fomento de nuevos desarrollos, para aquellas zonas vacantes o con mínima ocupación, que pueden recibir asentamientos en condiciones afines a las disposiciones del Plan.

En zonas naturales:

IN1 Protección, Recuperación o Usufructo en condiciones de sostenibilidad, para aquellas de zonas con recursos naturales o áreas de protección.

IN2 Suspensión y congelamiento de uso, para aquellas zonas o áreas que por su condición no pueden recibir nuevos asentamientos de población.

Las características de los tratamientos o intervenciones constan en la Memoria Técnica del Plan y la zonificación correspondiente en el Mapa No. 8 Zonificación por tratamientos territoriales en el Cantón Latacunga, 2012 - 2028. La zonificación que contiene este Mapa al igual que los anteriores, implica obligatoriedad general.

Para su cumplimiento, la Municipalidad emitirá y aplicará una política especial que permita estimular las acciones de los actores territoriales en orden a las disposiciones del Plan.

1.5 MARCO CONCEPTUAL

Actividad geológica: Proceso por el cual el paisaje y el relieve cambian con el transcurso de largos períodos de tiempo.

Agregados: Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Capacidad de campo: Es el contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo luego de saturación o de haber sido mojado abundantemente y después dejado drenar libremente, evitando pérdida por evapotranspiración hasta que el Potencial

hídrico del suelo se estabilice (alrededor de 24 a 48 horas después de la lluvia o riego).

Cáusticos: Se aplica a la sustancia que quema y destruye los tejidos orgánicos.

Contenido de agua: Es la cantidad de agua contenida en un material, tal como el suelo (la humedad del suelo), las rocas, la cerámica o la madera medida en base a análisis volumétricos o gravimétricos.

Corrosión: La corrosión es una reacción química (oxidorreducción) en la que intervienen tres factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua, o por medio de una reacción electroquímica.

Densidad: En física y química, la densidad (símbolo ρ) es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia. La densidad media es la razón entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.

Electrodo: Un electrodo es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito.

Estructura: Es la disposición y orden de las partes dentro de un todo.

Evapotranspiración: Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

Fracción: El término fracción hace referencia a una cantidad dividida por otra cantidad.

Geológicas: El término geológico se emplea para referir a todo aquello que está vinculado o es propio de la geología. Tal es el caso de una era geológica, el estudio geológico de una zona, el tiempo geológico en el que tal fenómeno tuvo lugar, entre otros.

Glasaciones: Una glaciación, es un periodo de larga duración en el cual baja la temperatura global del clima de la tierra, dando como resultado una expansión del hielo continental de los casquetes polares y los glaciares.

Gravimétrica: La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica y por último sin llevar a cabo el análisis por volatización.

Hidróxidos: Los hidróxidos son un grupo de compuestos químicos formados por un metal y uno o varios aniones hidroxilos, en lugar de oxígeno como sucede con los óxidos.

Higroscopicidad: La higroscopicidad es la capacidad de los materiales para absorber la humedad atmosférica.

Intemperismo: Es el proceso de transformación química de las rocas en suelo por eso se dice que la formación de suelo es sinónimo de intemperismo.

Metamorfismo: Es un conjunto de procesos que ocurren en zonas profundas de la corteza terrestre que cambian la textura o la composición mineralógica de las rocas, o ambas cosas, sin que las rocas pierdan su estado sólido.

Microscópica: Que tiene un tamaño tan pequeño que solamente puede verse a través de un microscopio.

Origen ígneo: Roca originada por la masa de materiales en fusión existentes en el interior de la Tierra al enfriarse y endurecerse con el transcurso del tiempo.

Parámetros: Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva.

Partícula: Una partícula de un cuerpo es la menor porción de materia de ese cuerpo que conserva sus propiedades químicas. Pueden ser átomos, iones, moléculas o pequeños grupos de las anteriores especies químicas.

Porosidad: La porosidad es la capacidad de un material de absorber líquidos o gases. También es el tamaño y número de los poros de un filtro o de una membrana semipermeable.

Potencial hídrico: El potencial hídrico hace referencia a la energía potencial del agua, o sea, la energía libre que poseen las moléculas de agua para realizar trabajo.

Radioactividad: La radioactividad es la propiedad que presentan algunas sustancias de emitir radiaciones ionizantes. Las radiaciones ionizantes son partículas con una gran energía que son capaces de alterar y dañar moléculas a su paso al atravesar la materia.

Resistencia o resistor: Componente diseñado para introducir una resistencia eléctrica en un circuito.

Rocas metamórficas: Las rocas metamórficas son las que se forman a partir de otras rocas mediante un proceso llamado metamorfismo.

Sedimento: Es un material sólido acumulado sobre la superficie terrestre (litósfera) derivado de las acciones de fenómenos y procesos que actúan en la atmósfera, en la hidrosfera y en la biosfera (vientos, variaciones de temperatura, precipitaciones meteorológicas, circulación de aguas superficiales o subterráneas, desplazamiento de masas de agua en ambiente marino o lacustre, acciones de agentes químicos, acciones de organismos vivos).

Sonda: Es un objeto de manipulación remota cuya misión es llegar a un objetivo prefijado y realizar algún tipo de acción o mandar información.

Textura de suelo: La textura del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas variadas partículas elementales que pueden conformar un sustrato.

Topografía: Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

Tóxicos: Sustancia venenosa o que produce efectos nocivos sobre el organismo.

CAPÍTULO II

2. UNIDAD DE ESTUDIO Y PROCESOS METODOLÓGICOS

Este estudio se centra en la determinación del porcentaje de humedad y el establecimiento de los puntos notables de agua con respecto al recurso ambiental suelo utilizado en la agricultura del barrio Chantán. A continuación se presenta información general del barrio en mención, esto permitirá comprender de mejor manera el contexto en el que se desarrolla el trabajo de investigación.

2.1 Línea Base

El presente trabajo de investigación se realizó en base a la información secundaria más relevante recopilada durante la primera fase de estudio.

Además, se realizó visitas de campo, se levantó percepciones a través de entrevistas con los habitantes del barrio, y se tomó muestras de suelo para los respectivos análisis.

2.1.1 Localización del Área de Estudio

El barrio Chantán está ubicado en la zona rural del cantón Latacunga a 2914 metros sobre el nivel del mar al occidente del Campus de la Universidad Técnica de Cotopaxi, pertenece a la parroquia urbana Eloy Alfaro, más conocida y nombrada como San Felipe al noroccidente de la ciudad de Latacunga.

En el lugar se encuentra asentamientos humanos, áreas agrícolas, áreas industriales, y cerca de la zona en estudio áreas mineras, teniendo como límites los siguientes barrios:

Norte: Barrio Guápulo.

Sur: Barrios Loma de Cofres y Brazales.

Este: Barrio Las Cuatro Esquinas.

Oeste: Barrios Santo Samana y Brazales.

2.1.1.1 Ubicación Política Territorial

- Provincia: Cotopaxi
- Cantón: Latacunga
- Parroquia: Eloy Alfaro
- Barrio: Chantán

2.1.1.2 Ubicación Geográfica

El sector se localiza en la Cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos y del valle interandino, jurisdiccionalmente se encuentra en el cantón Latacunga. En las coordenadas UTM:

- Zona 17.
- 0762212 Este.
- 9898670 Norte.
- Altitud: 2 914 msnm.

En la figura 2-1 se indica la ubicación geográfica del barrio Chantán.

Figura 2-1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL BARRIO CHANTÁN



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2013.

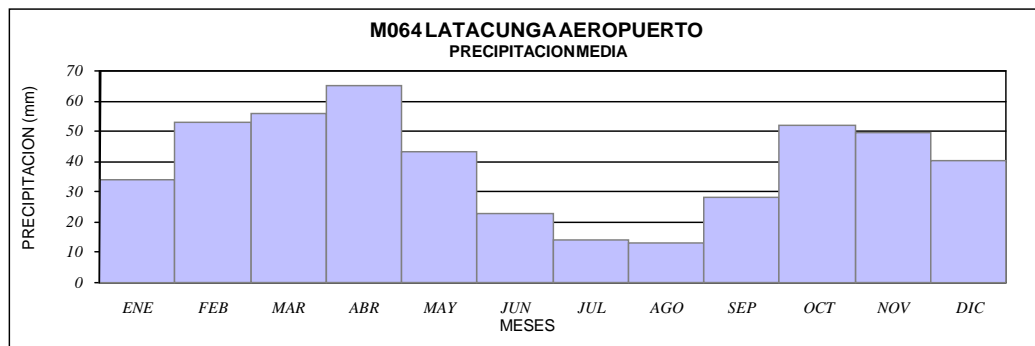
Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

2.1.1.3 Condiciones Ambientales

Por su ubicación geográfica y geomorfología el clima de Latacunga es templado seco, el período lluvioso va desde el mes de Octubre a Mayo, mientras que el verano se presenta entre los meses de Junio y Septiembre. Los meses más lluviosos son Abril y Octubre, los más secos son Julio y Agosto.

En el gráfico 2-1 se presenta las precipitaciones vs los meses.

Gráfico 2-1 PRECIPITACIONES VS MESES



Fuente: INAMHI, 2005.

El viento y su dirección se relacionan con la gradiente de temperatura y el desplazamiento de masas de aire. La velocidad mínima mensual registrada es del orden de los 0.3 km/hora, la media es 2.2 km/hora, y la máxima de 4.9 km/hora. La dirección predominante de los vientos es S y SE.

La zona de estudio tiene una evaporación media de 1150 mm anuales. La distribución media mensual, de aproximadamente 105 mm a lo largo del año muestra una distribución relativamente uniforme pero importante, puesto que sobrepasa en mucho a los valores medios de la precipitación, lo que demuestra las condiciones críticas de la disponibilidad de agua que se da en la zona.

- Temperatura promedio: 12 °C.
- Humedad relativa: oscila entre 58% - 86%
- Precipitación anual: oscila entre 250 mm – 500 mm.
- Nubosidad media: varía entre los 4 y 7 octavos.

2.1.2 Área de Influencia

El área de influencia corresponde al barrio Chantán y sus habitantes, lugar en el cual se desarrolló esta investigación con la finalidad de determinar el porcentaje de humedad y establecer los puntos notables de agua del suelo utilizado en la agricultura.

La figura 2-2 se ilustra de manera general el área de influencia directa del proyecto.

Figura 2-2 VISTA SATELITAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA



Fuente: Google earth, 2013.

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El área de influencia se ubica en el graben de Quito o fosa interandina, la cual es una estructura sobrepuesta en el flanco occidental del anticlinario de la cordillera Real. La fosa está rellena en su mayoría por lavas andesíticas, depósitos lagunar-continetales y fluvioglacial es de edades Neógeno-cuaternaria, formadas en condiciones de un relieve alto-montañoso.

En la base de esta estructura se localizan las vulcanitas Pisayambo, las cuales posiblemente forman una mesa, sobre la cual se originaron los enormes estratovolcanes.

2.1.3 Geología Local

Según la carta geológica de Latacunga, se encuentra formada por una variedad de depósitos sedimentos fluvio-lacustre; constituido de limo, arenas, tobas y material conglomerático dispuestos irregularmente, sobre estos se han depositado un flujo potente de pómez.

La pómez consiste de un aglutinado tobáceo no consolidado y material volcánico conglomerático en una matriz arcillosa, constituido por pedazos de piedra pómez de dimensiones variables (20-200 mm) y polvo volcánico. La piedra pómez presenta estructura fluidal porosa, con contenido de partículas finísimas de cuarzo, magnetita y pequeños fenocristales de piroxeno.

La presencia de Cangahua, se encuentra cubriendo gran parte de Latacunga, constituye una composición de ceniza de color café-amarillento y de composición andesítica.

2.1.4 Uso Actual del Suelo

En la actualidad el uso del suelo ha sufrido modificaciones a consecuencia de la actividad antrópica, de las que se puede mencionar: asentamiento poblacional, ampliación de la frontera agrícola, fabricación de bloques, etc. Cambios efectuados que han modificado el paisaje natural de la zona.

2.1.4.1 Cultivos

Dentro de los cultivos podemos mencionar al maíz como el principal debido a que en la mayoría de terrenos se observa a este cultivo, en menor porcentaje siembran chocho, arveja, frejol, y en una mínima cantidad cebada, quinua, habas, zambo, zapallo.

2.1.4.2 Ganadería

La población se dedica a la crianza de ganado bovino, ovino, porcino; cuyes, conejos y aves de corral. Esto lo realiza n para consumo familiar y la comercialización, así de esta manera obtener un rédito económico.

2.1.5 Zona de Vida Ecológica






De acuerdo a la clasificación de zonas de vida ecológica del Dr. Leslie Holdridge, actualizado por el Ing. Luis Piñadas (1983), le corresponde estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB) y según el mapa bioclimático está en la región (5) seco temperado.





2.1.5.1 Flora Local






La vegetación de esta zona desde el punto de vista florístico las especies vegetales han sido desplazadas, se puede observar árboles de capulí, eucalipto, ciprés, pino, aliso, chilco, marco, sig-sig, retama, tuna, iguilán, hierba mora, malva, uvilla, maíz, frejol, chocho, cebada, nabo, zambo, zapallo, llantén, platanillo, bledo, iso, chamico, shaire, tamo, ñachag, canayuyo, verbena, diente de león, paico, siempre viva, cardo


santo, trébol, milín, paja, kikuyo, alfalfa, sábila, cabuya blanca, cabuya negra esta última como linderos de terrenos integran éste paisaje al entorno actual del área de influencia.

Tabla 2-1 RESUMEN DE LA FLORA LOCAL

ESPECIE (Nombre Común)	ESPECIE (Nombre Científico)	FOTO
Capulí	<i>Prunus salicifolia</i>	
Eucalipto	<i>Eucalyptus citriodora</i>	
Ciprés	<i>Cupressus macrocarpa</i>	
Pino	<i>Pinus pinaster aiton</i>	
Retama	<i>Retama sphaerocarpa</i>	

ESPECIE (Nombre Común)	ESPECIE (Nombre Científico)	FOTO
<p>Sig-sig</p>	<p><i>Cortaderia selloana</i></p>	
<p>Tuna</p>	<p><i>Opuntia ficus-indica</i></p>	
<p>Penco negro</p>	<p><i>Agave americano</i></p>	
<p>Malva</p>	<p><i>Malva sylvestris</i></p>	
<p>Chilco</p>	<p><i>Baccharis polyantha</i></p>	
<p>Marco</p>	<p><i>Franseira artemisoides</i></p>	

ESPECIE (Nombre Común)	ESPECIE (Nombre Científico)	FOTO
Chamico	<i>Datura stramonium</i>	
Uvilla	<i>Physalis peruviana</i>	
Milín	<i>Lolium perenne</i>	
Ñachag	<i>Kumth apiaceae</i>	
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	

ESPECIE (Nombre Común)	ESPECIE (Nombre Científico)	FOTO
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.



2.1.5.2 Fauna Local

Debido a la intervención del hombre y los cambios que ha sufrido el uso del suelo, las especies faunísticas han migrado, otras se han adaptado a éstas condiciones y a este medio.

En el área de influencia se ha observado mamíferos pequeños como ratón, rata, raposa, chucuri; aves comunes del sector como tórtola, mirlo, guiragchuro, quilico, paloma, pica flor o quinde, gorrión; anfibios y reptiles como: lagartija, rana, sapo y variedad de insectos como: hormigas, arañas, mariposas, escarabajos, gusanos, cien pies, mil pies, alacrán, caracol, lombriz de tierra, cochinillas de humedad, saltamontes, mariquitas, abejas, corta pelos, zancudos, moscas; se puede apreciar además animales domésticos que han sido introducidos por la población desde hace mucho tiempo para complementar la dieta diaria y otros en calidad de mascotas como son: vacas, ovejas, chanchos, cuyes, conejos, gallinas, palomas, perros y gatos.

En la tabla 2-2 se presenta la fauna más relevante del sector.




Tabla 2-2 RESUMEN DE LA FAUNA LOCAL

ESPECIE (Nombre común)	ESPECIE (Nombre científico)	FOTO
Vaca	<i>Bos taurus</i>	
Oveja	<i>Ovis aries</i>	
Chancho	<i>Sus domesticus</i>	
Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	

ESPECIE (Nombre común)	ESPECIE (Nombre científico)	FOTO
Cuy	<i>Cavia porcellus</i>	
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	
Gato	<i>Felis silvestris catus</i>	
Ratón	<i>Apodemus sylvaticus</i>	
Rata común	<i>Rodentia rattus</i>	

ESPECIE (Nombre común)	ESPECIE (Nombre científico)	FOTO
Raposa	<i>Didelphys azarae</i>	
Chucuri	<i>Mustela frenata</i>	
Gallo/Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>	
Paloma	<i>Columba livia</i>	
Tórtola	<i>Zenaidura macroura</i>	

ESPECIE (Nombre común)	ESPECIE (Nombre científico)	FOTO
Mirlo	<i>Turdus chiguanco</i>	
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>	
Quilico	<i>Falco sparverius</i>	
Lagartija	<i>Podarcis. Sp.</i>	
Sapo	<i>Bufo bufo</i>	

ESPECIE (Nombre común)	ESPECIE (Nombre científico)	FOTO
Mariposa alas de encaje	<i>Cethosia hypsea</i>	
Abeja	<i>Apis mellifera</i>	
Hormiga negra	<i>Camponotus mus</i>	
Cortapelos	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

2.1.6 Actividad productiva de la Zona

Las actividades productivas están destinadas a cultivos como maíz, frejol, chocho cebada, etc.; cuidado y comercio informal de animales domésticos (vacas, chanchos, cuyes, conejos, aves de corral, etc.), también se dedican a la fabricación y embarque de bloques a fin de mejorar el nivel de vida de sus hogares.

2.1.7 Servicios Básicos

El sector cuenta con los servicios básicos de alcantarillado, energía eléctrica, agua entubada, servicio telefónico e internet, recolección de basura, una línea de transporte urbano de la compañía Sultana del Cotopaxi, una cancha deportiva de uso múltiple y la vía de acceso principal asfaltada.

2.2 Metodología

Durante el proyecto se realizó visitas de campo con la finalidad de tener una visión generalizada del área de estudio, reconocer In-situ las condiciones físicas y geográficas del suelo; para planificar el muestreo y los análisis de laboratorio.

En el desarrollo del trabajo de campo se utilizó el método descriptivo para describir objetivamente las características de la zona en estudio. En la fase de pruebas de laboratorio se empleó el método inductivo mediante la observación y la experimentación para desarrollar una propuesta de conservación y manejo del recurso ambiental suelo con respecto a la agricultura ecológica, también se recurre al método

hipotético-deductivo, para inferir en enunciados particulares, que en este caso son las conclusiones y recomendaciones de este proyecto de investigación.

Además se recurre a técnicas como la observación, pues mediante la cual se estableció los puntos de muestreo, la medición y evaluación se la aplico para obtener los resultados de los análisis de laboratorio, la bibliográfica para obtener la información documental necesaria para el desarrollo de este proyecto de titulación, análisis de resultados nos permitió establecer las conclusiones de la investigación.

2.2.1 Muestreo de Suelo

El muestreo de suelo se lo realizó en el barrio Chantán, para lo cual, al sector se lo dividió en tres áreas, considerando la ubicación geográfica mediante las coordenadas UTM y la cota, la superficie total de muestreo es de 756634.33 m².

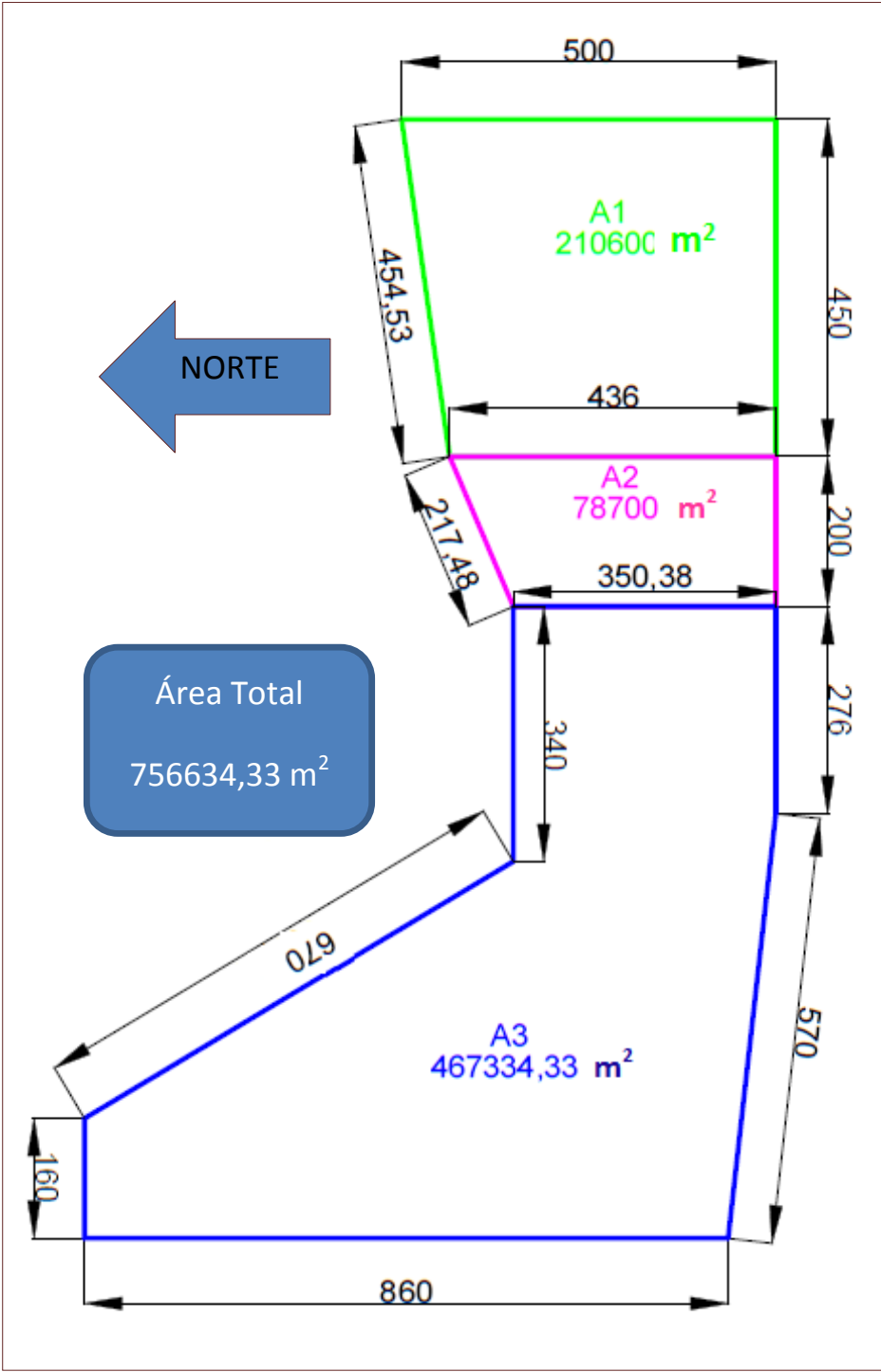
El muestreo se lo efectuó al azar siguiendo una trayectoria en zig-zag a 20 y 40 centímetros de profundidad. La toma de muestras se lo ejecutó por cuatro ocasiones diferentes en los meses de: Julio, Agosto, Septiembre y Octubre con el objeto de realizar análisis físicos para determinar el porcentaje de humedad y establecer los puntos notables de agua, a más de lo descrito, se efectuó análisis químicos para caracterizar el suelo en tres muestras representativas a 20 centímetros de profundidad correspondientes a las áreas descritas en la tabla 2-3 sectorización de las áreas en estudio.

Procedimiento:

1. Limpiar la superficie del suelo.
2. Hacer un hoyo de 40 centímetros de lado por 20 centímetros de profundidad, con las paredes inclinadas en forma de V.
3. Tomar una muestra de una de las paredes, con un machete retirar los extremos laterales dejando una tajada.
4. Colocar en un balde limpio e identificarlo.
5. Cavar de 20 a 40 centímetros de profundidad con las paredes inclinadas en forma de V, repetir los puntos 3 y 4.
6. Repetir esta operación de 8 a 15 veces por cada área muestreada siguiendo una línea en zig-zag.
7. Homogenizar bien las submuestras en un plástico grande, cuartear, tomar una muestra representativa e identificar correctamente.

A continuación se indica en la figura 2-3 un plano a escala 1:100 de las áreas en estudio, y en la tabla 2-3 se detalla las áreas con su extensión, coordenadas UTM y altitud.

Figura 2-3 PLANO DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Tabla 2.3 SECTORIZACIÓN DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO

ZONA 17			
NOMBRE	COORDENADAS UTM	ALTITUD	SUPERFICIE
ÁREA 1 (A1)	0762506 E	2888 msnm	0,2106 Km ²
	9898314 N		
ÁREA 2 (A2)	0761954 E	2921 msnm	0,0787 Km ²
	9898448 N		
ÁREA 3 (A3)	0761467 E	2922 msnm	0,4673 Km ²
	9899158 N		

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Precauciones de muestreo:

No mezclar muestras de diferente profundidad.

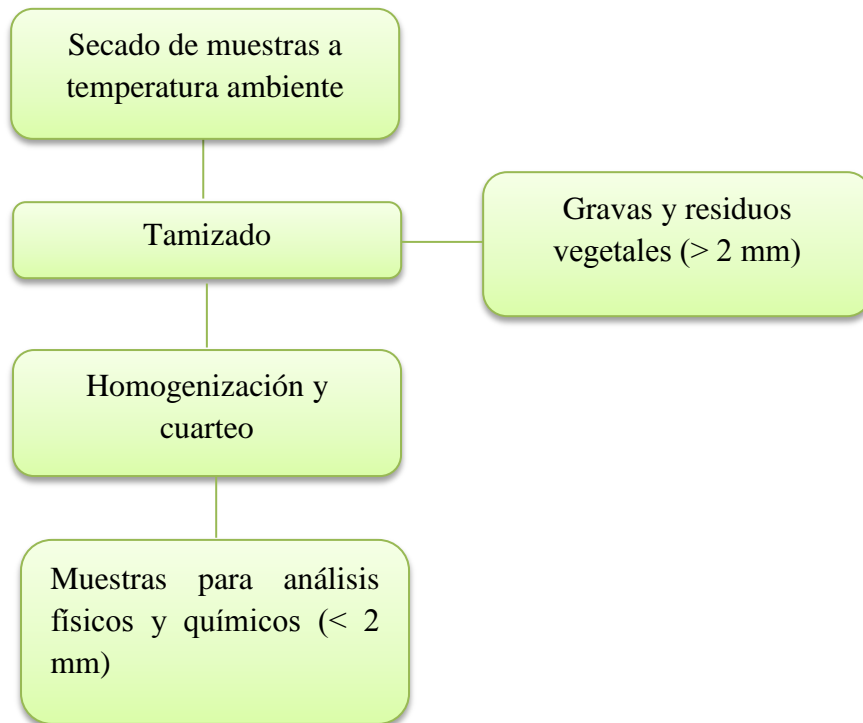
No muestrear en los siguientes lugares:

1. Lugares donde hayan fertilizado recientemente.
2. Junto a cercas, zanjas o caminos.
3. En sitios donde haya acumulación de estiércol.
4. Lugares donde hayan quemado recientemente.

5. En zonas muy pantanosas.
6. En terrenos que tengan acumulación de sales.

Las muestras representativas siguen el procedimiento que se detalla en la figura 2-4, previo a los análisis físicos y químicos.

Figura 2-4 DIAGRAMA DEL PROCESO PREVIO A LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUELO



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

A continuación se menciona los análisis físicos y químicos, que se realizaron a las muestras de suelo con la finalidad de caracterizar, diagnosticar y analizar el

porcentaje de humedad, establecer los puntos notables de agua y elaborar una propuesta de manejo y conservación de suelo con respecto a la agricultura ecológica en el barrio Chantán.

Análisis Físicos:

- Determinación de la humedad del suelo.
- Determinación de la densidad aparente.
- Determinación de la densidad real.
- Determinación de la porosidad.
- Determinación del d80 del suelo.
- Determinación de la textura del suelo.*
- Determinación de la capacidad de campo.
- Determinación del punto de marchitez permanente.
- Determinación del poder retentivo del agua de un suelo.
- Determinación del coeficiente de higroscopicidad.

Análisis Químicos:

- Determinación de la acidez del suelo.
- Determinación de la conductividad eléctrica.
- Determinación de los elementos totales en el suelo.
- Determinación de cationes cambiabiles del suelo. *
- Determinación de materia orgánica.*
- Determinación de macronutrientes.*
- Determinación de micronutrientes.*
- Determinación de nitratos.*
- Determinación de sulfatos.*

Los análisis marcados con un asterisco (*), corresponden a los que se envió al Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas del INIAP de la estación experimental “Santa Catalina”, para su correspondiente análisis razón por la cual no se detalla su procedimiento.

Los análisis químicos para determinar la fertilidad del suelo se los practicó únicamente a 3 muestras tomadas a 20 centímetros de profundidad, los análisis para determinar el porcentaje de humedad se los realizó a las muestras representativas tomadas en los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre a 20 y 40 centímetros de profundidad, y para establecer los puntos notables de agua se efectuó en tres muestras representativas a 20 y 40 centímetros de profundidad que corresponden al área 1, 2, y 3; detalladas en la tabla 2-3 de la sección 2.3.1.

En los siguientes párrafos se presenta el detalle del procedimiento que se realizó, a los diferentes análisis físicos y químicos en las muestras de suelo, en el Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional.

2.2.2 Determinación de la Humedad del Suelo

Mediante la determinación de la humedad conoceremos la cantidad de agua absorbida por el suelo a expensas de la humedad atmosférica.

La humedad del suelo es un parámetro necesario en casi todos los estudios de laboratorio para reportar varias propiedades físicas y químicas.

Procedimiento:

1. Pesar 10 g de suelo en un crisol de porcelana previamente tarado.
2. Secar sin tapar por dos horas en una estufa a 110 °C.

3. Poner a enfriar el recipiente en un desecador y pesar de nuevo.

Cálculos:

$$\% \text{ Humedad Gravimétrica} = \frac{PSH-PSS}{PSS} \times 100 \quad [2-1]$$

Dónde:

PSH = Peso en gramos de la muestra de suelo húmedo.

PSS = Peso en gramos de la muestra de suelo seco.

$$\% \text{ Humedad Volumétrica} = \frac{\text{volúmen de agua en el suelo}}{\text{volumen total de suelo}} \times 100 \quad [2-2]$$

La relación entre la humedad volumétrica y la humedad gravimétrica es:

$$HV = \frac{(Pa)(Hg)}{Pag} \quad [2-3]$$

Dónde:

HV = Humedad volumétrica.

Hg = Humedad gravimétrica.

Pa = Densidad aparente del suelo.

Pag = Densidad del agua.

2.2.3 Determinación de la Densidad Aparente

La densidad aparente es también conocida como densidad de volumen o bulk, se refiere a la relación entre el peso y la unidad de volumen de una masa de suelo incluyendo su espacio poroso y se expresa en g/cm^3 .

Procedimiento:

1. Tomar un cilindro de volumen conocido, previamente tarado.
2. Colocar una muestra representativa de suelo seco al aire.
3. Enrasar y registrar su peso y volumen.

Cálculos:

$$D_a = \frac{W_{ods}}{V_c} \quad [2-4]$$

Dónde:

D_a = Densidad aparente.

W_{ods} = Peso de suelo.

V_c = Volumen del cilindro.

2.2.4 Determinación de la Densidad Real

La densidad real o de partículas de un suelo es la relación que existe entre la masa de las partículas sólidas y el volumen ocupado por las mismas, sin tomar en cuenta el espacio poroso.

La densidad real de una muestra de suelo se puede calcular cuantificando su masa y su volumen. Su masa se determina por peso y el volumen por la densidad y la masa de agua u otro fluido desplazado por la muestra, y se expresa en g/cm^3 .

Procedimiento:

1. Pesar un picnómetro limpio y seco con la tapa, introducir 1g de suelo seco al aire.
2. Limpiar las partículas de suelo que se hayan adherido al cuello del picnómetro.
3. Pesar el picnómetro con el suelo y la tapa.
4. Adicionar agua al picnómetro hasta la mitad de su volumen. Remover el aire de todo el conjunto, agitando suavemente.
5. Agregar agua hasta llenar completamente el picnómetro.
6. Colocar la tapa, secar la parte exterior del picnómetro y pesar.
7. Retirar el contenido del picnómetro.
8. Introducir agua en el picnómetro hasta llenarlo completamente.
9. Colocar la tapa, secar la parte exterior del picnómetro y pesar.

Cálculos:

$$D_r = \frac{1}{1 + \frac{(W_4 - W_3)}{(W_2 - W_1)}} \quad [2-5]$$

Dónde:

D_r = Densidad real.

W_1 = Peso del picnómetro limpio y seco.

W_2 = Peso del picnómetro más el suelo.

W_3 = Peso del picnómetro lleno con suelo y agua.

W_4 = Peso del picnómetro lleno con agua.

2.2.5 Determinación de la Porosidad

La porosidad del suelo se define como como el cociente entre el volumen de poros de una muestra y su volumen total aparente, esta característica se determina con base en la densidad real y aparente. Esta juega un papel preponderante en el desarrollo de las plantas, ya que determina la relación aire-agua.

Cálculos:

$$\% \text{ Porosidad} = \left[1 - \frac{D_a}{D_r} \right] \times 100 \quad [2-6]$$

Dónde:

D_a = Densidad aparente.

D_r = Densidad real.

2.2.6 Determinación del d_{80} del Suelo

Este análisis permite determinar un tamaño de partícula representativo de una muestra que tiene una distribución granulométrica de diferentes tamaños.

La distribución de tamaño de partículas se refiere a las proporciones porcentuales en peso seco de los diferentes tamaños de las partículas que contienen un determinado suelo.

Procedimiento:

1. Pesar 300 g de suelo seco al aire.
2. Deslamar en un tamiz de 0,038 mm.
3. Recoger la fracción $> 0,038$ mm en una bandeja, poner a secar a 105 °C, y pesar.
4. Preparar una serie de tamices ASTM. N° 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150, 200, 270, 325, 400.
5. Colocar la muestra en la serie de tamices y dejar a tamizar por 15 minutos.

6. Pesar la fracción retenida en cada uno de los tamices.

2.2.7 Determinación de la Capacidad de Campo

La capacidad de campo se define como la cantidad de agua que un suelo retiene en contra de la fuerza de gravedad cuando se le deja drenar libremente.

Debido al sistema dinámico del agua en el suelo, la capacidad de campo no es un valor único del suelo. No puede determinarse con precisión debido a que no existe en el tiempo discontinuidad en la curva de humedad, sin embargo, este concepto es de gran utilidad para la estimación de la cantidad de agua contenida en el suelo, de la que puede disponer las plantas.

Método de la columna de suelo:

Este método consiste en saturar una columna de aproximadamente 5 cm de diámetro por 25 cm de longitud con 200 g de suelo.

Procedimiento:

1. Pesar 200 g de suelo seco al aire.
2. Transferir el suelo a la columna y saturar con agua.
3. Dejar drenar el agua libremente, luego extraer el suelo de la columna.

4. Dividir en tres partes iguales y determinar el contenido de humedad de la parte central por el método gravimétrico, cuyo valor es, el de capacidad de campo.

Cálculos:

$$CC = \frac{(pmh)-(pms)}{pms} \times 100 \quad [2-7]$$

Dónde:

CC = Capacidad de campo.

pmh = Peso muestra de suelo húmedo.

pms = Peso muestra de suelo seco.

2.2.8 Determinación del Punto de Marchitez Permanente

El punto de marchitez permanente se puede definir como el límite más bajo de almacenamiento de agua del suelo para el crecimiento de las plantas y que está en función de las mismas plantas.

Procedimiento del método de la membrana de presión:

Este método consiste como sigue.

1. Pesar 1 kg de muestra de suelo.
2. Saturarla con 2 litros de agua.
3. Colocar en un filtro prensa a una presión de 60 psi para desalojar el agua retenida a menor presión y dejar durante 12 horas a 20 psi.
4. Calcular el punto de marchitez permanente por el método gravimétrico.

Cálculos:

$$PMP = \frac{(pmh)-(pms)}{pms} \times 100 \quad [2-8]$$

Dónde:

PMP = Punto de marchitez permanente.

pmh = Peso muestra de suelo húmedo.

pms = Peso muestra de suelo seco.

2.2.9 Determinación del Poder Retentivo del Agua de un Suelo

El poder retentivo de un suelo es la cantidad de agua que puede retener, después de perder el agua de gravitación.

Procedimiento:

1. Pesarse un embudo pequeño con papel filtro mojado adherido al mismo (P1).
2. Colocar suelo seco sobre el embudo con el papel filtro mojado y pesarlo (P2).
3. Con una piseta mojar el suelo hasta empapararlo bien con el agua y dejarlo escurrir.
4. Finalmente secar el extremo inferior del embudo y pesarse el conjunto (P3).

Cálculos:

$$\% \text{ Poder Retentivo} = \frac{P3-P2}{P2-P1} \times 100 \quad [2-9]$$

Dónde:

P2 – P1 = Peso del suelo.

P3 – P2 = Peso del agua retenida.

2.2.10 Determinación del Coeficiente de Higroscopicidad

El coeficiente de higroscopicidad es el porcentaje de agua que permanece en un suelo seco al aire.

Procedimiento:

1. Colocar 10 g de muestra de suelo seco al aire en un crisol de porcelana previamente tarado.
2. Secar sin tapar durante dos horas en una estufa a 110 °C.
3. Poner a enfriar el recipiente en un desecador y pesar de nuevo.

Cálculos:

Se realiza el cálculo mediante la ecuación [2-1] de la sección 2.3.2

2.2.11 Determinación de la Acides del Suelo

La acides está determinada por la presencia de protones en la solución del suelo y se mide por la actividad de iones de hidrógeno, la cual se expresa en términos de pH.

Procedimiento:

1. Pesar 10 g de suelo seco y tamizado a < 2 mm en un vaso de precipitación.
2. Colocar 25 ml de agua destilada.
3. Agitar a 4 rpm en una plancha de agitación magnética, durante 30 min.
4. Dejar reposar durante 1 h.
5. Sumergir el electrodo del pHmetro en la solución clarificada hasta tener una lectura constante.

2.2.12 Determinación de la Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es utilizada normalmente para indicar la concentración total de componentes ionizantes en las soluciones.

Procedimiento:

1. Pesar 10 g de suelo seco y tamizado a < 2 mm en un vaso de precipitación.
2. Colocar 25 ml de agua destilada.
3. Agitar a 4,5 rpm en una plancha de agitación magnética, durante 30 min.
4. Dejar reposar durante 1 h.
5. Filtrar la suspensión a través de papel filtro.
6. Sumergir el electrodo en la solución clarificada hasta tener una lectura constante.

2.2.13 Determinación de los Elementos Totales en el Suelo

Los elementos totales en el suelo se determinan mediante disgregación ácida, para lo cual se utiliza reactores de teflón que se colocan en el microondas para su disgregación, la lectura de los elementos se obtiene mediante absorción atómica.

Procedimiento:

1. Pesar 0.1 g de muestra de suelo seco y tamizado a < 2 mm.
2. Añadir 3 ml de HNO_3 y 3 ml de HF, realiza r este punto en una sorbona.
3. Tapar el reactor y colocar en el microondas durante 2.5 minutos por reactor.
4. Dejar enfriar el reactor en una nevera durante al menos 30 minutos.
5. Adicionar 5 ml de HCl, volver a tapar y repetir el punto 3 y 4.
6. Colocar la solución en un matraz volumétrico de 100 ml y aforar con agua destilada.
7. Determinar la concentración del elemento deseado utilizando el equipo de absorción atómica. En este caso se determinó el contenido de sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc, níquel y plomo.

Cálculos:

$$\% \text{ elemento } X = \frac{mg X}{L} \times \frac{L \text{ aforo}}{mg \text{ muestra}} \times 100 \quad [2-10]$$

$$ppm X = \frac{mg X}{L} \times \frac{L \text{ aforo}}{Kg \text{ muestra}} \quad [2-11]$$

Dónde:

X = Elemento que se requiere determinar.

2.3 Resultados y Discusión de los Análisis Físicos del Suelo

2.3.1 Humedad del Suelo

La determinación del contenido de humedad del suelo se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.2.

Los análisis corresponden a las muestras A1, A2 y A3 tomadas los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre del 2013 en el barrio Chantán, las misma que se analizaron en el laboratorio del Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional y los resultados se presentan en la tabla 2-4.

Tabla 2-4 PORCENTAJE DE HUMEDAD EN EL SUELO

Fecha Muestreo	Muestra	Profundidad Muestreo	% Humedad	Profundidad Muestreo	% Humedad
27-07-2013	A1	20 c m	1,59	40 cm	5,47
	A2		0,73		3,59
	A3		2,33		8,30
07-08-2013	A1	20 cm	2,37	40 cm	5,74
	A2		1,97		4,50
	A3		2,95		7,91
01-09-2013	A1	20 cm	2,09	40 cm	4,75
	A2		1,81		3,31
	A3		2,06		3,92
19-10-2013	A1	20 cm	10,39	40 cm	6,80
	A2		7,75		4,93
	A3		9,20		5,31

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Las muestras del 27-07-2013 a 20 centímetros de profundidad tienen porcentajes de humedad en un rango de 1.59-2.33, y a 40 centímetros de profundidad tienen porcentajes de humedad entre 3.59–8.30 lo que indica que los contenidos más altos de humedad se encuentran a 40 centímetros de profundidad, probablemente se debe a que el suelo no ha recibido un aporte significativo de agua lluvia, debido a que es la única vía de suministrar agua al suelo, pues el sector no dispone de agua de regadío, lo cual es un limitante en la producción.

En las muestras del 07-08-2013 a 20 centímetros de profundidad los porcentajes de humedad están entre 1.97–2.95 y a 40 centímetros de profundidad tienen porcentajes de humedad en un rango de 4.50–7.91, el suelo en su parte superior presenta niveles inferiores de humedad en relación a mayor profundidad, posiblemente esto está relacionado con el movimiento del agua en el suelo que se infiltra y una parte de ella se pierde por evaporación o evapotranspiración.

Las muestras de suelo del 01-09-2013 a 20 centímetros de profundidad tienen porcentajes de humedad en un rango de 1.81–2.09 y, a 40 centímetros de profundidad tienen porcentajes de humedad entre 3.31–4.75, el porcentaje de humedad del suelo tanto en la parte superior como en la inferior no presenta una diferencia marcada en relación a las dos fechas anteriores de muestreo, esto puede deberse a que estos meses están considerados como secos ya que las precipitaciones son mínimas y se pierde por evaporación en presencia de los rayos solares, al no existir la cantidad ni el tiempo adecuado para que el agua se infiltre.

En las muestras de suelo del 19-10-2013 a 20 centímetros de profundidad el porcentaje de humedad está entre 7.75–10.39 y, a 40 centímetros de profundidad tienen porcentajes de humedad que van de 4.93–6.80, a diferencia de fechas anteriores de muestreo en la parte superior se tiene el mayor porcentaje de humedad que en la parte inferior, esto se debe a presencia de precipitaciones de lluvia en cantidades considerables como para que el suelo se moje y retenga humedad.

La precipitación y temperatura registradas por la estación meteorológica “Latacunga Aeropuerto” durante los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre de 2013 se presenta en la tabla 2-5, la cual se toma como referencia por encontrarse cerca al lugar donde se desarrolla la investigación.

Tabla 2-5 REPORTE DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

ESTACIÓN METEREOLÓGICA “LATACUNGA AEROPUERTO”				
Fecha	Precipitación (mm)		Temperatura (°C)	
	Normal	Del Mes	Normal	Del Mes
Julio 2013	14,9	5,4	12,9	13,1
Agosto 2013	14,6	13,0	12,8	13,7
Septiembre 2013	41,1	2,2	13,4	13,9
Octubre 2013	52,0	74,3	14,2	15,2

Fuente: www.inamhi.gob.ec, 2013.

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

La humedad está relacionada con la textura y porosidad, en suelos que presentan un diámetro de partícula gruesa con poros grandes permiten el desplazamiento vertical del agua a la parte inferior a diferencia de suelos con diámetros de partículas finas y poros pequeños que dificultan el desplazamiento vertical y favorece a que se moje horizontalmente.

El movimiento del agua en el suelo es más rápido cuando está relativamente seco que cuando está húmedo, esto puede deberse a las partículas disgregadas y al hinchamiento de las arcillas que van bloqueando los poros y cerrando las grietas preexistentes.

2.3.2 Densidad Aparente

La determinación de la densidad aparente del suelo, se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.3, y los resultados se presentan en la tabla 2-6.

Tabla 2-6 DENSIDAD APARENTE DEL SUELO

Muestra	Profundidad Muestreo	Da (g/cm ³)	Profundidad Muestreo	Da (g/cm ³)
A1	20 cm	1,49	40 cm	1,52
A2		1,51		1,56
A3		1,50		1,54

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Las muestras a 20 cm de profundidad tienen una densidad aparente entre 1.49-1.51 g/cm³ y, a 40 cm de profundidad tienen entre 1.52-1.56 g/cm³, las variaciones en esta propiedad física del suelo proviene de la diferencia en el volumen total de poros.

Los suelos minerales tienen una densidad aparente que varía entre 1.0 y 1.6 g/cm³, entretanto el suelo muestreado tiene un rango de 1.49 y 1.56 g/cm³ razón por la cual está dentro de esta clasificación.

Las muestras de suelo a 20 cm como a 40 cm de profundidad no difieren mayoritariamente por el contrario tienen valores similares, esto puede deberse a que las tres muestras se encuentran en la clasificación textural como areno franco.

Es regla general, los suelos arenosos tienen menor porosidad y mayor densidad aparente que los suelos con textura fina. La compresión del suelo hace descender el volumen de poros y aumenta el peso por unidad de volumen.

2.3.3 Densidad Real

La densidad real del suelo se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.4, y los resultados se presentan en la tabla 2-7.

Tabla 2-7 DENSIDAD REAL DEL SUELO

Muestra	Profundidad Muestreo	Dr (g/cm ³)	Profundidad Muestreo	Dr (g/cm ³)
A1	20 cm	2,36	40 cm	2,37
A2		2,38		2,54
A3		2,28		2,46

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

La densidad real del suelo a 20 cm como a 40 cm de profundidad tienen valores entre 2.28-2.54 g/cm³, por lo que se ubica en el grupo mineral denominado silicatos de las arcillas que tienen una densidad aparente en el rango de 2.00-2.70 g/cm³.

La densidad real no se altera por diferencias en el tamaño de las partículas ni por cambios en el volumen de poros. A diferencia de la densidad aparente, la densidad real de los suelos minerales varía mucho menos.

2.3.4 Porosidad

La determinación de la porosidad del suelo se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.5, y los resultados se presentan en la tabla 2-8.

Tabla 2-8 POROSIDAD DEL SUELO

Muestra	Profundidad Muestreo	% Porosidad	% Sólidos	Profundidad Muestreo	% Porosidad	% de Sólidos
A1	20 cm	36,68	63,32	40 cm	35,80	64,20
A2		36,46	63,54		38,65	61,35
A3		34,04	65,96		37,56	62,44

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Las muestras de suelo a 20 cm tiene valores de porcentaje de porosidad entre 34.04-36.68 y, a 40 cm de profundidad presentan un porcentaje de porosidad entre 35.80-38.65, siendo la muestra A1 a 20 cm de profundidad la que presenta un valor más alto en porcentaje de porosidad en relación a 40 cm de profundidad, a diferencia de las restantes que el mayor porcentaje de porosidad se encuentra a 40 cm de profundidad.

El porcentaje de sólidos está estrechamente ligado al porcentaje de porosidad, es así que al aumentar el porcentaje de sólidos en el suelo exhibe una disminución del volumen de poros, esto se puede evidenciar en la tabla 2-8, a medida que aumenta el porcentaje de sólidos disminuye el porcentaje de porosidad y viceversa.

2.3.5 Granulometría del Suelo

Según la United States Department of Agriculture (USDA), las características de las fracciones del suelo son las que se indican en la tabla 2-9.

Tabla 2-9 CARACTERÍSTICAS DE LOS SEPARADOS DEL SUELO

Separados	Diámetro (µm)
Arena gruesa	500-2000
Arena fina	50-500
Limo	2-50
Arcilla	< 2

Fuente: Humberto Rodríguez F. y José Rodríguez A., “Métodos de Análisis de Suelos y Plantas”.

Elaborado Por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

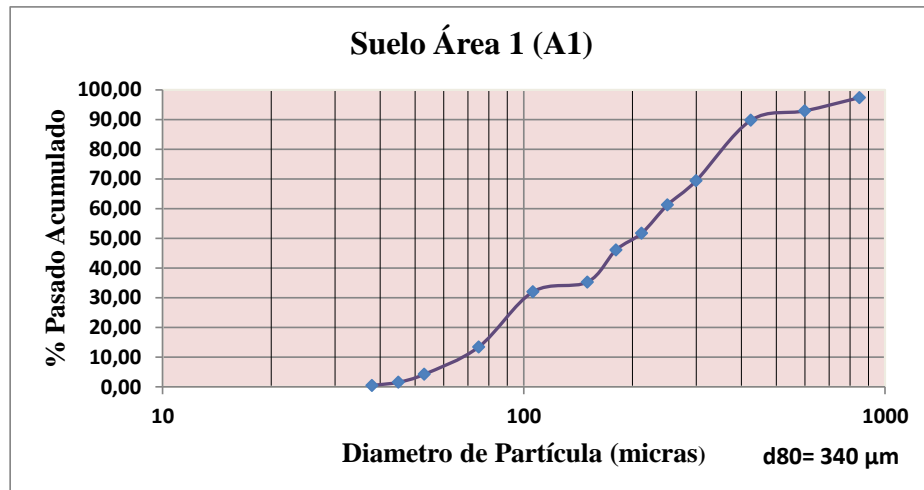
La granulometría del suelo para determinar el d_{80} se lo realizó utilizando el método descrito en la sección 2.2.6, y los resultados se presentan a continuación en las tablas 2-10, 2-11, 2-12, y en los gráficos 2-2, 2-3 y 2-4.

Tabla 2-10 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO MUESTRA A1

Tamiz ASTM N°	Abertura (µm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasado Acumulado
20	850	6,9	2,63	2,63	97,37
30	600	11,7	4,45	7,08	92,92
40	425	8,4	3,20	10,28	89,72
50	300	53,4	20,33	30,61	69,39
60	250	21,3	8,11	38,72	61,29
70	212	25,1	9,55	48,27	51,73
80	180	14,8	5,63	53,91	46,10
100	150	28,4	10,81	64,72	35,29
150	106	8,6	3,27	67,99	32,01
200	75	48,8	18,58	86,57	13,44
270	53	24,1	9,17	95,74	4,26
325	45	7,0	2,66	98,40	1,60
400	38	2,9	1,10	99,51	0,49
< 400	< 38	1,3	0,49	100,00	0,00
TOTAL		262,7	100,00		

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-2 DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO MUESTRA A1



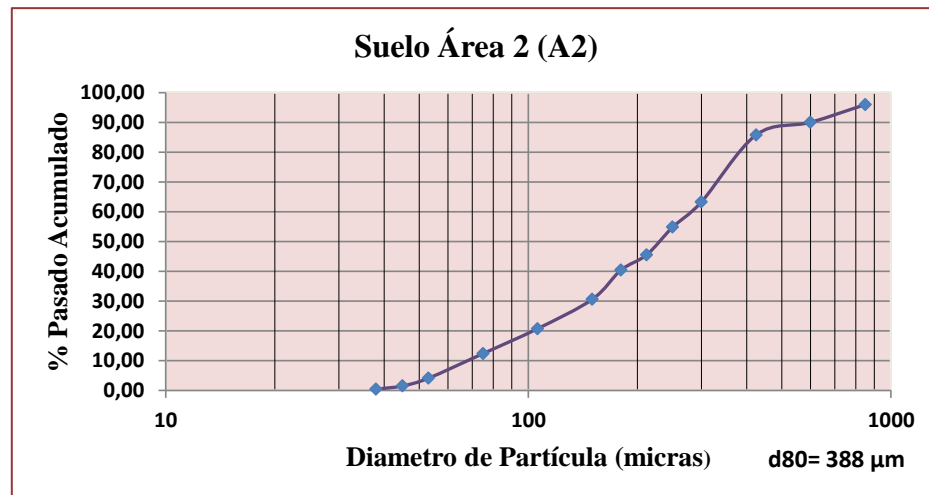
Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Tabla 2-11 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO MUESTRA A2

Tamiz ASTM N°	Abertura (μm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido	% Pasado Acumulado
20	850	10,6	4,02	2,63	95,98
30	600	15,7	5,96	8,59	90,02
40	425	11,1	4,21	12,80	85,81
50	300	59,4	22,54	35,34	63,26
60	250	22,2	8,43	43,77	54,84
70	212	24,5	9,30	53,07	45,54
80	180	13,5	5,12	58,19	40,42
100	150	25,9	9,83	68,02	30,59
150	106	25,9	9,83	77,85	20,76
200	75	22,0	8,35	86,20	12,41
270	53	21,8	8,27	94,47	4,14
325	45	6,8	2,58	97,05	1,56
400	38	2,9	1,10	98,15	0,46
< 400	< 38	1,2	0,46	98,61	0,00
TOTAL		263,5	100,00		

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-3 DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO MUESTRA A2



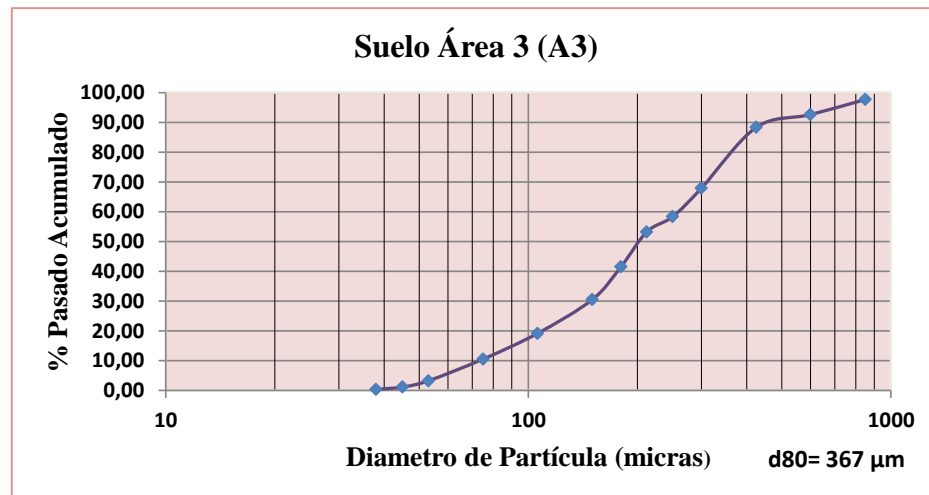
Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Tabla 2-12 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO MUESTRA A3

Tamiz ASTM N°	Abertura (μm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido	% Pasado Acumulado
20	850	6,2	2,34	2,63	97,66
30	600	13,4	5,05	7,68	92,61
40	425	11,4	4,30	11,98	88,32
50	300	54,2	20,43	32,41	67,89
60	250	25,3	9,54	41,94	58,35
70	212	13,6	5,13	47,07	53,22
80	180	31,1	11,72	58,79	41,50
100	150	29,2	11,01	69,80	30,49
150	106	30,0	11,31	81,11	19,19
200	75	22,9	8,63	89,74	10,55
270	53	19,3	7,27	97,01	3,28
325	45	5,6	2,11	99,12	1,17
400	38	2,0	0,75	99,88	0,41
< 400	< 38	1,1	0,41	100,29	0,00
TOTAL		265,3	100,00		

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-4 DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO MUESTRA A3



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El d_{80} del suelo del área 1 es de 340 μm , del área 2 es de 388 μm , y del área 3 es de 367 μm ; los mismo que contienen en su mayoría partículas de arena fina.

El suelo de las tres áreas tienen partículas gruesas, esta condición le da la particularidad de ser muy permeable al agua, aire y a las raíces, pero presentan grandes inconvenientes para retener el agua y deficiente capacidad de almacenar nutrientes para las plantas.

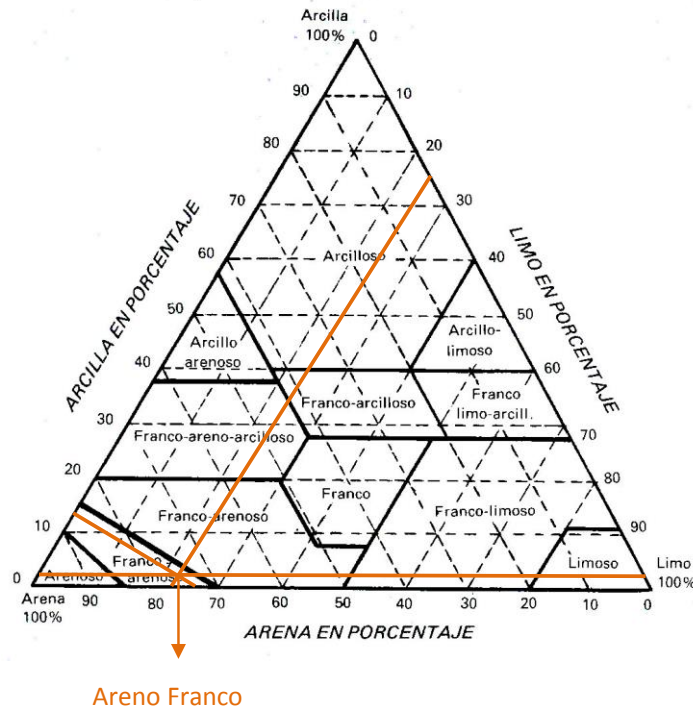
La determinación de la textura del suelo se lo realizó en el laboratorio de manejo de suelos y aguas de la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, y los resultados del reporte de análisis de suelos se presentan en la tabla 2-13, y en la figura 2-5 se indica la determinación del nombre textural del suelo de las muestras A1, A2 y A3.

Tabla 2-13 TEXTURA DEL SUELO

Muestra	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
A1	72	24	4
A2	72	24	4
A3	72	24	4

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Figura 2-5 CLASIFICACIÓN TEXTURAL DEL SUELO DE LAS MUESTRAS A1, A2 Y A3



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El suelo de las áreas 1, 2 y 3 presenta igual contenido de arena, limo y arcilla, colocandolos en la clasificación textural como suelos areno franco o arena franca.

La textura del suelo influye en el manejo del suelo, los de textura arenosa son más fáciles de labrar por la baja cohesión, mientras que al incrementar la cantidad de limos y arcillas aumenta la cohesión en seco y la plasticidad en húmedo por lo cual dificulta el laboreo.

En suelos arenosos la fertilización es baja porque muchos iones en este tipo de texturas no son retenidos por el complejo de cambio del suelo y se pierden fácilmente por lixiviación.

2.3.6 Capacidad de Campo

La determinación de la capacidad de campo del suelo se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.7, y los resultados se presentan en la tabla 2-14.

Tabla 2-14 CAPACIDAD DE CAMPO DEL SUELO

Muestra	Profundidad Muestreo	CC (% Humedad)	Profundidad Muestreo	CC (% Humedad)
A1	20 cm	31,6688	40 cm	29,4344
A2		31,6650		28,6175
A3		31,6668		29,6427

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Las muestras de suelo A1, A2 y A3 a 20 cm de profundidad presentan valores de porcentaje de humedad a capacidad de campo entre 31.6650-31.6688, siendo estos muy similares, es así que a partir de la tercera cifra decimal se evidencia la diferencia, en tanto que a 40 cm de profundidad los valores están entre 28.6175-29.6427, la diferencia entre uno y otro es evidente; esto probablemente se deba al movimiento de agua en el suelo o a presencia de arcillas, como se sabe la infiltración del agua se vuelve lenta cuando el suelo está húmedo y más aún si contiene arcillas que tienen los poros pequeños.

La capacidad de campo se encuentra relacionada con la textura del suelo y está directamente influenciada por el contenido en materia orgánica, tipos de minerales presentes y la estructura del suelo.

La presencia de arcillas que tienen poros pequeños retarda el movimiento descendente del agua a causa de su baja permeabilidad, además ejercen fuertes tensiones que despaacio y continuamente atraen el agua de las capas adyacentes de textura franca.

Las características de las capas contiguas juegan un papel preponderante en el descenso del agua a lo largo del perfil, será mayor si experimenta una atracción más enérgica por parte del horizonte inferior que por el horizonte superior.

2.3.7 Punto de Marchitez Permanente

El punto de marchitez permanente del suelo se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.8, y los resultados se presentan en la tabla 2-15.

Tabla 2-15 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE DEL SUELO

Muestra	Profundidad Muestreo	PMP (% Humedad)	Profundidad Muestreo	PMP (% Humedad)
A1	20 cm	3,8529	40 cm	1,2186
A2		2,3079		1,2707
A3		2,3078		1,7632

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Los valores de las muestras A2 y A3 del porcentaje de humedad a punto de marchitamiento permanente del suelo a 20 cm de profundidad son 2.3079 y 2.3078 respectivamente, como se puede apreciar son bastante similares, difiriendo únicamente en la cuarta cifra decimal; la muestra A1 a 20 cm de profundidad a

diferencia de lo expuesto presenta un valor de 3.8529, siendo este el más alto; mientras tanto a 40 cm de profundidad está en un rango de 1.2186-1.7632, las muestras A1 y A2 presentan valores similares que difieren a partir de la segunda cifra decimal, a diferencia de la muestra A3 que tiene el mayor valor.

El punto de marchitamiento permanente varía tenuemente según la planta cultivada y las condiciones meteorológicas que influyen en la tasa de transpiración.

Por regla general la parte superior del suelo se seca antes, pero las plantas no se marchitan de forma permanente, sino hasta que la zona donde se encuentran la mayor parte del sistema radicular haya alcanzado el punto de marchitamiento permanente.

2.3.8 Poder Retentivo del Agua de un Suelo

El poder retentivo del agua se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.9, y los resultados se presentan en la tabla 2-16.

Tabla 2-16 PODER RETENTIVO DEL AGUA DEL SUELO

Muestra	Profundidad Muestreo	% Poder Retentivo	Profundidad Muestreo	% Poder Retentivo
A1	20 cm	26,86	40 cm	29,15
A2		26,09		28,57
A3		26,24		31,82

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El porcentaje de poder retentivo del agua del suelo a 20 cm de profundidad está en un rango comprendido entre 26.09-26.86 y a 40 cm de profundidad se tiene un porcentaje entre 28.57-31.82, esto nos indica que a mayor profundidad del suelo aumenta el porcentaje del poder retentivo del agua, dándonos una relación directamente proporcional.

2.3.9 Coeficiente de Higroscopicidad

El coeficiente de higroscopicidad se lo realizó por el método descrito en la sección 2.2.10, y los resultados se presentan en la tabla 2-17.

Tabla 2-17 COEFICIENTE DE HIGROSCOPICIDAD

Muestra	Profundidad muestreo	% Humedad	Profundidad muestreo	% Humedad
A1	20 cm	0,39	40 cm	0,70
A2		0,27		0,33
A3		0,22		0,49

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

La evaporación extrae más agua del suelo que la que pueden obtener las plantas, sin embargo hay una pequeña cantidad de agua que no puede ser sustraída en condiciones de campo aún después de una larga exposición al aire en ausencia de lluvia, pues esta es la que corresponde al coeficiente de higroscopicidad.

El coeficiente de higroscopicidad expresado en porcentaje de humedad para las muestras A1, A2 y A3 a 20 cm de profundidad está en un rango comprendido de

0.22-0.39, en tanto que a 40 cm de profundidad está entre 0.33-0.70; estos valores representan al agua que se encuentra fuertemente adherida a las partículas del suelo.

Es evidente que la muestra A1, tanto a 20 como a 40 cm de profundidad es la que contiene el mayor valor a diferencia de las muestras A2 y A3 pues estas no difieren mayoritariamente en sus valores a 20 como a 40 cm de profundidad.

2.3.10 Estados del Agua en el Suelo

Los contenidos hídricos a capacidad de campo, en el punto de marchitamiento permanente y el coeficiente de higroscopicidad, se usan para definir los diferentes estados del agua en el suelo y son los siguientes:

Agua higroscópica = coeficiente de higroscopicidad menos peso seco a la estufa.

Agua capilar = capacidad de campo menos coeficiente de higroscopicidad.

Agua disponible = capacidad de campo menos punto de marchitamiento permanente.

Agua no disponible = punto de marchitamiento menos peso seco a la estufa.

Los estados del agua en el suelo se obtienen a partir de los resultados de los análisis de contenidos hídricos a capacidad de campo, en el punto de marchitamiento permanente y el coeficiente de higroscopicidad.

Los resultados obtenidos de los estados del agua en el suelo se presentan en la tabla 2-18.

Tabla 2-18 ESTADOS DEL AGUA EN EL SUELO

Estado	Muestra	Profundidad muestreo	Porcentaje (%)	Profundidad muestreo	Porcentaje (%)
Agua Higroscópica	A1	20 cm	0,35	40 cm	0,63
	A2		0,24		0,30
	A3		0,20		0,44
Agua Capilar	A1	20 cm	31,28	40 cm	28,74
	A2		31,40		28,29
	A3		31,45		29,15
Agua Disponible	A1	20 cm	27,82	40 cm	28,22
	A2		29,36		27,35
	A3		29,36		27,88
Agua no Disponible	A1	20 cm	3,48	40 cm	1,10
	A2		2,08		1,15
	A3		2,08		1,59

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Se tiene valores a 20 y 40 cm de profundidad para las muestras A1, A2 y A3 en un rango comprendido de 0.20-0.63% de agua higroscópica, esta agua es la que no solo se encuentra retenida por el suelo seco al aire, sino que además puede ser de nuevo absorbida a partir del aire por el suelo seco a la estufa.

El agua capilar presente en las muestras de suelo tanto a 20 como a 40 cm de profundidad está entre 28.29-31.45%, este tipo de agua es la que se encuentra retenida en los poros pequeños del suelo llamados capilares.

Las muestras de suelo a 20 y 40 cm de profundidad tienen valores entre 27.35-29.36% que corresponde al agua disponible, este valor corresponde a la que se encuentra en el suelo accesible para las plantas.

El agua no disponible en las muestras de suelo a 20 como a 40 cm de profundidad está en un rango de 1.10-3.48%, esta agua se encuentra retenida demasiado enérgicamente por lo que no puede ser absorbida por las plantas.

Se puede evidenciar que los valores más altos se encuentran a 20 cm de profundidad en el agua capilar, agua disponible y agua no disponible; a diferencia del agua higroscópica que presenta los valores más altos a 40 cm de profundidad.

Es de notarse que el agua capilar e higroscópica por un lado y el agua disponible y no disponible por otro, constituyen dos maneras diferentes de subdividir la misma agua del suelo.

2.4 Resultados y Discusión de los Análisis Químicos del Suelo

2.4.1 Acidez del Suelo

La acidez del suelo se determinó por el método descrito en la sección 2.2.11, y los resultados se los presentan en la tabla 2-19.

Tabla 2-19 ACIDEZ EN RELACIÓN SUELO AGUA 1:2.5

Muestra	pH
A1	7,62
A2	7,43
A3	7,42

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Las muestras de suelo presentan valores de pH entre 7.42-7.62, de los cuales las muestras A2 y A3 presentan una similitud a diferencia de la muestra A1 que exhibe un valor poco alto, pero en la escala de pH esto no es significativo.

Los niveles de acidez para los suelos agrícolas se presentan en la tabla 2-20.

Tabla 2-20 ESCALA DE pH PARA SUELOS AGRÍCOLAS

Reacción	Escala
Fuertemente ácido	< 5
Moderadamente ácido	5,1-6,5
Neutro	6,6-7,3
Moderadamente alcalino	7,4-8,5
Fuertemente alcalino	> 8,5

Fuente: http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/medio_mod1.1.htm, 2013.

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

De acuerdo a esta escala de pH para suelos agrícolas, las muestras A1, A2 y A3 tienen pH moderadamente alcalino.

En suelos orgánicos con pH de 5.5 crecen bien la mayoría de las plantas, y en suelos minerales con pH de 6.5, este pequeño margen de acidez también es bueno para la fijación de nutrientes.

2.4.2 Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica se determinó por el método descrito en la sección 2.2.12, y los resultados se presentan en la tabla 2-21.

Tabla 2-21 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO

Muestra	CE ($\mu\text{S/cm}$)
A1	368
A2	125
A3	59

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Dónde: un $\text{dS/m} = \text{mmohm/cm}$; $\text{microS/cm} = \text{microohm/cm}$, la salinidad es directamente proporcional a la conductividad eléctrica, esto se puede observar al comparar los resultados de las tablas 2-21 y 2-23 de conductividad y bases de cambio respectivamente.

La conductividad eléctrica de las muestras de suelo está entre 39-368 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en tanto que los problemas de salinidad se presentan cuando los valores son superiores a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo cual ninguna de las muestras tiene problemas de salinidad.

Las tres muestras de suelo presentan niveles bajos de salinidad, esto se debe probablemente a su textura y a que en el sector no disponen de agua de riego, por tanto está bien drenado y no se acumulan grandes cantidades de sales en el suelo.

2.5.3 Elementos Totales

Los elementos totales se determinó por el método descrito en la sección 2.2.13, y los resultados se presentan en la tabla 2-22.

Tabla 2-22 CONTENIDO TOTAL DE ELEMENTOS DEL SUELO

Muestra	Na (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (%)	Cu (ppm)	Co (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)
A1	35,12	19,20	0,70	0,83	3,41	49,75	179,10	616,92	129,35	119,40	99,50
A2	33,80	20,20	0,76	0,90	3,34	70,00	180,00	580,00	120,00	120,00	90,00
A3	31,18	18,03	0,91	0,10	3,61	59,76	179,28	637,45	119,52	129,48	89,64

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

La cantidad de elementos totales que se encuentran presentes en el suelo no es la cantidad que se halla disponible para las plantas, por el contrario se trata de las reservas a largo plazo, que para ser liberados en forma aprovechable requieren de varios años.

El contenido total de elementos del suelo en las muestras A1, A2 y A3 presentan rangos comprendidos entre 31.18-35.12 % de sodio, 18.03-20.20 % de potasio, 0.70-0.91 % de calcio, 0.10-0.90 % de magnesio, 3.34-3.61 % de hierro, 49.75-70.00 ppm de cobre, 179.10-180.00 ppm de cobalto, 580.00-637.45 ppm de manganeso, 119.52-129.35 ppm de zinc, 119.40-129.48 ppm de níquel, y 89.64-99.50 ppm de plomo; los mismos no presentan una amplia variación.

Las pequeñas variaciones que se puede apreciar en las muestras de suelo por cada elemento analizado, quizá puede deberse a la aportación de abono, a la humedad del suelo, al manejo que se le dé al suelo, a la topografía del lugar, etc.

En la tabla de resultados se puede observar valores apreciables de los elementos a excepción del calcio y el magnesio, pero no pueden ser aprovechados por las plantas a corto plazo, pues estos serán liberados en un proceso lento de meteorización, se desintegren, o se descompongan los compuestos de los cuales forman parte.

2.4.4 Cationes Cambiables del Suelo

La determinación de los cationes cambiabes del suelo se los realizó en el laboratorio de manejo de suelos y aguas de la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, y los resultados del reporte de análisis de suelos se presentan en la tabla 2-23.

Tabla 2-23 CONTENIDO DE BASES DE CAMBIO DEL SUELO

Muestra	Ca/Mg (meq/100ml)	Mg/K (meq/100ml)	Ca+Mg/K (meq/100ml)	Σ Bases (meq/100ml)
A1	5,93	3,26	22,61	10,86
A2	4,22	2,37	12,37	5,08
A3	3,57	3,38	15,45	4,77

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

La mayoría de nutrientes para las plantas se encuentran disueltos en forma iónica en el agua y de esta forma son absorbidos, las muestras de suelo tienen valores de cationes asimilables de Ca/Mg entre 3.57-5.93 meq/100 ml, de Mg/K entre 2.37-3.38 meq/100 ml, y de Ca+Mg/K entre 12.37-22.61 meq/100 ml; estos valores están considerados como aceptables.

Todos los suelos tienen cationes cambiables en mayor o menor cantidad para las plantas, por lo cual no es necesario aportar estos elementos debido a que se requiere en pequeñas cantidades a diferencia del potasio que se necesita en mayor cantidad.

2.4.5 Materia Orgánica

La determinación de la materia orgánica del suelo se lo realizó en el laboratorio de manejo de suelos y aguas de la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, y los resultados del reporte de análisis de suelos se presentan en la tabla 2-24.

Tabla 2-24 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

Muestra	Materia Orgánica (%)
A1	1,00
A2	1,00
A3	0,90

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Los niveles de contenido en materia orgánica están íntimamente relacionados con el espesor del material de origen, la textura y la composición mineral. Los suelos delgados que resultan de materiales de origen formados en roca dura dan lugar a una menor producción vegetal y contienen menos materia orgánica que los suelos profundos. En climas que permiten la existencia de árboles como de vegetación herbácea, los suelos de textura más fina suelen presentar un nivel de fertilidad más elevado.

A continuación se presenta en la tabla 2-25 los niveles generales de materia orgánica en el suelo.

Tabla 2-25 NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA

Nivel	Materia Orgánica (%)
Bajo	< 2
Medio	2-4
Alto	> 4

Fuente: <http://www.engormix.com>, 2013.

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Las tres muestras de suelo analizadas contienen valores de materia orgánica entre 0.90-1.00, por lo cual de acuerdo a esta clasificación están en el nivel de materia orgánica bajo.

En suelos arenosos la materia orgánica ayuda incrementando su capacidad para retener agua y nutrientes, tanto en estado fresco como en humus retienen aproximadamente seis veces su propio peso en agua.

La materia orgánica actúa como una reserva importante de nutrientes del suelo, la mayoría del nitrógeno está almacenado en ella. El humus contiene el mayor abasto de boro y molibdeno del suelo, cerca del 60 por ciento del fósforo y un 80 por ciento del azufre del suelo.

2.4.6 Macronutrientes

La determinación de los macronutrientes del suelo se los realizó en el laboratorio de manejo de suelos y aguas de la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, y los resultados del reporte de análisis de suelos se presentan en la tabla 2-26.

Tabla 2-26 CONTENIDO DE MACRONUTRIENTES DEL SUELO

Muestra	NH ₄ (ppm)	P (ppm)	S (ppm)	K (meq/100ml)	Ca (meq/100ml)	Mg (meq/100ml)
A1	26,00	14,00	5,50	0,46	8,90	1,50
A2	20,00	80,00	3,90	0,38	3,80	0,90
A3	20,00	20,00	3,30	0,29	3,50	0,98

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Las muestras A1, A2, y A3 contienen nitrógeno amoniacal en un rango de 20.00-26.00 ppm. El nitrógeno es muy soluble en el agua, por lo que se pierde al ser arrastrado o lavado por el agua que baja por gravedad a las partes más profundas del suelo.

A pesar de que la materia orgánica del suelo contiene una vigésima parte de su peso en nitrógeno, solo entre 2-5% de esa cantidad se libera anualmente debido a la descomposición, constituyéndose como el almacén de este nutriente.

A diferencia del nitrógeno, el fosforo no se pierde por lixiviación o lavado, pero reacciona rápidamente con otros elementos químicos del suelo formando compuestos poco asimilables por lo tanto solo pequeñas cantidades quedan disponibles para las

plantas. En las tres muestras analizadas se puede apreciar valores de fósforo entre 14.00-80.00 ppm.

El contenido de azufre en las tres muestras está en un rango comprendido entre 3.30-5.50 ppm. Los suelos en realidad contienen muy poco azufre en forma general, por lo que la principal fuente de este elemento para las plantas es la liberación que ocurre cuando la materia orgánica se descompone, además se encuentra en el agua de riego y en particular en algunos fertilizantes que son utilizados para aportar nitrógeno, como es el caso del sulfato de amonio.

El fósforo lo mismo que el nitrógeno y el azufre, forman aniones complejos con el oxígeno, pero la solubilidad de los fosfatos es baja la cual reduce su disponibilidad y constituye una desventaja.

El potasio en las muestras analizadas se encuentra en un rango de 0.29-0.46 meq/100 ml. Este en cantidades correctas da como resultado un buen rendimiento de fruta, mientras que en exceso provoca una deficiencia en magnesio. Los suelos en su mayoría contienen 2 % de potasio, está es una cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas por mucho tiempo, pero debido a que este proviene de minerales que se disuelven lentamente su disponibilidad para las plantas en realidad es escaso.

La presencia de minerales de calcio es tan común, que es muy raro encontrar suelos con deficiencias de este mineral a excepción de los suelos arenosos y los extremadamente ácidos. Las muestras analizadas presentan cantidades de calcio en un rango de 3.50-8.90 meq/100 ml.

El contenido de magnesio en las tres muestras está en un rango de 0.90-1.50 meq/100 ml. Este nutriente es parte fundamental en la coloración verde de las plantas, puesto que la clorofila contiene un átomo de magnesio en cada molécula.

2.4.7 Micronutrientes

La determinación de los micronutrientes del suelo se los realizó en el laboratorio de manejo de suelos y aguas de la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, y los resultados del reporte de análisis de suelos se presentan en la tabla 2-27.

Tabla 2-27 CONTENIDO DE MICRONUTRIENTES DEL SUELO

Muestra	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)
A1	0,40	3,00	21,00	1,70	0,81
A2	0,40	2,30	18,00	1,80	0,87
A3	0,50	2,20	19,00	1,70	0,84

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Los nutrientes del suelo que se llaman micronutrientes, es porque las plantas los requieren en pequeñas cantidades para su normal desarrollo y no porque sean de menor importancia que los macronutrientes. Realmente, la deficiencia de uno o más de estos nutrientes puede ser de mucha importancia en el rendimiento y desarrollo de las plantas.

En las tres muestras analizadas se tiene valores de zinc entre 0.40-0.50 ppm, de cobre 2.20-3.00 ppm, de hierro 18.00-21.00 ppm, de manganeso 1.70-1.80 ppm, de boro 0.87-0.89 ppm; como se puede apreciar las cantidades de cada uno de los micronutrientes no difieren mayoritariamente de una a otra muestra, además son valores relativamente bajos a excepción del hierro.

La labor más importante de los micronutrientes, es que actúan como activadores de numerosos sistemas enzimáticos con excepción del cloro que afecta el crecimiento de las raíces.

2.4.8 Nitratos

La determinación de los nitratos del suelo se los realizó en el laboratorio de manejo de suelos y aguas de la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, y los resultados del reporte de análisis de suelos se presentan en la tabla 2-28.

Tabla 2-28 CONTENIDO DE NITRATOS DEL SUELO

Muestras	N-NO₃ (ppm)
A1	11,00
A2	14,00
A3	11,00

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

La cantidad de nitrógeno en forma de nitratos depende de la cantidad y tipo de nitrógeno que se haya aplicado al suelo y de los porcentajes de nitrificación y desnitrificación.

Las muestras A1, A2, y A3 presentan contenidos de nitratos en un rango de 11.00-14.00 ppm, esto probablemente puede deberse a que del 97-99 % de nitrógeno se lo encuentra en la materia orgánica, la cual es considerada como el almacén de este nutriente.

2.4.9 Sulfatos

La determinación de los sulfatos del suelo se los realizó en el laboratorio de manejo de suelos y aguas de la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, y los resultados del reporte de análisis de suelos se presentan en la tabla 2-29.

Tabla 2-29 CONTENIDO DE SULFATOS DEL SUELO

Muestra	SO ₄ (ppm)
A1	16,80
A2	13,70
A3	14,40

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

La mayoría de suelos contienen unos pocos kilogramos por hectárea de azufre en forma de sulfato disuelto en la solución o atraído por las arcillas y el humus. Los sulfatos son utilizables por las plantas, pero el abastecimiento suele ser muy pequeño y deben reponerse a partir de otra fuente.

Las muestras de suelo analizadas presentan valores de sulfatos entre 13.70-16.80 ppm, esto puede deberse a que los suelos con alto contenido de arcilla almacenan más sulfatos que los arenosos.

2.5 Resultados y Discusión de la Encuesta

En el anexo 6 se presenta el formato de la encuesta aplicada en el barrio Chantán, con el objeto de obtener información secundaria para analizar los conocimientos de

manejo y conservación de suelos y desarrollar una propuesta de manejo de suelo en este sector.

2.5.1 Monocultivo

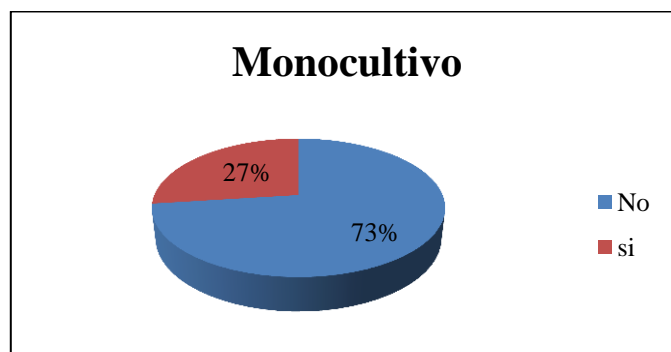
En la tabla 2-30 y en el gráfico 2-5 se presenta los resultados de la pregunta ¿Conoce usted sobre el monocultivo?

Tabla 2-30 CONOCIMIENTO SOBRE EL MONOCULTIVO

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	27%
No	22	73%
Total	30	100%

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-5 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CONOCIMIENTO SOBRE EL MONOCULTIVO



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El 73% de los pobladores del barrio manifiesta que desconoce sobre el término monocultivo mientras que el 8% opinan lo contrario.

El desconocimiento de los pobladores del barrio a cerca del término monocultivo es considerablemente alto, esto se debe probablemente a la falta de capacitación sobre manejo y conservación de suelos.

2.5.2 Cultivo que Realiza n Anualmente

En las tablas 2-31 y 2-32 en el gráfico 2-6 se presenta los resultados de la pregunta ¿Qué tipo de cultivo realiza usted anualmente?

Tabla 2-31 TIPO DE CULTIVO REALIZADO ANUALMENTE

Alternativa	Frecuencia
Maíz	24
Frejol	10
Chocho	7
Zambo	1
zapallo	1
Arveja	5
Quinoa	5
Habas	1
Tomate	1
higos	1
papas	4
cebada	1
Ninguna	4
Total	65

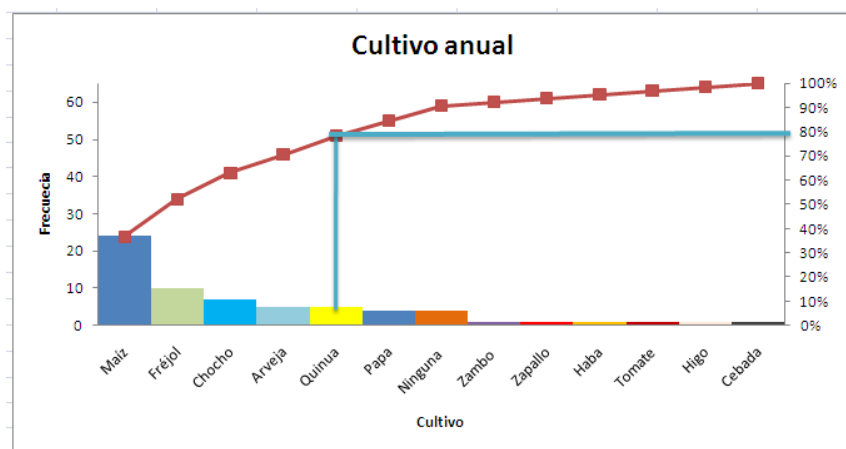
Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Tabla 2-32 TIPO DE CULTIVO POR ORDEN DE FRECUENCIA

Alternativa	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Maíz	24	24	37	37
Frejol	10	34	15	52
Chocho	7	41	11	63
Arveja	5	46	8	71
Quinoa	5	51	8	78
Papa	4	55	6	85
Ninguna	4	59	6	91
Zambo	1	60	2	92
zapallo	1	61	2	94
Haba	1	62	2	95
Tomate	1	63	2	97
Higo	1	64	2	98
Cebada	1	65	2	100
Total	65		100	

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-6 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL CULTIVO QUE REALIZA N



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

En el diagrama de Pareto se puede apreciar que los cultivos que se realizan anualmente son: maíz, fréjol, chocho, arveja, quinua que corresponde al 80% de las semillas más importantes sembradas, en tanto que el 20% corresponde a semillas poco usadas. Probablemente esto se deba a que estos cultivos se han adaptado a las condiciones meteorológicas de este sector.

2.5.3 Abono Orgánico que Utilizan

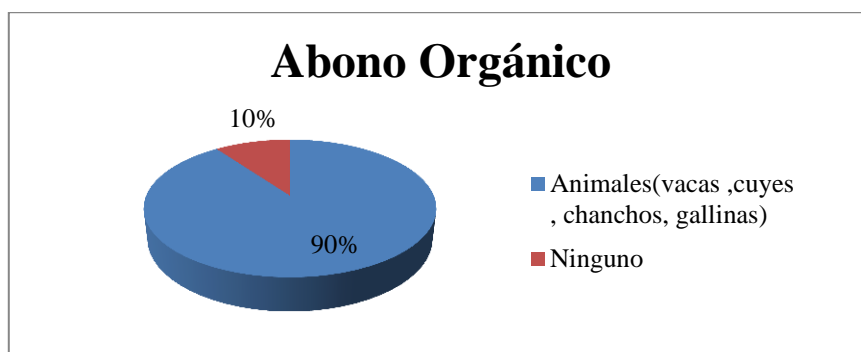
En la tabla 2-33 y en el gráfico 2-7 se presenta los resultados de la pregunta ¿Qué tipo de abono orgánico utiliza?

Tabla 2-33 TIPO DE ABONO ORGÁNICO

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Animales(vacas, cuyes, chanchos, gallinas)	27	90%
Ninguno	3	10%
Total	30	100%

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-7 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ABONO ORGÁNICO



Elaborado por: Kléber Collantes Y Marcelo Cando.

El 90% de los pobladores del barrio manifiesta que usa como abono orgánico estiércol de animales como: vacas, cuyes, gallinas y chanchos, mientras que el 10 % responden que no utilizan ningún tipo de abono orgánico para sus terrenos.

El estiércol es un fertilizante que contiene buenas cantidades de nitrógeno y potasa, además de fosforo y calcio se encuentra trazas de oligoelementos en la mayoría de los estiércoles.

2.5.4 Abono Químico que Utilizan

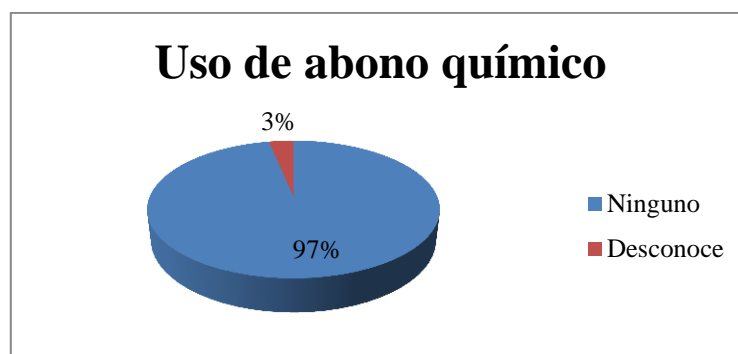
En la tabla 2-34 y gráfico 2-8 se presenta los resultados de la pregunta ¿Qué tipo de abono químico utiliza?

Tabla 2-34 TIPO DE ABONO QUÍMICO

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Ninguno	29	97
Desconoce	1	3
Total	30	100

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-8 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE TIPO DE ABONO QUÍMICO



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El 97% de los pobladores del barrio manifiestan que no utilizan ningún tipo de abono químico para cultivar sus tierras, mientras que el 3% responde que desconoce el término. Los abonos químicos contienen nutrientes para las plantas y pueden ser incorporados al suelo para incrementar su fertilidad, pero se debe utilizar con criterio y no al azar.

2.5.5 Tipo de Sistema de Riego que Poseen

En la tabla 2-35 y en el gráfico 2-9 se presenta los resultados de la pregunta ¿Qué tipo de sistema de riego posee?

Tabla 2-35 TIPO DE SISTEMA DE RIEGO

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Riego por aspersión	1	3
Ninguno	29	97
Total	30	100

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-9 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TIPO DE SISTEMA DE RIEGO



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El 97% de los pobladores del barrio manifiestan que no utilizan ningún tipo de sistema de riego para sus cultivos, mientras que el 3% indica que utiliza riego por aspersión, esto se debe a que la población no dispone de un sistema de riego, lo cual es un limitante en la productividad.

2.5.6 Estudio de Suelo en el Sector

En la tabla 2-36 y en el gráfico 2-10 se presenta los resultados de la pregunta ¿Conoce usted si se ha realizado algún estudio de suelo en el sector?

Tabla 2-36 ESTUDIO DEL SUELO EN EL SECTOR

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	30	100%
Total	30	100%

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Gráfico 2-10 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL ESTUDIO DEL SUELO EN EL SECTOR



Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

El 100% de los habitantes del barrio manifiestan que no se ha realizado en el sector un estudio relacionado a suelos. El análisis del suelo es una fuente valiosa de información para el manejo adecuado del suelo y los cultivos

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO CON RESPECTO A LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

3.1 Introducción

Los suelos a nivel mundial se hallan modelados por los procesos de erosión y sedimentación, el viento y el agua trabajan constantemente transportando suelo y fragmentos rocosos de un lugar a otro.

Los problemas ambientales relacionados con la erosión y lixiviación no son temas nuevos. Es sabido desde hace mucho tiempo que el manejo adecuado de la erosión y la lixiviación garantizan una adecuada capacidad productiva de la tierra.

La conservación del suelo es un tema que de una u otra manera nos une a todos en agotar esfuerzos para su conservación y adecuado manejo, debido a que todos somos beneficiarios de los productos que proceden de él.

Es así que el suelo del barrio Chantán no es ajeno a esta realidad por lo que es necesario implementar un plan de manejo como un soporte fundamental en la

búsqueda de la conservación para su mantenimiento como recurso ambiental permanente utilizable.

3.2 Plan de Manejo y Conservación del Suelo para Uso Agroecológico

3.2.1 Alcance

Mediante la implementación del plan de manejo y conservación del suelo se pretende mantener en las mejores condiciones posibles para la producción agrícola, mediante la capacitación en educación ambiental, agricultura orgánica, manejo de desechos sólidos, etc.; y la aplicación de técnicas amigables con el ambiente para impulsar la sostenibilidad con equidad, seguridad alimentaria, manteniendo su identidad por un periodo comprendido de cinco años.

3.2.2 Objetivos

- Fomentar la capacitación en temas ambientales, agropecuarios y forestales para el manejo y uso del suelo y sus recursos de forma sustentable.
- Implementar técnicas ecológicas de manejo del suelo en la producción agropecuaria que no acarreen efectos secundarios en la salud de los consumidores.
- Fomentar actividades relacionadas con la conservación y mantenimiento de la biodiversidad lo cual permitirá a la comunidad aprovechar los recursos naturales de forma sustentable.

3.2.3 Programa de Capacitación Comunitaria Sobre el Uso Adecuado del Suelo en la Producción Agroecológica

3.2.3.1 Objetivo

- Desarrollar talleres de capacitación que fortalezcan los conocimientos sobre el manejo y uso racional de los recursos naturales.

En la tabla 3-1 se presenta el programa de capacitación comunitaria sobre el uso adecuado del suelo en la producción agroecológica.

Tabla 3-1 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN COMUNITARIA SOBRE EL USO ADECUADO DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA

Proyecto de Capacitación Comunitaria	Actividades	Responsables	Cantidad	Duración	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
	Taller de educación ambiental	UTC, MAE, directiva del barrio	1 por semana	1 mes	100	400
	Taller de conservación y protección del suelo	UTC, MAE, MAGAP, directiva del barrio	1 por semana	1 mes	100	400
	Taller de agricultura orgánica	UTC, MAGAP, directiva del barrio.	1 por semana	1 mes	100	400
	Taller sobre huertos familiares ecológicos	UTC, MAGAP, directiva del barrio.	1 por semana	1 mes	100	400
	Taller sobre manejo de desechos sólidos	UTC, MAE, Directiva del barrio	1 por semana	1 mes	100	400
	Taller sobre conservación y uso racional del agua	UTC, MAE, directiva del barrio	1 por semana	1 mes	100	400
	Costo Total					

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

3.2.4 Programa de Producción y Desarrollo Comunitario en el Barrio Chantán

3.2.4.1 Objetivo

- Incentivar la participación activa de la comunidad en la práctica de nuevas técnicas de manejo y producción agropecuaria.

En la tabla 3-2 se presenta el programa de producción y desarrollo comunitario en el barrio Chantán.

Tabla 3-2 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN Y DESARROLLO COMUNITARIO EN EL BARRIO CHANTÁN

Proyecto de Producción y Desarrollo Comunitario	Actividades	Responsables	Cantidad	Duración	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
	Diseño implementación y manejo de agricultura orgánica	UTC, MAGAP y los habitantes del barrio	1 por año	5 años	300	1 500
	Diseño, implementación y manejo de huertos familiares ecológicos.	UTC, MAGAP y los habitantes del barrio	1 por año	5 años	200	1 000
	Diseño, implementación y manejo de sistemas agroforestales	UTC, MAGAP y los habitantes del barrio	1 por los 5 años	5 años	2500	2 500
	Diseño, implementación y manejo de un sistema de agua para riego	GAD municipal del cantón Latacunga, MAE, MAGAP y la directiva del barrio	1 por los 5 años	5 años	15000	40 000
Costo Total						45 000

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

3.2.5 Programa de Protección y Conservación del Suelo para Uso Agroecológico

3.2.5.1 Objetivo

- Contribuir de forma eficaz y eficiente a la conservación y protección del suelo con especies forestales nativas y manejo ecológico de los cultivos.

En la tabla 3-3 se presenta el programa de protección y conservación del suelo para uso agroecológico.

Tabla 3-3 PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL SUELO PARA USO AGROECOLÓGICO

Proyecto de Protección y Conservación del Suelo	Actividades	Responsables	Cantidad	Duración	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
	Diseño e implementación de cortinas rompevientos con especies nativas.	UTC, ONG's, MAGAP y los habitantes del barrio.	1 por los 5 años	5 años	3000	3 000
	Diseño e implementación de cercas vivas con especies nativas.	UTC, ONG's, MAGAP y los habitantes del barrio.	1 por los 5 años	5 años	2500	2 500
	Diseño e implementación de rotación de cultivos	UTC, ONG's, MAGAP y los habitantes del barrio	1 por año	5 años	800	4 000
	Diseño e implementación de cultivos de cobertura	UTC, ONG's, MAGAP y los habitantes del barrio.	1 por año	5 años	850	4 250
Costo Total						13 750

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

3.2.6 Programa de Evaluación y Seguimiento del Plan de Manejo Agroecológico

3.2.6.1 Objetivo

- Mantener un correcto manejo y cumplimiento de los diferentes programas propuestos en el plan de manejo.

En la tabla 3-4 se presenta el programa de evaluación y seguimiento del plan de manejo agroecológico.

Tabla 3-4 PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANEJO AGROECOLÓGICO

	Actividades	Responsables	Cantidad	Duración	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Proyecto de Evaluación y Seguimiento	Evaluación y seguimiento al programa de capacitación sobre el uso adecuado del suelo	UTC, MAGAP, MAE y la directiva del barrio.	1 por semana	1 mes	60	240
	Evaluación y seguimiento al programa de desarrollo y producción comunitaria en el barrio Chantán.	UTC GAD municipal del cantón Latacunga, MAE, MAGAP y la directiva del barrio.	1 por año	5 años	60	300
	Evaluación y seguimiento al programa de protección y conservación del suelo para uso agrícola.	UTC, ONG's, MAGAP.	1 por año	5 años	60	300
Costo Total						900

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

En la tabla 3-5 se presenta el presupuesto del plan de manejo y conservación del suelo con respecto a la agricultura.

Tabla 3-5 PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO

Proyectos	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Proyecto de capacitación comunitaria.	2400	2400
Proyecto de producción y desarrollo comunitario.	45000	45000
Proyecto de protección y conservación del suelo.	13750	13750
Proyecto de evaluación y seguimiento	900	900
Costo Total		62050

Elaborado por: Kléber Collantes y Marcelo Cando.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Los contenidos de macro y micronutrientes del suelo en las tres muestras analizadas están en diferentes rangos, el nitrógeno posee entre 20.00-26.00 ppm, fósforo 14.00-80.00 ppm, azufre 3.30-5.50 ppm, potasio 0.29-0.46 meq/100 ml, calcio 3.50-8.90 meq/100 ml, magnesio 0.90-1.50 meq/100 ml, zinc 0.40-0.50 ppm, cobre 2.20-3.00 ppm, hierro 18.00-21.00 ppm, manganeso 1.70-1.80 ppm, boro 0.81-0.87 ppm; estos valores en su mayoría son bajos a excepción del fósforo en la muestra A2, potasio y calcio en la muestra A1 que son niveles altos para fines agrícolas.

Las tres muestras de suelo presentan niveles bajos de contenido en materia orgánica que están entre 0.90-1.00%, pH ligeramente alcalino entre 7.42-7.62, no presentan

problemas de salinidad debido a que la conductividad eléctrica está entre 59-368 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

La textura para las tres muestras en estudio es areno franco con un diámetro de partícula en un rango de 340-388 μm que en su mayoría son arena fina.

La disponibilidad en el suelo de macro y micronutrientes para las plantas está influenciada directamente por su bajo contenido en materia orgánica, pH ligeramente alcalino, y por su textura.

En la determinación del porcentaje de humedad del suelo comprendido en el periodo Julio-Octubre de 2013 a 40 centímetros de profundidad los valores más altos están en los meses de Julio-Septiembre, en un rango de 3.31-8.30%, a diferencia de 20 centímetros de profundidad donde los valores están entre 0.73-2.95%; a excepción del mes de Octubre donde se tiene valores altos a 20 centímetros de profundidad en un rango de 7.75-10.39%, mientras que a 40 centímetros de profundidad está en un rango de 4.93-6.80%. El contenido de humedad del suelo está íntimamente relacionado a la presencia o ausencia de lluvia por ser la única fuente de agua de riego en este sector.

Los meses con valores altos en contenido de humedad a mayor profundidad es cuando las lluvias son escasas y el mes que presenta un valor alto de humedad en la parte superior es por la presencia de precipitaciones en mayor cantidad.

La porosidad del suelo a 20 centímetros de profundidad está en un rango de 34.04-36.68 g/cm^3 , y a 40 centímetros de profundidad está entre 35.80-38.65 g/cm^3 ; pues tanto a 20 como a 40 centímetros de profundidad se tiene una buena aireación indispensable para la vida de las plantas y los organismos del suelo.

Las muestras de suelo analizadas tienen un diámetro de partícula que está en un rango de 340-388 μm , lo cual nos indica que en su mayoría son partículas de arena fina.

El contenido de arena es de 72 %, limo 24% y arcilla 4% para las tres muestras en estudio, según el triángulo textural con estas cantidades se ubican en la clasificación como suelo areno-franco o arenoso-franco.

El poder retentivo del agua del suelo a 20 como a 40 centímetros de profundidad está en un rango comprendido entre 26.09-31.82 %, estos valores son relativamente bajos para fines agrícolas.

En las muestras analizadas se estableció a 20 y 40 centímetros de profundidad los puntos notables del agua como son la capacidad de campo en un rango de 28.62-31.66% y el punto de marchitamiento permanente en un rango de 1.22-3.85%, además se determinó el coeficiente de higroscopicidad en un rango de 0.22-0.70%; valores que se utilizaron para definir los estados del agua en el suelo, es así que a 20 como a 40 centímetros de profundidad el agua higroscópica está en un rango de 0.20-0.63%, agua capilar 28.29-31.45%, agua disponible 27.35-29.36%, agua no disponible 1.10-3.48%; estas son las formas en las que se encuentra distribuida el agua en el suelo.

Se desarrolló una propuesta de manejo y conservación del recurso ambiental suelo con respecto a la agricultura ecológica, basada en los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos y de la encuesta aplicada a los habitantes del sector donde se realiza esta investigación, con la finalidad de contribuir de manera eficaz y eficiente con la protección, manejo y aprovechamiento racional de los recursos, a través de programas y proyectos que ayuden a evitar, detener o mitigar la degradación del suelo a consecuencia de las actividades antrópicas.

Recomendaciones

Se aconseja adicionar materia orgánica al suelo, debido a que esta contribuye en el mejoramiento de la textura, disponibilidad de nutrientes y retención de la humedad del suelo, mejorando la productividad y conservando la capa arable.

Se debe realizar un análisis de suelo antes de cada cultivo, para manejarlos adecuadamente con técnicas amigables para el ambiente.

Es necesario implementar el plan de manejo y conservación del suelo con respecto a la agricultura para garantizar su conservación y productividad.

Los habitantes apoyados en su directiva deben implementar un sistema de agua de riego con la colaboración de instituciones públicas y privadas que trabajan por el desarrollo comunitario.

Referencias Bibliográficas

Bibliografía Citada

AGRIOS, George. Fitopatología. 2^{da} edición. México 1996. 427 pg. ISBN: 83-9507-191-2.

APPELO, C. POSTINA, D. Geochemistry, Graundwater and Pollution 1993. Octubre 1999. 347 pg. ISBN: 0-8184-2713-5.

BUOL, S.W, HOLE, F.D, McCracken, R.J. Génesis y clasificación de suelos. México 2000. 417 pg. ISBN: 968-24-3931-0.

CEPEDA DOVALA, Juan Manuel. Química de Suelos. Editorial Trillas. México 1999. 167 pg. ISBN: 968-24-4032-7.

CUSTODIO, E, LLAMAS, M.R. Hidrología subterránea. Colombia 1983. 580 pg. ISBN: 0-2837-7073-4.

DE LA ROSA, Diego. Evaluación agro – ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi-Prensa. España 2008. 404 Pg. ISBN: 978-84-8476-361-1

DFC – FAO, Guía Técnico Práctica. El Suelo un organismo vivo. Quito 2010.

FITZPATRICK, Edward A. Introducción a la ciencia de los suelos. Editorial Trillas. México 1996. 288 pg. ISBN: 968-24-5412-3.

FUNDACIÓN, Hogares Juveniles Campesinos. Manual agropecuario. 1^{ra} edición. Colombia 2002. 1191 pg. ISBN: 958-9321-35-6.

GAVANDE, A., Sampat. Física de suelos, principios y aplicaciones. México 1972. 351 pg.

HERRERA, Lidcay, MAYES, Sergio, SEIDEL, Dieter. Fitopatología General. 1^{ra} edición. Cuba 1984. 290 pg. ISBN: 085-54469-2-0.

LESUR, Luis. Manual de fertilización y productividad del suelo agrícola. Editorial Trillas. México 2006. 64 pg. ISBN: 968-24-7534-1.

MUÑOZ CARPENA, Rafael, RITTER RODRIGUEZ, Axel. Hidrología Agroforestal. Ediciones Mundi-Prensa, 2005. 348 pg. ISBN: 978-8476-245-4.

NARRO FARÍAS, Eduardo. Física de suelos con enfoque agrícola. Editorial Trillas. México 1994. 195 pg. ISBN: 968-24-4672-4.

PALADINES, Agustín y SOTO, John. Geología y yacimientos minerales del Ecuador. Ecuador 2010. 311 pg. ISBN: 978-9942-00-890-9.

PLASTER J, Edward. La Ciencia del suelo y su manejo. 1^{ra} edición. España 2005. 419 pg. ISBN: 0-8273-7293-0.

PORTA, J, LÓPEZ-ACEVEDO, M, y POSH, R.M. Introducción a la edafología, uso y protección del suelo. España 2008. 451 pg. ISBN: 978-84-8476-342-0.

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. Manual internacional de fertilidad de suelos. Mayo 1997. 141 pg.

RAMÍREZ R., José Ernesto. Defendamos nuestro suelo. Colombia 1981. 127 pg. ISBN: 84-8275-026-7.

RODRÍGUEZ FUENTES, Humberto y RODRÍGUEZ ABSI, José. Métodos de análisis de suelos y plantas. 2^{da} edición, editorial trillas. México 2011. 239 pg. ISBN: 978-607-0593-8.

SHAXSON, Francis y BARBER, Richard. Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. Roma 2005. ISBN: 92-5-304944-8. [Sitio en internet]. Disponible en la página web <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/sb79s.pdf>. Extraído el 11-05-2013 a las 11:10.

THOMPSON, Louis, TROEH, Frederick. Los suelos y su fertilidad. 4^{ta} edición. España 2002, 649 pg. ISBN: 84-291-1041-0.

VELASTEGUÍ, R. Alternativas Ecológicas para el Manejo Integrado fitosanitario en los cultivos, 153 pg. Ecuador. ISBN: 84-200-1044-8.

Bibliografía Virtual

Boletín Climatológico. Disponible en la página web:

<http://www.inamhi.gob.ec/index.php/clima/boletines/mensual>. Extraído el 09-11-2013 a las 21h50.

Decae suelo fértil en el Ecuador. Disponible en la página web:

http://agro.infoclima.com/?page_id=506. Extraído el 05-05-2013 a las 12h00.

Determinación de la curva de humedad del suelo. Disponible en la página web:

<http://www.secsuelo.org/XCongreso/Simposios/Conservacion/Ponencias/7.%20Determinacion%20Curva.pdf>. Extraído el 31-05-2013 a las 15h00.

Elaboración del V informe nacional y actualización del programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, degradación de tierras y sequía. Disponible en la página web: <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/3208>. Extraído el 29-05-2013 a las 15h15.

Erosión del suelo en el Ecuador. Disponible en la página web:

<http://observatoriopoliticaambiental.org/categoria-indicadores/89-indicadores-de-cambio-climatico/71-la-erosion-del-suelo-en-el-ecuador>. Extraído el 05-05-2013 a las 12h15.

Humedad del suelo. Disponible en la página web:

http://agro.infoclima.com/?page_id=506. Extraído el 05-05-2013 a las 12h00.

Ley del COOTAD. Disponible en la página web:

<https://www.google.com.ec/search?q=LEY%20DEL%20COOTAD&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-beta&channel=np&source=hp>. Extraído el 13-06-2013 a las 10h00.

Mapas climatológicos. Disponible en la página web:

<http://www.inamhi.gob.ec/index.php/paute>. Extraído el 09-11-2013 a las 22h00.

Método deductivo. Disponible en la página web:

<http://cursosgratis.aulafacil.com/metodo-cientifico/curso/Lecc-12.htm>. Extraído el 31-05-2013 a las 14h00.

Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Latacunga, durante el período de vigencia; es decir, entre el 2012 y 2028. Disponible en la página web: http://www.latacunga.gob.ec/latacunga/index.php/descargas/category/2_Ordenanzas?start=20. Extraído el 17-10-2013 a las 23h24.

Recursos naturales y la adaptación al cambio climático. Disponible en la página web:

<http://www.unl.edu.ec/agropecuaria/wp-content/uploads/2012/05/foro-nacional-triptico3-1.pdf>. Extraído el 29-05-2013 a las 15h00.

Sequias en costas del Ecuador generan grandes pérdidas económicas. Disponible en la página web: <http://www.ecuadortimes.net/es/2011/04/05/sequia-en-costa-ecuatoriana-provoca-grandes-perdidas-economicas/>. Extraído el 29-05-2013 a las 15h30.

Tulas. Disponible en la página web:

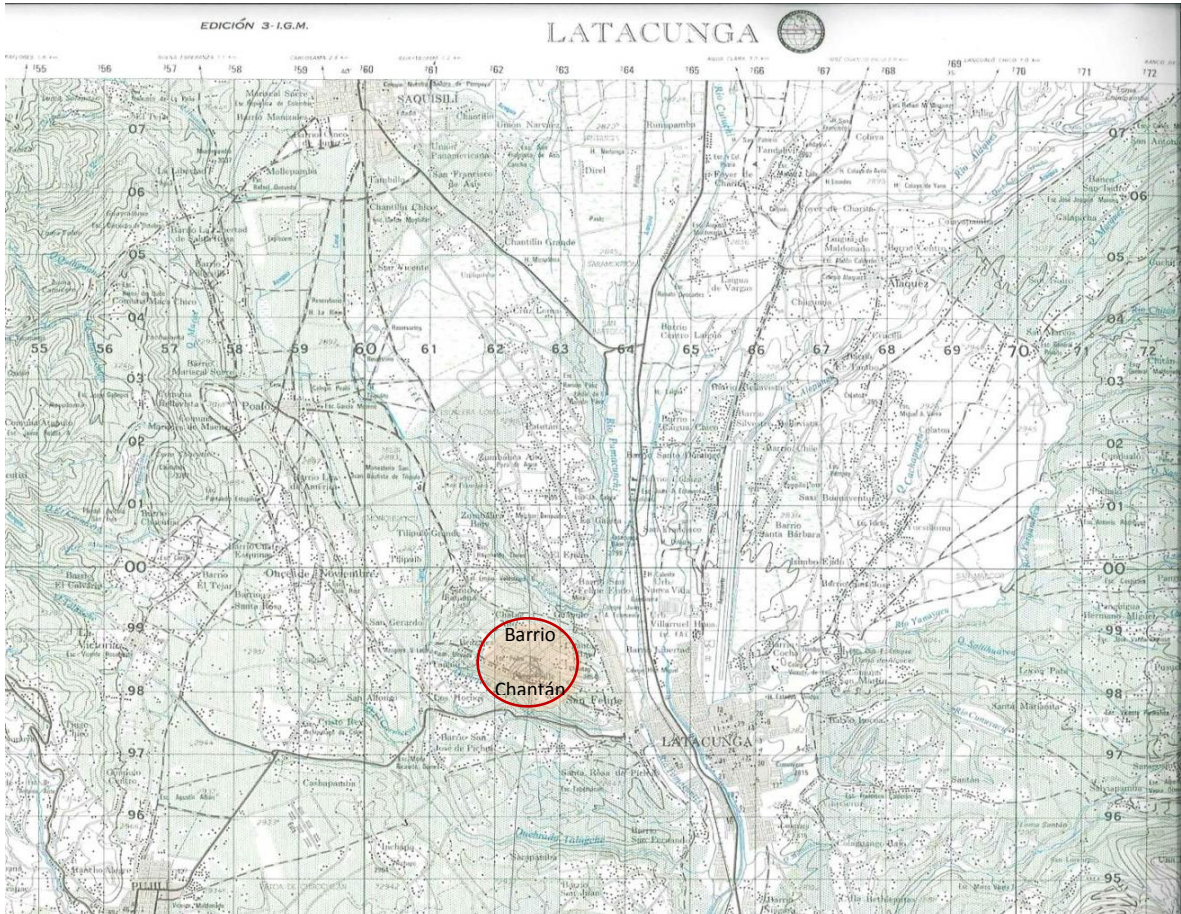
<https://www.google.com.ec/search?q=tulas%20%20manejo%20y%20conservaci%C3%B3n%20de%20suelos&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es->

S:official&client=firefox-beta&channel=np&source=hp. Extraído el13-06 -2013 a las 12h30.

ANEXOS

Anexo 1.

Mapa Geográfico de Latacunga.



Anexo 2.

Boletín Meteorológico de Julio 2013.

ESTACION	PRECIPITACION (mm)					TEMPERATURA (°C)				
	NORM.	MES	% VAR.	MAX. 24h. FECHA	DIAS RR.	NORM.	MES	% VAR.	MAXIMA ABSOLUTA	MINIMA ABSOLUTA
ESMERALDAS AER.	25.6	9.7	-62	5.0 / 6	13	25.6	25.6	0.0	30.7 / 31	21.6 / 5
MUISNE	330.4	36.9	-88	9.4 / 11	12	21.6	23.8	2.2	27.5 / 20	19.2 / 15
LA CONCORDIA	80.7	30.3	-62	14.9 / 5	11	24.0	24.1	0.1	30.5 / 9	19.4 / 26
STO. DOMINGO AER.	74.9	36.8	-50	28.0 / 5	12	22.2	22.3	0.1	28.4 / 5	18.6 / 30
PUERTO ILA	63.9	23.9	-62	7.8 / 5	19	23.4	23.2	-0.2	27.9 / 9	19.8 / 12
CHONE	29.6	3.9	-86	2.9 / 5	3	25.2	24.6	-0.6	32.0 / 25	19.0 / 16
PORTOVIEJO	11.4	0.0	-100	0.0 / 0	0	25.4	24.1	-1.3	32.9 / 20	17.4 / 15
PICHILINGUE	38.1	0.6	-98	0.3 / 9	3	24.1	23.4	-0.7	30.2 / 26	18.4 / 14
BABAHOYO	32.1	NIL	NIL	NIL	NIL	24.5	NIL	NIL	NIL	NIL
MILAGRO	23.1	2.0	-91	1.0 / 30	4	24.0	24.0	0.0	32.0 / 26	19.4 / 4
GUAYAQUIL AER.	13.1	0.0	-100	0.0 / 0	0	24.9	24.3	-0.6	30.4 / 26	19.2 / 16
SANTA ROSA AER.	16.7	8.1	-51	2.0 / 21	16	25.5	23.4	-2.1	28.6 / 1	18.5 / 20
ZARUMA	6.0	1.0	-83	0.6 / 2	2	21.4	23.6	2.2	32.0 / 28	14.6 / 17
TULCAN AER.	36.8	50.3	36	9.0 / 25	19	10.8	11.0	0.2	16.4 / 4	1.7 / 28
EL ANGEL	35.7	55.4	55	20.6 / 7	14	11.0	11.2	0.2	17.0 / 4	5.8 / 3
SAN GABRIEL	54.3	83.5	53	18.8 / 7	26	11.4	11.3	-0.1	17.4 / 21	3.6 / 4
INGUINCHO	21.0	7.8	-62	2.1 / 7	9	10.0	10.4	0.4	16.4 / 27	4.3 / 6
IBARRA	21.4	13.9	-35	10.9 / 7	8	16.0	16.7	0.7	25.4 / 25	7.1 / 18
OTAVALO	21.0	10.3	-50	6.3 / 7	4	14.0	14.4	0.4	25.4 / 1	4.0 / 29
TOMALON	11.6	3.8	-67	2.6 / 7	4	15.2	14.8	-0.4	23.0 / 20	4.8 / 4
QUITO-ÍNAQUITO	23.6	0.6	-97	0.6 / 1	1	15.0	16.5	1.5	24.8 / 20	7.9 / 3
LA TOLA	12.7	5.4	-57	2.5 / 4	5	15.1	15.6	0.5	24.9 / 20	5.8 / 19
IZOBAMBA	32.8	8.3	-74	4.0 / 4	4	11.7	12.8	1.1	21.8 / 13	2.5 / 19
LATACUNGA AER.	14.9	5.4	-63	1.8 / 7	9	12.9	13.1	0.2	20.9 / 4	2.8 / 28
EL CORAZON	32.7	5.7	-82	1.5 / 7	6	18.5	18.2	-0.3	23.5 / 2	13.4 / 22
RUMIPAMBA	16.0	13.8	-13	3.0 / 8	15	12.9	13.2	0.3	20.6 / 4	2.4 / 28
AMBATO AER.	21.3	24.5	15	6.0 / 8	15	13.6	NIL	NIL	21.2 / 6	4.5 / 28
QUEROCHACA	59.4	78.5	32	11.6 / 7	22	11.4	11.8	0.4	19.3 / 5	3.4 / 28
RIOBAMBA AER.	17.0	7.9	-53	3.0 / 31	8	13.0	NIL	NIL	23.5 / 13	1.0 / 25
CAÑAR	22.9	29.6	29	5.4 / 9	20	11.3	11.4	0.1	17.8 / 1	5.6 / 16
CUENCA AER.	30.1	22.7	-24	7.0 / 3	14	14.0	14.9	0.9	22.9 / 3	5.1 / 27
PAUTE	43.6	90.2	106	31.5 / 8	14	15.5	16.3	0.8	24.2 / 16	6.6 / 26
GUALACEO	41.1	35.3	-14	7.6 / 8	14	16.1	15.6	-0.5	25.6 / 18	2.8 / 28
SARAGURO	35.9	NIL	NIL	0.0 / 0	NIL	12.1	NIL	NIL	NIL	NIL
LA ARGELIA	54.0	93.5	73	23.5 / 8	19	15.3	15.2	-0.1	22.2 / 2	9.8 / 2
LA TOMA	1.7	4.0	135	3.0 / 3	3	23.7	23.6	-0.1	31.4 / 4	14.4 / 2
CELICA	1.8	0.2	-88	0.2 / 9	1	16.6	16.3	-0.3	25.0 / 2	10.0 / 16
CARIAMANGA	8.1	23.8	193	23.8 / 4	1	17.6	18.6	1.0	26.5 / 15	12.2 / 5
LAGO AGRIO AER.	241.2	435.0	80	184.3 / 15	24	25.1	24.5	-0.6	31.2 / 7	18.8 / 26
EL COCA AER.	229.2	219.9	-4	28.0 / 5	21	25.8	24.9	-0.9	32.3 / 7	18.7 / 26
NVO. ROCAFUERTE	288.6	384.8	33	59.0 / 5	27	25.4	25.5	0.1	32.2 / 21	18.8 / 26
PASTAZA AER.	441.7	550.0	24	84.0 / 25	28	20.3	20.6	0.3	28.8 / 20	11.6 / 28
PUYO	358.4	498.4	39	71.1 / 6	28	20.6	21.2	0.6	28.2 / 30	14.1 / 4
MACAS AER.	223.4	226.3	1	42.0 / 8	26	20.9	20.7	-0.2	28.1 / 27	13.1 / 28
S. CRISTOBAL-GAL.	18.3	3.6	-80	0.8 / 20	12	23.6	22.3	-1.3	26.9 / 10	16.5 / 1

NIL = No reporta información
(R) = Record Máximo de serie
(r) = Record Mínimo de serie
NOTA: Los datos utilizados están sujetos a verificación
La temperatura media y mensual son calculadas en base a temperaturas extremas

Anexo 3.

Boletín Meteorológico Agosto 2013.

ESTACION	PRECIPITACION (mm)						TEMPERATURA (°C)			
	NORM.	MES	%	MAX. 24h. FECHA	DIAS RR.	NORM.	MES	ANOM.	MAXIMA	MINIMA
									ABSOLUTA	ABSOLUTA
ESMERALDAS AER.	15.3	18.2	18	7.0 / 9	12	25.8	25.7	-0.1	31.7 / 3	21.3 / 29
MUISNE	190.7	20.4	-89	10.6 / 22	10	24.8	24.3	-0.5	34.2 / 19	17.4 / 29
LA CONCORDIA	71.6	9.5	-86	1.6 / 25	13	24.0	24.4	0.4	33.0 / 24	18.7 / 31
STO. DOMINGO AER.	51.8	22.5	-56	10.0 / 25	17	22.2	22.6	0.4	30.1 / 24	18.1 / 23
PUERTO ILA	49.3	118.2	139	101.5 / 25	18	23.5	23.5	0.0	32.3 / 24	18.9 / 24
CHONE	18.9	3.9	-79	1.8 / 25	7	25.3	24.9	-0.4	32.6 / 1	18.8 / 24
PORTOVIEJO	4.2	0.3	-92	0.2 / 9	2	25.4	25.2	-0.2	34.1 / 19	17.6 / 5
PICHILINGUE	13.8	2.2	-84	1.3 / 25	5	24.3	24.3	0.0	33.8 / 24	17.5 / 24
BABAHOYO	6.3	NIL	NIL	NIL	NIL	24.4	NIL	NIL	NIL	NIL
MILAGRO	1.6	2.7	68	2.6 / 25	2	24.1	24.8	0.7	32.9 / 24	19.4 / 17
GUAYAQUIL AER.	1.3	0.3	-76	0.3 / 25	1	25.0	24.8	-0.2	30.9 / 20	19.2 / 17
SANTA ROSA AER.	10.4	9.6	-7	2.0 / 11	18	0.0	23.5	NIL	29.6 / 23	18.6 / 24
ZARUMA	5.5	NIL	NIL	0.0 / 0	NIL	23.2	23.7	0.5	34.5 / 19 (R)	14.8 / 6
TULCAN AER.	34.6	16.2	-53	5.0 / 2	15	10.8	11.6	0.8	19.1 / 9	3.2 / 23
EL ANGEL	25.3	7.2	-71	1.5 / 3	11	11.2	11.9	0.7	18.5 / 9	5.6 / 8
SAN GABRIEL	40.4	24.2	-40	6.7 / 14	18	11.5	11.8	0.3	19.4 / 9	2.0 / 30
INGUINCHO	24.3	16.4	-32	6.6 / 11	10	10.2	10.7	0.5	17.9 / 14	2.3 / 30
IBARRA	13.8	8.5	-38	6.7 / 14	3	16.0	17.3	1.3	26.6 / 30	5.0 / 30
ATAVALO	20.8	30.4	46	12.8 / 11	6	14.1	15.0	0.9	25.0 / 14 (R)	5.0 / 28
TOMALON	10.2	22.9	124	11.9 / 11	5	15.3	15.1	-0.2	24.2 / 14	5.2 / 17
QUITO-ÑAQUITO	28.5	18.4	-35	9.7 / 8	11	15.6	16.7	1.1	25.3 / 30	8.9 / 25
LA TOLA	18.2	36.3	99	22.9 / 24	9	16.1	15.8	-0.3	25.0 / 14	5.0 / 23
IZOBAMBA	41.7	43.5	4	11.3 / 24	10	11.9	12.5	0.6	22.4 / 30	2.6 / 23
LATACUNGA AER.	14.6	13.0	-10	6.0 / 11	9	12.8	13.7	0.9	23.7 / 9	-0.6 / 30 (r)
EL CORAZON	22.4	7.9	-64	3.6 / 26	7	18.5	18.3	-0.2	24.0 / 28	13.6 / 5
RUMIPAMBA	18.0	13.6	-24	3.2 / 12	11	13.4	13.7	0.3	22.8 / 8	3.2 / 29
AMBATO AER.	28.8	16.5	-42	3.0 / 3	15	13.4	15.0	1.6	23.7 / 9	4.0 / 4
QUEROCHACA	40.4	35.7	-11	4.7 / 3	22	11.3	12.6	1.3	21.7 / 12 (R)	1.2 / 30
RIOBAMBA AER.	16.2	NIL	NIL	0.0 / 0	NIL	13.1	NIL	NIL	23.8 / 3	1.6 / 2
CAÑAR	16.6	24.3	46	6.8 / 25	16	11.4	11.2	-0.2	18.8 / 8	4.0 / 10
CUENCA AER.	26.8	71.9	168	45.0 / 8	13	14.3	15.0	0.7	24.7 / 8	2.7 / 30
PAUTE	38.1	NIL	NIL	0.0 / 0	NIL	16.0	17.0	1.0	26.8 / 9	6.1 / 23
GUALACEO	27.6	17.4	-36	7.2 / 14	8	16.1	15.9	-0.2	29.4 / 23	1.4 / 30
SARAGURO	32.5	NIL	NIL	0.0 / 0	NIL	12.4	NIL	NIL	23.8 / 23	4.2 / 29
LA ARGELIA	41.8	36.2	-13	6.2 / 5	23	15.6	15.6	0.0	24.0 / 8	6.0 / 8
LA TOMA	5.6	15.0	167	12.0 / 11	3	24.0	24.3	0.3	33.6 / 8	14.1 / 8
CELICA	3.7	0.0	-100	0.0 / 0	0	16.5	16.6	0.1	24.6 / 18	8.4 / 29
CARIAMANGA	10.5	5.6	-46	5.6 / 11	1	17.8	19.0	1.2	26.5 / 26	12.0 / 12
LAGO AGRIO AER.	243.8	311.6	27	54.0 / 14	21	25.6	25.1	-0.5	33.6 / 9	20.0 / 29
EL COCA AER.	167.3	173.2	3	32.0 / 14	19	26.4	25.3	-1.1	33.5 / 9	17.1 / 3
NVO. ROCAFUERTE	234.6	278.2	18	51.8 / 6	23	25.9	25.8	-0.1	33.2 / 9	19.2 / 29
PASTAZA AER.	347.7	370.7	6	52.0 / 3	21	20.5	20.9	0.4	28.0 / 8	14.8 / 29
PUYO	309.7	464.7	50	89.6 / 14	26	21.1	21.5	0.4	29.3 / 22	12.9 / 4
MACAS AER.	204.6	184.5	-9	33.0 / 14	25	21.0	20.8	-0.2	29.1 / 8	13.5 / 4
S. CRISTOBAL GAL.	8.1	8.7	7	1.0 / 19	19	22.7	21.5	-1.2	25.5 / 1	17.2 / 27

NIL = No reporta información

(R) = Record Máximo de serie


(r) = Record Mínimo de serie

NOTA: Los datos utilizados están sujetos a verificación

La temperatura media y mensual son calculadas en base a temperaturas extremas

Anexo 4.

Boletín Meteorológico Septiembre 2013.

	DIRECCION GESTION METEOROLOGICA ESTUDIOS E INVESTIGACIONES METEOROLOGICAS ESTADISTICA CLIMATOLOGICA
	SEPTIEMBRE 2013

ESTACION	PRECIPITACION (mm)						TEMPERATURA (°C)				
	NORM.	MES	% VAR.	MAX. 24h. FECHA	DIAS RR.	NORM.	MES	ANOM.	MAXIMA	MINIMA	
									ABSOLUTA	ABSOLUTA	
ESMERALDAS AER.	29.6	11.2	-62	7.0 / 29	9	25.7	25.9	0.2	31.4 / 16	21.4 / 24	
MUISNE	190.6	5.2	-97	1.5 / 7	6	24.9	24.0	-0.9	28.4 / 24	18.2 / 18	
LA CONCORDIA	95.0	7.1	-93	1.5 / 28	12	24.1	24.9	0.8	33.1 / 26	18.7 / 5	
STO. DOMINGO AER	94.9	11.4	-88	4.0 / 28	12	22.3	23.1	0.8	31.0 / 26	18.0 / 1	
PUERTO ILA	78.4	41.1	-48	23.3 / 12	16	23.9	24.9	-1.0	31.0 / 15	17.9 / 9	
CHONE	15.6	0.0	-100	NIL		25.5	24.3	-1.2	32.6 / 22	17.6 / 16	
PORTOVIEJO	6.0	0.3	-95	0.3 / 30	1	25.6	25.9	0.3	34.4 / 8	17.6 / 17	
PICHILINGUE	30.4	4.9	-84	2.1 / 16	7	24.9	25.6	0.7	34.7 / 21	19.4 / 2	
BABAHOYO	20.5	NIL	NIL	NIL	NIL	25.0	NIL	NIL	NIL	NIL	
MILAGRO	9.0	0.1	-99	0.1 / 25	1	24.6	25.6	1.0	33.4 / 21	20.0 / 1	
GUAYAQUIL AER.	2.1	0.0	-100		0	25.5	25.9	0.4	33.8 / 21	19.7 / 1	
SANTA ROSA AER.	33.4	5.0	-85	1.3 / 23	8	NIL	24.0	NIL	31.4 / 21	19.1 / 1	
ZARUMA	23.8	0.8	-97	0.8 / 18	1	23.6	24.5	0.9	34.5 / 10	15.6 / 3	
TULCAN AER.	53.7	19.7	-63	5.8 / 29	14	11.3	11.6	0.3	20.5 / 13	0.6 / 3	
EL ANGEL	45.8	10.4	-77	3.1 / 29	8	11.7	12.3	0.6	20.0 / 13	5.6 / 12	
SAN GABRIEL	49.1	19.7	-60	3.5 / 19	19	11.8	12.3	0.5	20.0 / 13	2.0 / 3	
INGUINCHO	76.0	19.4	-74	13.5 / 29	9	10.5	11.1	0.6	19.3 / 15	3.8 / 2	
IBARRA	43.2	6.9	-84	5.9 / 29	6	16.4	17.7	1.3	27.0 / 25	6.6 / 3	
OTAVALO	54.9	28.9	-47	23.5 / 29	7	14.5	15.1	0.6	26.0 / 21	3.2 / 3	
TOMALON	38.7	4.7	-88	1.8 / 29	5	15.4	15.9	0.5	25.8 / 21	5.0 / 3	
QUITO-ÍNAQUITO	78.4	31.8	-59	13.1 / 30	7	15.5	17.1	1.6	27.2 / 21	7.8 / 21	
LA TOLA	63.0	24.4	-61	10.7 / 13	7	16.4	16.1	-0.3	26.1 / 21	4.9 / 21	
IZOBAMBA	88.9	38.8	-56	10.8 / 3	11	12.0	13.0	1.0	24.7 / 21 (R)	2.6 / 3	
LATACUNGA AER.	41.1	2.2	-95	0.7 / 14	8	13.4	13.9	0.5	24.3 / 13	1.0 / 3	
EL CORAZON	53.6	14.5	-73	3.0 / 14	14	18.6	18.5	-0.1	23.5 / 6	13.2 / 6	
RUMIPAMBA	32.6	4.5	-86	1.0 / 18	10	14.2	13.9	-0.3	23.6 / 13	2.2 / 3	
AMBATO AER.	36.4	18.2	-50	9.0 / 28	11	14.5	NIL	NIL	NIL	8.4 / 27	
QUEROCHACA	36.9	34.8	-6	6.8 / 18	18	12.2	12.5	0.3	21.5 / 14	3.5 / 21	
RIOBAMBA AER.	31.5	NIL				13.8			24.2 / 3	3.4 / 13	
CAÑAR	25.3	10.4	-59	3.2 / 18	13	12.1	12.2	0.1	19.4 / 21	4.0 / 3	
CUENCA AER.	52.0	14.1	-73	3.0 / 18	11	15.0	15.2	0.2	25.2 / 13	4.1 / 21	
PAUTE	40.9	NIL				16.8	16.7	-0.1	26.7 / 13	4.3 / 3	
GUALACEO	31.7	22.7	-28	5.2 / 22	11	16.8	15.6	-1.2	26.0 / 13	3.0 / 21	
SARAGURO	36.6	NIL				12.9	NIL	NIL	22.0 / 12	8.6 / 1	
LA ARGELIA	40.5	63.4	57	15.9 / 15	16	16.3	16.5	0.2	25.4 / 13	6.0 / 3	
LA TOMA	11.9	20.4	71	20.0 / 26	3	24.3	24.6	0.3	34.8 / 22	14.0 / 3	
CELICA	10.4	0.0	-100			16.3	16.7	0.4	23.8 / 5	11.2 / 3	
CARIAMANGA	26.8	1.2	-96	1.2 / 18	1	17.9	19.5	1.6	27.0 / 14	13.0 / 5	
LAGO AGRIO AER.	182.8	305.5	67	68.0 / 15	17	26.2	26.1	-0.1	36.0 / 3	20.0 / 25	
EL COCA AER.	189.0	168.1	-11	30.0 / 26	15	27.0	26.2	-0.8	35.1 / 3	19.5 / 21	
NVO. ROCAFUERTE	212.6	261.9	23	65.3 / 15	20	26.5	26.8	0.3	35.8 / 3	20.1 / 21	
PASTAZA AER.	394.9	308.2	-22	72.0 / 29	18	21.5	22.1	0.6	30.5 / 22	16.2 / 22	
PUYO	354.3	366.5	3	83.9 / 26	21	21.6	22.0	0.4	31.1 / 22	14.3 / 27	
MACAS AER.	182.2	193.8	6	32.0 / 19	20	21.5	21.4	-0.1	31.9 / 22	13.6 / 13	
S. CRISTOBAL-GAL.	5.2	5.9	13	1.5 / 21	16	22.9	21.9	-1.0	25.9 / 10	16.0 / 2	

NIL = No reporta información

(R) = Record Máximo de serie

(r) = Record Mínimo de serie

NOTA: Los datos utilizados están sujetos a verificación

La temperatura media y mensual son calculadas en base a temperaturas extremas

Anexo 5.

Boletín Meteorológico Octubre 2013.

ESTACION		PRECIPITACION (mm)					TEMPERATURA (°C)				
		NORM.	MES	% VAR.	MAX. 24h. FECHA	DIAS RR.	NORM.	MES	ANOM.	MAXIMA ABSOLUTA	MINIMA ABSOLUTA
ESMERALDAS AER.	19.0	24.9	31	8.0 / 14	11	26.0	25.5	-0.5	31.1 / 19	21.6 / 7	
MUISNE	245.4	NIL	NIL	NIL	NIL	25.1	NIL	NIL	27.2 / 6	18.6 / 2	
LA CONCORDIA	92.3	26.0	-72	15.7 / 27	14	24.2	24.8	0.6	33.1 / 7	19.9 / 4	
STO. DOMINGO AER.	93.4	62.1	-34	27.0 / 27	20	22.2	22.8	0.6	32.5 / 7	18.8 / 3	
PUERTO ILA	89.0	42.8	-52	6.1 / 28	25	23.8	24.3	0.5	33.5 / 7	19.5 / 8	
CHONE	29.5	3.7	-86	0.9 / 14	6	25.6	25.1	-0.5	32.5 / 11	18.2 / 3	
PORTOVIEJO	4.3	10.2	137	9.9 / 30	3	25.8	25.5	-0.3	34.7 / 6	18.1 / 9	
PICHILINGUE	27.1	6.7	-75	1.8 / 7	10	25.1	25.7	0.6	35.5 / 7	18.5 / 7	
BABAHOYO	10.5	NIL	NIL	NIL	NIL	25.2	NIL	NIL	NIL	NIL	
MILAGRO	4.6	0.0	-100			24.8	25.4	0.6	33.9 / 6	19.7 / 4	
GUAYAQUIL AER.	4.4	0.2	-95	0.2 / 16	1	25.7	26.0	0.3	33.8 / 6	20.1 / 4	
SANTA ROSA AER.	45.3	22.5	-50	7.5 / 14	16	NIL	23.7	NIL	32.5 / 7	19.5 / 12	
ZARUMA	33.2	29.3	-12	11.6 / 14	11	23.6	24.6	1.0	35.5 / 7	16.0 / 1	
TULCAN AER.	91.7	91.2	-1	24.0 / 22	17	12.1	12.3	0.2	20.2 / 1	2.6 / 1	
EL ANGEL	91.1	81.2	-11	22.0 / 30	10	12.2	12.6	0.4	20.5 / 1	5.0 / 1	
SAN GABRIEL	93.3	81.0	-13	18.4 / 13	18	12.5	12.9	0.4	20.7 / 12	2.0 / 1	
INGUINCHO	120.0	115.8	-4	29.6 / 16	15	10.6	11.2	0.6	18.8 / 1	4.0 / 7	
IBARRA	64.2	110.0	71	34.7 / 16	17	16.6	17.3	0.7	25.4 / 1	7.9 / 1	
OTAVALO	91.4	110.5	21	26.6 / 13	13	14.9	15.6	0.7	25.0 / 24	5.0 / 7	
TOMALON	57.9	70.0	21	29.6 / 12	13	15.8	15.0	-0.8	25.0 / 1	4.0 / 1	
QUITO-ÑAQUITO	107.4	135.7	26	21.8 / 29	19	15.3	16.2	0.9	24.8 / 1	6.8 / 19	
LA TOLA	115.0	78.1	-32	15.7 / 13	16	16.4	16.0	-0.4	25.8 / 11	5.0 / 1	
IZOBAMBA	135.5	191.6	41	40.0 / 23	23	12.1	12.9	0.8	21.8 / 8	3.3 / 1	
LATACUNGA AER.	52.0	74.3	43	39.0 / 3	10	14.2	15.2	1.0	24.6 / 2	5.0 / 11	
EL CORAZON	68.8	54.0	-22	16.7 / 30	22	18.5	18.7	0.2	24.0 / 5	14.0 / 8	
RUMIPAMBA	49.6	34.1	-31	6.2 / 14	14	15.1	15.0	-0.1	23.8 / 1	3.8 / 1	
AMBATO AER.	54.0	43.0	-20	57.7 / 9	19	15.5	NIL	NIL	NIL	5.8 / 7	
QUEROCHACA	43.7	54.2	24	12.4 / 29	18	13.2	13.6	0.4	22.1 / 29	4.1 / 1	
RIOBAMBA AER.	40.8	45.3	11	18.0 / 13	13	14.6	15.4	0.8	24.9 / 30	5.0 / 1	
CAÑAR	44.6	56.6	27	18.0 / 13	10	12.2	NIL	NIL	NIL	NIL	
CUENCA AER.	89.9	132.1	47	19.0 / 23	19	16.0	17.0	1.0	26.4 / 1	7.2 / 1	
PAUTE	68.1	NIL	NIL	NIL	NIL	17.7	18.8	1.1	28.1 / 31	10.1 / 1	
GUALACEO	72.8	78.5	8	26.7 / 30	16	17.9	17.3	-0.6	27.2 / 30	7.0 / 1	
SARAGURO	60.2	NIL	NIL	NIL	NIL	13.5	NIL	NIL	21.9 / 31	10.9 / 15	
LA ARGELIA	69.9	141.7	103	31.3 / 14	21	16.7	17.1	0.4	25.0 / 23	8.0 / 11	
LA TOMA	30.5	48.8	60	13.0 / 16	9	24.6	24.3	-0.3	34.0 / 1	12.2 / 15	
CELICA	19.9	25.2	27	9.8 / 16	4	16.4	16.8	0.4	23.8 / 3	11.8 / 13	
CARIAMANGA	67.5	70.0	4	15.6 / 21	9	18.0	19.0	1.0	26.5 / 5	12.6 / 12	
LAGO AGRIO AER.	255.1	272.6	7	78.0 / 14	18	26.6	26.5	-0.1	35.0 / 1	20.0 / 17	
EL COCA AER.	277.2	140.5	-49	34.0 / 16	18	27.3	27.1	-0.2	34.6 / 19	21.0 / 4	
NVO. ROCAFUERTE	226.9	103.6	-54	24.0 / 3	15	26.7	27.0	0.3	35.2 / 1	20.5 / 18	
PASTAZA AER.	461.2	444.2	-4	60.0 / 8	25	22.0	22.5	0.5	29.8 / 1	16.8 / 1	
PUYO	391.7	492.9	26	76.2 / 8	27	21.9	22.7	0.8	30.0 / 19	14.4 / 1	
MACAS AER.	201.6	132.5	-34	20.0 / 5	21	22.6	23.2	0.6	31.5 / 19	15.6 / 1	
S. CRISTOBAL-GAL.	9.9	21.8	120	14.0 / 12	21	23.1	22.3	-0.8	26.4 / 27	15.9 / 2	

NIL = No reporta información
(R) = Record Máximo de serie
(r) = Record Mínimo de serie
NOTA: Los datos utilizados están sujetos a verificación
La temperatura media y mensual son calculadas en base a temperaturas extremas

Anexo 6.

Formato de Encuesta Aplicada a los Habitantes del Barrio Chantán.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

Instructivo:

- Esta encuesta es anónima, la valiosa información que usted suministre será tratada confidencialmente que servirá exclusivamente para obtener elementos de juicio que sustente a la presente investigación.
 - Lea detenidamente las interrogantes del cuestionario.
 - Responda con sinceridad.
 - Conteste en forma clara y precisa.
1. ¿Conoce Ud. Sobre el monocultivo?
 2. ¿Qué tipo de cultivo realiza Ud. Anualmente?
 3. ¿Qué tipo de abono orgánico utiliza?
 4. ¿Qué tipo de abono químico utiliza?
 5. ¿Qué tipo de sistema de riego posee?
 6. ¿Conoce Ud. Si se ha realizado algún estudio de suelo en este sector?

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 7.

Reporte Meteorológico Estación Climatológica CEYPSA-UTC.

DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA DEL CEYPSA-UTC.							
PERÍODO JULIO-OCTUBRE 2013							
MESES	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN	EVAPORACIÓN	HELIOFANÍA	HUMEDAD	VIENTO m/s	
	° C	mm	mm	Hs	%	Dirección prevaliente	Fuerza
JULIO	12,4	13,3	106,8	147,4	79	S	2,0
AGOSTO	13,0	12,0	112,0	166,6	74	S	2,7
SEPTIEMBRE	13,5	5,8	119,2	142,6	72	S	2,5
OCTUBRE	14,6	42,2	124,6	160,9	77	S	2,3
TOTAL ANUAL	53,5		462,6	617,5	302		9,5
PROMEDIO	13,4		115,7	154,4	75,5		2,4
AUTOR: Dr. Polivio Moreno							

Anexo 8.

Reporte de Análisis de Suelos del INIAP.

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : MARCELO CANDO Dirección : LATACUNGA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Provincia : COTOPAXI Cantón : LATACUNGA Parroquia : ELOY ALFARO/SAN FELIPE Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 08/08/2013 Fecha de Ingreso : 09/08/2013 Fecha de Salida : 21/08/2013</p>
---	--	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml				ppm			
			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
93756	MUESTRA 1	8,44 AI	26,00 B	14,00 M	5,50 B	0,46 A	8,90 A	1,50 M	0,4 B	3,0 M	21,0 M	1,7 B	0,81 B
93757	MUESTRA 2	7,63 LAI	20,00 B	80,00 A	3,90 B	0,38 M	3,80 B	0,90 B	0,4 B	2,3 M	18,0 B	1,8 B	0,87 B
93758	MUESTRA 3	7,60 LAI	20,00 B	20,00 M	3,30 B	0,29 M	3,50 B	0,98 B	0,5 B	2,2 M	19,0 B	1,7 B	0,84 B

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto	
	RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina



 RESPONSABLE LABORATORIO



 LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : MARCELO CANDO
 Dirección : LATACUNGA
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre :
 Provincia : COTOPAXI
 Cantón : LATACUNGA
 Parroquia : ELOY ALFARO/SAN FELIPE
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 Fecha de Muestreo : 08/08/2013
 Fecha de Ingreso : 09/08/2013
 Fecha de Salida : 20/08/2013

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	ppm	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	SO4	# - 0.075	Arena	Limo	Arcilla	
93756					1,00 B	5,93	3,26	22,61	10,86	16,80	11,00	72	24	4	Franco-Arenoso
93757					1,00 B	4,22	2,37	12,37	5,08	13,70	14,00	72	24	4	Franco-Arenoso
93758					0,90 B	3,57	3,38	15,45	4,77	14,40	11,00	72	24	4	Franco-Arenoso

INTERPRETACION

Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS

C.E. = Conductividad Eléctrica
 M.O. = Materia Orgánica
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E. = Pasta Saturada
 M.O. = Dicromato de Potasio
 Al+H = Titulación NaOH

 RESPONSABLE LABORATORIO

 LABORATORISTA

Anexo 9.

Reporte de Absorción Atómica de los Elementos Totales del Suelo.

Muestra	mg/L										
	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Co	Mn	Zn	Ni	Pb
A1	353	193	7,05	8,30	34,23	0,05	0,18	0,62	0,13	0,12	0,10
A2	338	202	7,55	9,00	33,39	0,07	0,18	0,58	0,12	0,12	0,09
A3	313	181	9,15	10,00	36,28	0,06	0,18	0,64	0,12	0,13	0,09

Anexo 10.

Análisis FODA del barrio Chantán.

AMBITO INTERNO	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
F1. Organización comunitaria. F2. Suelo apto para cultivos con limitaciones. F3. Práctica y conocimientos empíricos en agricultura.	D1. No disponen de agua para riego. D2. Desconocimiento sobre el uso adecuado del suelo. D3. No han recibido capacitaciones sobre manejo y conservación de los recursos naturales.
AMBITO EXTERNO	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
O1. Instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan por la conservación del ambiente. O2. Recursos económicos destinados para el mejoramiento y conservación del ambiente. O3. Cercanía al mercado mayorista de Latacunga.	A1. Minería de piedra pómez en barrios aledaños a la zona en estudio. A2. Erosión del suelo.

Anexo 11.

Matriz de Confrontación.

<p>FACTORES INTERNOS</p> <p>FACTORES EXTERNOS</p>	<p>FORTALEZAS:</p> <p>F1, F2, F3.</p>	<p>DEBILIDADES:</p> <p>D1, D2, D3.</p>
<p>OPORTUNIDADES:</p> <p>O1, O2, O3.</p>	<p>Estrategias F.O.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar convenios con instituciones para capacitar a la población sobre manejo y técnicas de agricultura amigables con el ambiente (agricultura ecológica). 2. Desarrollar proyectos de producción comunitaria con el apoyo de instituciones que prestan soporte comunitario. 	<p>Estrategias D.O.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un proyecto de agua de riego conjuntamente con otros barrios cercanos que no disponen de este recurso. 2. Capacitar e implementar un plan de manejo conservación y uso adecuado de los recursos naturales.
<p>AMENAZAS</p> <p>A1, A2.</p>	<p>Estrategia F.A.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer acuerdos entre los dirigentes del barrio y los propietarios de las minas con la finalidad de prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades; es decir que apliquen el artículo 47 de la ley de minería (2011). 	<p>Estrategia D.A.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar una campaña de forestación y reforestación en los linderos de los terrenos utilizando especies nativas como el cholán, aliso, capulí, o tilo; y entre ellos arbustos como la chilca, zig-zig, marco o malva.

Anexo 12. Fotografías

Delimitando área de Estudio mediante Coordenadas UTM y Altura



Muestreo de Suelo



Homogenizando Muestra de Suelo



Identificando Muestra de Suelo



Secando Muestra de Suelo



Tamizando Muestra de Suelo



Pesando Muestra de Suelo Para Determinar Humedad



Secando Muestras de Suelo en la Estufa



Enfriando Muestras de Suelo en el Desecador



Agitando Muestra de Suelo



Determinando la Conductividad Eléctrica del Suelo



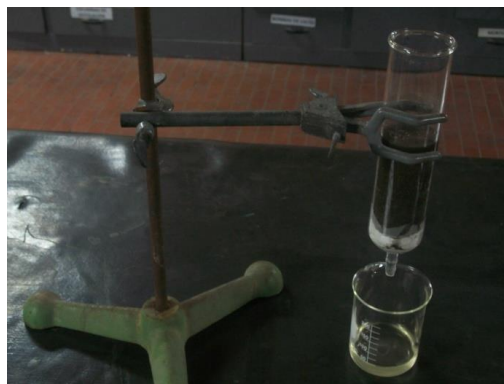
Determinando el pH del Suelo



Determinando el d80



Determinando la Capacidad de Campo



Determinando el Punto de Marchitez Permanente



Determinando la Densidad Real



Determinando los Elemento Totales del Suelo

