



# **UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“CONTRIBUCIÓN AL USO Y MANEJO SOSTENIBLE DE  
LOS SUELOS EN LA FINCA RAMÍREZ DE LA COMUNA  
BAMBIL DESHECHO DE LA PARROQUIA COLONCHE  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**SERGIO DOMINGO CATUTO POZO**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2015**

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“CONTRIBUCIÓN AL USO Y MANEJO SOSTENIBLE DE  
LOS SUELOS EN LA FINCA RAMÍREZ DE LA COMUNA  
BAMBIL DESHECHO DE LA PARROQUIA COLONCHE  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**SERGIO DOMINGO CATUTO POZO**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

2015

## **TRIBUNAL DE GRADO**

---

Ing. Antonio Mora Alcívar, M.Sc.  
**DECANO DE LA FACULTAD**  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Lenni Ramírez Flores, Mg.  
**DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

Ing. Ángel León Mejía, M.Sc.  
**DOCENTE DEL ÁREA**

---

Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, Ph.D.  
**DOCENTE TUTOR**

---

Abg. Joe Espinoza Ayala  
**SECRETARIO GENERAL**

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy un eterno agradecimiento a Dios, porque con su sabiduría y poder infinito nos da la fortaleza necesaria para culminar cada labor que nos proponemos.

Al Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, Ph.D., tutor de este proyecto de investigación, gracias por contribuir científicamente en la elaboración, desarrollo y ejecución del mismo.

Finalmente expreso mis sinceros agradecimientos a mis padres, hermanos, esposa e hija y compañeros de estudio por la amistad brindada, dándome fuerza de seguir adelante.

***Sergio Catuto Pozo***

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación está dedicado de manera especial a Dios, Creador Supremo de las cosas y guía espiritual para la culminación de este arduo trabajo.

A mis padres, por sus constantes palabras de aliento y esperanza, por habernos brindado su apoyo sin restricción de ninguna naturaleza. De quienes obtuve su confianza y apoyo incondicional el cual fue motivo para alcanzar el objetivo propuesto y así asegurarme una vida digna y clara en el futuro.

*Sergio Catuto Pozo*

**“El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena”.**

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos .....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos .....	2
1.4 Hipótesis .....	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Suelo.....	4
2.1.1 Suelo agrícola .....	5
2.1.2 Horizontes del suelo.....	5
2.2 Sistemas de clasificación de la capacidad de uso de la tierra.....	6
2.2.1 Metodología del instituto nacional de bosques de guatemala- INAB ....	6
2.2.1.1 Categorías de capacidad de uso.....	7
2.2.2 Metodología de clases de capacidad de uso de las tierras (USDA).....	8
2.2.2.1 Clases de capacidad de uso .....	9
2.2.2.2 Subclases de capacidad de uso .....	10
2.2.2.3 Unidades de manejo .....	11
2.3 Parámetros para evaluar la capacidad de uso de las tierras .....	11
2.3.1 Pendiente.....	11
2.3.2 Profundidad efectiva .....	12
2.3.3 Textura superficial .....	12
2.3.4 Pedregosidad.....	14
2.3.5 Drenaje.....	15
2.3.6 Salinidad .....	15
2.4 Degradación o pérdida de los suelos .....	16

2.4.1 Causas de la degradación de la tierra.....	16
2.4.1.1 Contaminación .....	17
2.4.1.2 Erosión .....	17
2.4.1.2.1 Erosión hídrica .....	18
2.4.1.2.2 Erosión eólica .....	18
2.5 Prácticas para la conservación de suelos .....	18
2.5.1 Prácticas culturales .....	18
2.5.2 Rotación de cultivos.....	19
2.5.3 Cultivos en fajas.....	19
2.5.4 Cobertura de suelo .....	20
2.5.5 Materia orgánica .....	20
2.5.6 Cortinas rompe vientos .....	20
2.5.7 Reforestación .....	21
2.5.8 Mantenimiento de las condiciones biológicas del suelo.....	22
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 Descripción del lugar de estudio .....	23
3.2 Materiales .....	24
3.3 Metodología.....	25
3.3.1 Determinación de puntos de muestreo.....	25
3.3.2 Toma de muestra.....	25
3.4 Descripción de perfil de suelo .....	26
3.5 Análisis químico del suelo .....	26
3.6 Selección y definición de las variables.....	26
3.6.1 Pendiente.....	27
3.6.2 Profundidad efectiva del suelo.....	27
3.6.3 Textura.....	27
3.6.4 Pedregosidad.....	29
3.6.5 Drenaje.....	29
3.6.6 Salinidad .....	29
3.6.7 Período seco.....	29

3.7 Características químicas .....	30
3.7.1 Materia orgánica (MO) .....	30
3.8 Medidas de conservación y mejoramiento de los suelos.....	30
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Definición de unidades de manejo de los suelos .....	31
4.1.1 Descripción del perfil del suelo de la unidad de manejo 1 .....	31
4.1.2 Descripción del perfil del suelo de la unidad de manejo 2 .....	32
4.2 Características físicas .....	33
4.2.1 Pendiente.....	33
4.2.2 Textura .....	34
4.2.3 Profundidad efectiva .....	34
4.2.4 Pedregosidad.....	35
4.2.5 Drenaje.....	35
4.2.6 Salinidad .....	36
4.2.7 Período seco.....	36
4.2.8 Fertilidad del suelo.....	37
4.2.9 Resumen del análisis de las características.....	37
4.3 Clasificación de la capacidad de uso de las tierras.....	38
4.4 Medidas de conservación y mejoramiento de los suelos.....	39
4.4.1 Siembra en contorno .....	39
4.4.2 Labranza mínima o conservacionista.....	40
4.4.3 Sistemas agroforestales.....	40
4.4.4 Siembra de plantas de cobertura y abonos verdes .....	40
4.4.5 Regadío .....	41
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Clases de pendiente. ....	11
Cuadro 2. Clase de profundidad de suelo.....	12
Cuadro 3. Clasificación USDA de los suelos según su textura. ....	13
Cuadro 4. Pedregosidad (G) Gradación del parámetro. ....	14
Cuadro 5. Clasificación de Drenaje. ....	15
Cuadro 6. Clase de salinidad.....	16
Cuadro 7. Clasificación de capacidad de uso de la tierra.....	28
Cuadro 8. Profundidad efectiva del suelo en la finca Ramírez. ....	35
Cuadro 9. Clases de pedregosidad en la finca Ramírez. ....	35
Cuadro 10. Capacidad de uso de las unidades de manejo de la finca Ramírez....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Triángulo textural .....	14
Figura 2. Localización de la finca Ramírez y ubicación de las calicatas descritas.....	23
Figura 3. Toma de muestras en las calicatas.....	26
Figura 4. Unidades de manejo identificadas en la finca Ramírez.....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A. Pendiente de la finca.
- Figura 2A. Limpieza de terreno.
- Figura 3A. Medición para calicata.
- Figura 4A. Realización de calicata.
- Figura 5A. Tipos de horizonte calicata 1.
- Figura 6A. Medición de horizonte A calicata 1.
- Figura 7A. Medición del horizonte B calicata 1.
- Figura 8A. Medición de horizonte C calicata 1.
- Figura 9A. Muestra de suelo calicata 1.
- Figura 10A. Tipos de horizonte calicata 2.
- Figura 11A. Medición del horizonte A calicata 2.
- Figura 12A. Medición del horizonte B calicata 2.
- Figura 13A. Medición del horizonte C calicata 2.
- Figura 14A. Muestra de suelo calicata.
- Figura 15A. Análisis de salinidad calicata 1.
- Figura 16A. Análisis de suelo calicata 1 (1).
- Figura 17A. Análisis de suelo calicata 1 (2).
- Figura 18A. Análisis de salinidad calicata 2.
- Figura 19A. Análisis de suelo calicata 2 (1).
- Figura 20A. Análisis de suelo calicata 2 (2).

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 ANTECEDENTES**

La tierra es un recurso limitado y no renovable y si el crecimiento de la población humana aumenta tendrá conflictos de acuerdo a su aprovechamiento. De ahí la importancia de la clasificación de los diferentes tipos de tierras (FAO 1994).

El estudio de suelos tiene como propósito evaluar las características físicas, químicas y biológicas del recurso suelo, con la finalidad de proporcionar información básica para determinar áreas con potencialidades para el desarrollo agrícola, pecuario, forestal y otros usos. Adquiriendo como información básica el aspecto edáfico, es decir, las características físico-químicas, morfológicas y pedogenéticas de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico, cuya clasificación de las tierras será de aplicación práctica y en lenguaje sencillo para el usuario.

La clasificación de las tierras implica las unidades de mapeo, que reflejan la aptitud potencial de las mismas, sea para fines agrícolas, pecuarios, forestales, así como su uso práctico de manejo y conservación, que impidan el deterioro.

La conservación del suelo proporciona un conjunto de prácticas sustentables destinadas a promover el uso adecuado, permitiendo su productividad y sustentabilidad en forma permanente. La planificación permite prever los problemas y generar acciones para resolverlos.

Dentro de las prácticas de conservación más utilizadas se encuentran la rotación de cultivos, la formación de terrazas en terrenos con pendiente, el empleo de abonos verdes, entre otras. También la asociación de cultivos permite mantener un control biológico de plagas y enfermedades al igual que el correcto manejo

integrado de insectos, malezas y enfermedades. La siembra de determinados cultivos permite mejorar la estructura del suelo y su fertilidad.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo estuvo orientado a la clasificación de la capacidad de uso de la tierra mediante el método conocido como USDA, con esta metodología se logró conocer los tipos de usos se pueden establecer o para qué tiene capacidad de uso el área estudiada.

La clasificación de la tierra según su capacidad de uso se realizó de acuerdo a ocho clases, para la determinación de la clase que corresponde a cada sitio evaluado se utilizaron características físicas, químicas y biológicas de los suelos.

La finalidad de este proyecto fue la planificación del uso del suelo, la óptima distribución y manejo de este recurso a fin de proveer mayor impulso a los agricultores. La propuesta que emanó de los resultados conlleva al uso y manejo sostenible del recurso suelo, de ahí que se propusieron los siguientes objetivos.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al uso y manejo sostenible de los suelos en la finca Ramírez de la comuna Bambil Deshecho, parroquia Colonche provincia de Santa Elena.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar los principales factores que influyen en la degradación de los suelos del área de estudio.

2. Evaluar la capacidad de uso de los suelos en la finca Ramírez de la comuna Bambil Deshecho de parroquia Colonche, provincia Santa Elena.
3. Proponer medidas para la conservación y mejoramiento de los suelos del área estudiada.

#### **1.4 HIPÓTESIS**

El uso y manejo sostenible de los suelos es posible a partir de conocer los factores que influyen en su degradación y la capacidad de uso de los mismos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 SUELO**

FUENTES (2009) menciona que el suelo se deriva de la palabra latina *solum*, que significa piso o superficie de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica, las características del suelo más importantes son su permeabilidad, relacionada con la porosidad, su estructura y su composición química.

VOLKE SEPÚLVEDA *et al.* (2005) mencionan que el suelo está constituido por capas llamadas horizontes y se llama perfil edáfico. Los horizontes se definen como una capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie, con características como la textura, el espesor, el color, la naturaleza química y la sucesión de los diferentes horizontes que caracterizan un suelo y determinan su calidad.

GERRARD (1998) indica que los componentes primarios de suelo son materiales inorgánicos, en su mayoría producidos por la meteorización de lecho de roca u otro material matriz, Estos constituyentes difieren del material de matriz en su morfología, características físicas, químicas y las propiedades mineralógicas, y sus características biológicas.

ISHIBASHI y HAZARIKA (2015) señalan que el suelo se puede definir como un conjunto de partículas sólidas no metálicos, compuesto por grava, arena, limo y arcilla según el tamaños de grano de las partículas, se pueden clasificar el tipo de suelo, el suelo es constituido por roca original empieza a formar a partir del magma fundido .

### 2.1.1 SUELO AGRÍCOLA

PORTA *et al.* (2008) anuncian que el concepto de suelo agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para la actividad agrícola o agricultura, debe ser en primer lugar un suelo fértil que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo. Al analizar "in situ" una porción del suelo agrícola se diferencian dos partes: la fisiografía y la morfología.

Según BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA (2003), el suelo agrícola se diferencian dos partes: la fisiografía y la morfología. La fisiografía es la parte externa, superficial, se observa, las peculiaridades de la superficie del terreno: pendiente, pedregosidad, vegetación, etc. Además nos dará una idea de las labores agrícolas que se pueden realizar en la superficie. La morfología es la parte oculta, que permitirán conocer el material edáfico con el que se debe enfrentar: propiedades físicas, químicas y sus consecuentes posibles correcciones.

### 2.1.2 HORIZONTES DEL SUELO

IBÁÑEZ (2004) menciona que la estructura del suelo presenta tres capas principales u horizontes:

- **Horizonte A o de lavado:** es la capa más superficial, que suele ser de color oscuro debido a que contiene el humus. La actividad de los microorganismos descomponedores libera sales minerales que son arrastradas por el agua de lluvia al infiltrarse hacia capas más profundas.

- **Horizonte B o de precipitación:** es la capa intermedia, en la cual se depositan las sales minerales del horizonte A que el agua arrastra. Es de color más claro que el horizonte A.

- **Horizonte C o subsuelo:** es la capa más profunda. Está constituida por los materiales de alteración de la roca madre y por la propia roca madre.



**Fuente:** La Nación Revista, Especial Ecología, 1999.

## 2.2 SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

JIMÉNEZ (2001) señala que existen múltiples metodologías para la determinación de la capacidad de uso de las tierras.

KRASILNIKOV, CASTORENA y AHRENS (2013) manifiestan que hay diferentes clasificaciones de suelo que se emplean en algunos países según la cobertura de suelo. El país de México tiene una clasificación de suelo muy diferente a las demás naciones.

### 2.2.1 METODOLOGÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES DE GUATEMALA- INAB

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES DE GUATEMALA INAB (1997) manifiesta que esta metodología se realizó con fines de clasificar y certificar la

capacidad de uso de la tierra, que han sido utilizados en la región centroamericana y particularmente en Guatemala.

Entre los factores que se consideran en esta metodología están la profundidad efectiva del suelo y la pendiente del terreno, adicionalmente se consideran la pedregosidad (superficial e interna) y el drenaje superficial como factores que en forma temporal o permanente pueden modificar la capacidad de uso de la tierra.

### **2.2.1.1 Categorías de capacidad de uso**

Las categorías de capacidad de uso que se emplean en la metodología, se ordenan en forma decreciente en cuanto a la intensidad de uso soportable sin poner en riesgo la estabilidad -física- del suelo. No se incluyen criterios de fertilidad de suelos, ni aspectos ligados a la producción (acceso, mercados y costos), por lo que son categorías indicativas de usos mayores en términos de la protección que ofrecen a las capas superiores del suelo. Bajo este contexto, las categorías son las siguientes:

**A. Agricultura sin limitaciones (A):** Áreas para cultivos agrícolas sin limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permiten cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva o extensiva, demandan muy pocas prácticas intensivas de conservación de suelos.

**B. Agricultura con mejoras (Am):** Área que presentan limitaciones de uso moderadas con respecto a la pendiente, profundidad, pedregosidad y drenaje. Para su cultivo se requiere prácticas de manejo y conservación de suelo así como medidas agronómicas relativamente intensas y acordes al tipo de cultivo establecido.

**C. Agroforestería con cultivos anuales (Aa):** Áreas con limitaciones de pendiente y profundidad efectiva del suelo, se permite la siembra de cultivos

agrícolas con árboles y con áreas de conservación de suelos y prácticas o técnicas agronómicas de cultivos.

**D. Sistemas silvopastoriles (Ss):** Área con limitaciones de pendiente y profundidad, drenaje interno que tienen limitaciones permanentes o transitorias de pedregosidad y drenaje. Permiten el desarrollo de pastos naturales o cultivados o asociados con especies arbóreas.

**E. Agroforestería con cultivos permanentes (Ap):** Áreas con limitaciones de pendientes y profundidad, aptas para el establecimiento de sistemas de cultivos permanentes asociados con árboles (especies frutales o con fines de producción de maderas).

**F. Tierras forestales para producción (F):** Áreas con limitaciones para usos agropecuarios de pendiente o pedregosidad, con aptitud preferente para realizar un manejo forestal sostenible, tanto del bosque nativo como de plantaciones con fines de aprovechamiento, sin que esto signifique el deterioro de los recursos naturales.

**G. Tierras forestales de protección (Fp):** Áreas con limitaciones severas en cualquiera de los factores limitantes o modificadores; apropiados para actividades forestales de protección o conservación ambiental exclusiva. Son tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo.

### **2.2.2 METODOLOGÍA DE CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS (USDA)**

Según USDA (1985), citado por MERLO *et al.* (2009), la capacidad de uso de la tierra se utiliza para reflejar la capacidad natural que tienen las tierras para soportar distintas formas de uso. Este sistema contempla ocho clases que se representan con números romanos del I al VIII. En donde las limitaciones de las

tierras aumentan progresivamente en forma ascendente, a su vez, las clases se subdividen en subclases y unidades de manejo.

### **2.2.2.1 Clases de capacidad de uso**

Se define como clase a grupos de tierras que presentan condiciones similares en el grado relativo de limitaciones y riesgo de deterioro para su uso en forma sostenible.

**Clase I:** incluye tierras con pocas o ninguna limitación para la agricultura, ganaderías o producciones forestales, y están apropiadas ecológicamente a la zona. Son tierras planas o casi planas, no erosionadas con suelos muy profundos de textura media, sin piedra, sin problemas de toxicidad y salinidad, buen drenaje, sin riesgo de inundación, en zonas de vida de condición húmeda, período seco moderado y sin riesgos adversos por neblina y viento.

**Clase II:** las tierras de esta clase presentan leves limitaciones que pueden aumentar el costo de producción al invertir en prácticas de manejo y conservación de suelos. Las limitaciones que pueden presentar son: relieve ligeramente ondulado, erosión leve, ligeramente pedregosa, fertilidad media y/o salinidad leve, drenaje moderadamente excesivo lento, riesgo de inundación leve, zona de vida seca o muy húmeda, con período seco fuerte o ausente y neblina y viento moderado.

**Clase III:** presenta limitaciones moderadas que obligan a realizar prácticas de conservación de suelos.

**Clase IV:** presenta fuertes limitaciones que restringen su uso a cultivos semipermanentes y permanentes.

**Clase V:** las tierras de esta clase presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque, por lo cual su uso se restringe a pastoreo o manejo de bosque natural.

**Clase VI:** estas tierras son utilizadas para la producción forestal, así como para cultivos permanentes, como café y frutales, con manejo de conservación de suelos. Esta clase de tierras, por su pendiente, no son adecuadas para plantaciones forestales como la teca (*Tectona grandis*) y la melina (*Gmelina arborea*) porque son especies que aceleran los procesos de erosión del suelo.

**Clase VII:** solo se permite el manejo de forestales en caso de coberturas boscosas.

**Clase VIII:** estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para la producción agropecuaria o forestales. Solo se pueden utilizar como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de capas acuíferas, reserva genética y belleza escénica.

#### **2.2.2.2 Subclases de capacidad de uso**

Las subclases son grupos de tierras dentro de una clase que tienen limitaciones en función de los siguientes factores: topografía (t), suelo (s), drenaje (d) y clima (c).

**Topografía (t).**- Se refiere a las limitantes, el factor pendiente.

**Suelo (s).**- Se refiere a las limitantes, por los siguientes factores: profundidad efectiva, textura, pedregosidad y salinidad del suelo.

**Drenaje (d).**- representa las limitaciones, debido al exceso o deficiencia en el contenido de humedad de un suelo.

**Clima (c).**- representa limitaciones que se deben a distintas características climáticas, que pueden afectar al desarrollo de los cultivos dependiendo de la zona de humedad y temperatura. La zona seca será considerada como limitante por la escasez de agua.

### 2.2.2.3 Unidades de manejo

Constituyen una subdivisión de las subclases de capacidad de uso, que indican el o los factores específicos que limitan su utilización en actividades agropecuarias y forestales. Estas tierras son lo suficientemente homogéneas como para requerir sistemas de manejo y conservación similares.

## 2.3 PARÁMETROS PARA EVALUAR LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

Los parámetros que se consideran para evaluar la capacidad de uso de las tierras son diversos. A continuación se explica cada uno de ellos.

### 2.3.1 PENDIENTE

CASANELLAS y REGUERÍN (2005) manifiestan que la pendiente en que se halle situado un suelo habrá condicionado la edafogénesis, los procesos erosivos y las funciones del suelo y los usos posibles, en el Cuadro 1 aparece la clasificación de la pendiente.

**Cuadro 1. Clases de pendiente.**

<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pendiente (%)</b>
1	Llano o casi llano	0 – 4
2	Suavemente inclinado	4 – 8
3	Inclinado	8 – 16
4	Moderadamente escarpado	16 - 32
5	Escarpado	32 - 64
6	Muy escarpado	> 64

### 2.3.2 PROFUNDIDAD EFECTIVA

La FAO (2000) menciona que la profundidad del suelo es un elemento limitante para el desarrollo de las raíces y de disponibilidad de humedad y nutrimentos para la plantas, afectando además la infiltración y las opciones de labranza. Cuanto más superficial es un suelo más limitados son los tipos de uso que puede tener y más limitado será también el desarrollo de los cultivos.

SIGAGRO (2008) indica que la profundidad efectiva se mide en centímetro de manera perpendicular a la superficie terrestre. Para la caracterización de las unidades edafológicas se agrupan en cuatro clases la misma que se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Clase de profundidad de suelo.**

<b>Símbolo</b>	<b>Clases</b>	<b>Profundidad efectiva (cm)</b>
D1	Muy delgado	< 20
D2	Delgado	20 a 40
D3	Ligeramente profundo	40 a 70
D4	Moderadamente profundo	70 a 90
D4	Profundo	> 90

### 2.3.3 TEXTURA SUPERFICIAL

CASANOVA (2010) indica que la textura corresponde al porcentaje tierra fina: arena, limo y arcilla. Los agrupamientos texturales pueden utilizarse como una forma de establecer generalizaciones y aunque no son utilizados en la etiqueta que lleva la unidad cartográfica en los mapas de suelos, si constituyen un criterio de separación de Fases (clase textural superficial). La clase textural superficial se define en los primeros 20 cm de suelo; en caso de existir más de un horizonte con diferentes texturas, debe referirse a la mezcla de ellos.

NÚÑEZ (s.f) menciona que hay varios sistemas usados a nivel mundial para clasificar el tamaño de las partículas, en función de la velocidad de sedimentación. Los más usados son los del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica (USDA), que se detallan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Clasificación USDA de los suelos según su textura.**

<b>Textura</b>	<b>Arena (%)</b>	<b>Limo (%)</b>	<b>Arcilla (%)</b>	<b>Clase textural</b>	
Textura gruesa	86-100	0-14	0-10	Arenoso	Suelos arenosos
	70-86	0-30	0-15	Arenoso franco	
Textura moderadamente gruesa	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso	Suelos francos
Textura media	23-52	28-50	7-27	Franco	
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso	
	0-20	88-100	0-12	Limoso	
Textura moderadamente fina	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso	
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso	
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso	
Textura fina	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso	Suelos arcillosos
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso	
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso	

Las clases texturales del suelo se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula (o separaciones de suelo, o fracciones), dentro del sistema USDA son 12 y se dispone en un triángulo de textura como se describe en la Figura 1.

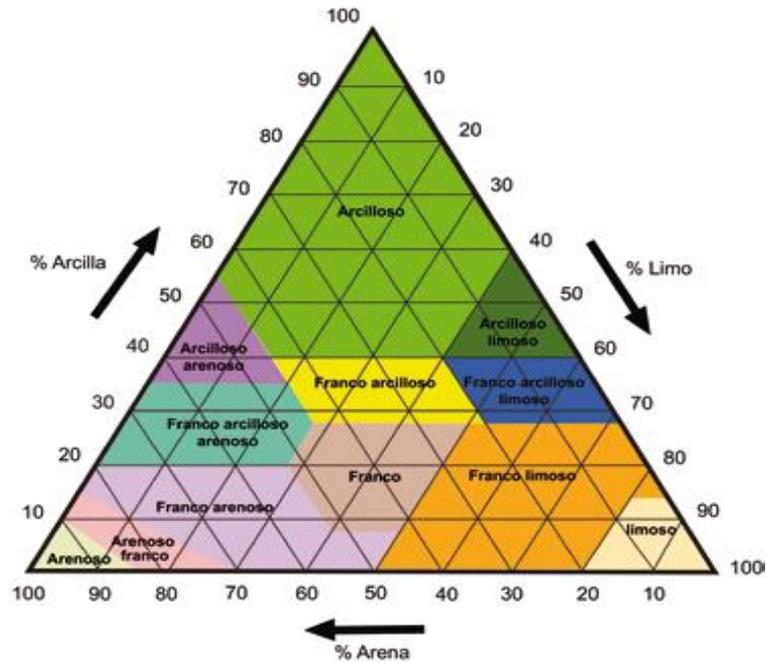


Figura 1. Triángulo textural.

### 2.3.4 PEDREGOSIDAD

VIDAL y DÍAZ (2002) señalan que la pedregosidad se ha considerado entre los elementos groseros en rangos de 10 a 25 cm de diámetro presentes en la superficie, y los elementos de dimensiones más reducidas que pueden aparecer en la zona de desarrollo radicular. La pedregosidad está compuesta por cinco grupos que se detallan en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Pedregosidad (G) Gradación del parámetro.**

G1	Ausencia o escasa. Sin limitaciones. No dificultad el laboreo del suelo	< 5 %
G2	Frecuente. Limitaciones ligeras	5 – 15 %
G3	Numerosa. Limitaciones moderadas	15 – 40 %
G4	Abundante. Limitaciones severas	40 – 80 %
G5	Dominante. Limitaciones muy severas Pavimento pedregoso	> 80 %

### 2.3.5 DRENAJE

DAR (2006) señala que los criterios adoptados para la clasificación de drenaje se indican en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Clasificación de drenaje.**

<b>Criterio adoptado</b>	<b>Descripción</b>
El agua se elimina del suelo muy rápidamente	Drenaje muy rápido
El agua se elimina del suelo rápidamente	Drenaje rápido
El agua se elimina con facilidad pero de forma suficientemente lenta para que quede a disposición de las plantas. Generalmente sin manchas de óxido-reducción en los primeros 100 cm o hasta un 2 % entre 60 y 100 cm.	Bien drenado
El agua se elimina con cierta lentitud 2- 20 % moteado de Fe – Mn de óxido-reducción entre 60 y 100 cm.	Moderadamente bien drenado
El agua se elimina del suelo con lentitud manteniendo el suelo saturado durante largo periodos de tiempo. Manchas de óxido-reducción (Fe-Mn) entre base del Ap y 60 cm.	Imperfectamente Drenado
El agua se elimina del suelo con gran lentitud, permaneciendo el suelo saturado durante largos períodos de tiempo. Moteado con cromas menor de 2 dentro de los primeros 60 cm.	Escasamente drenado
El agua se elimina tan lentamente que el nivel freático oxígeno se encuentra en superficie durante largos periodos de tiempo	Muy escasamente drenado

### 2.3.6 SALINIDAD

La FAO (2000) indica que los suelos salinos tienen altos contenidos de diferentes tipos de sales y pueden tener una alta proporción de sodio intercambiable. Los

suelos fuertemente salinos presentane florescencias en la superficie o costras de yeso ( $\text{SOCa}_4$ ), sal común ( $\text{ClNa}$ ), carbonato de sodio ( $\text{CO}_3\text{Na}_2$ ) y otras.

SAG (2011) manifiesta que la salinidad de los suelos está referida a la presencia de altas concentraciones de sales solubles en el suelo, las cuales se miden a través de la conductividad eléctrica (CE). La salinidad se puede clasificar como se indica en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Clase de salinidad.**

<b>Símbolo</b>	<b>Categoría</b>	<b>Salinidad (<math>\text{dS m}^{-1}</math>. <math>25^\circ \text{C}</math>)</b>
S0	No salino	0 a < 2
S1	Ligeramente salino	2 a < 4
S2	Moderadamente salino	4 a < 8
S3	Muy salino	8 a < 12
S4	Extremadamente salino	12 0 más

## **2.4 DEGRADACIÓN O PÉRDIDA DE LOS SUELOS**

La FAO (s.f.) menciona que la degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.

### **2.4.1 CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA**

STOCKING (2003) indica que las causas más reconocidas de la degradación de la tierra incluyen:

1. Pastoreo excesivo de tierras marginales.
2. Sobre – explotación agrícola de las tierras.

3. Inundación y salinidad de las tierras de regadío.
4. Deforestación.
5. Contaminación
6. Erosión

#### **2.4.1.1 Contaminación**

CENTRO DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA APLICADA CETEA (2004) indica que un suelo contaminado es una porción delimitada de terreno superficial o subterráneo, donde las cualidades originales han sido modificadas por la acción humana, produciendo:

1. Contaminación física con variaciones en parámetros como temperaturas y radiactividad.
2. Contaminación biológica, al inducir la proliferación de especies o cepas patógenas o ajenas a microorganismos presentes en el suelo de forma natural.
3. Contaminación química por adición de elementos o compuestos en concentraciones que alteren la composición originaria del suelo, este tipo de contaminación es la predominante.

#### **2.4.1.2 Erosión**

AGRICULTURE & LAND-BASED TRAINING ASSOCIATION ALBA (2012) manifiesta que la erosión es una amenaza seria a la calidad del agua y los sedimentos son la causa principal de la contaminación del agua, los escurrimientos con altos contenidos de nutrientes, son la segunda causa. La erosión del suelo es perjudicial para los agricultores debido a que conlleva a la pérdida de la parte más productiva del suelo.

#### **2.4.1.2.1 Erosión hídrica**

DE LA ROSA (2008) señala que la erosión hídrica es más activa cuando el agua de lluvia no penetra en el suelo y se mueve lateralmente sobre la superficie. Esta escorrentía superficial ocurre fundamentalmente en las zonas de pendiente acusadas, estando su efecto erosionador condicionado por la intensidad de las lluvias, la composición del suelo y el tipo de cubierta vegetal.

#### **2.4.1.2.2 Erosión eólica**

RAUDES y SAGASTUME (2009) indican que la erosión eólica es causada por el viento en terrenos sueltos, localizados en regiones con variaciones altas de temperaturas, poca precipitación y predominancia de vientos fuertes. Al igual que la erosión hídrica, remueve grandes cantidades de elementos nutritivos, llevándose las partículas más livianas y fértiles del suelo.

Los factores que facilitan esta forma de erosión son:

- Velocidad del viento.
- Excesivo laboreo del suelo.
- Uso de las herramientas inadecuadas.
- Sobrepastoreo de la cubierta vegetal.
- Suelo suelto, seco y sin estructura.
- Superficies extensas sin barreras vivas o cortinas rompevientos.

## **2.5 PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS**

### **2.5.1 PRÁCTICAS CULTURALES**

BENÍTEZ (1998), entre las prácticas encaminadas a prevenir la erosión del suelo, cita las siguientes:

**a. La siembra en curvas a nivel.** Esta labor no es más que sembrar el cultivo perpendicular a la máxima pendiente del terreno siguiendo curvas a nivel; las siembras se realizan en modalidades.

**b. Siembra en contornos.** Consiste en sembrarlos cultivos perpendicularmente a la pendiente.

### **2.5.2 ROTACIÓN DE CULTIVOS**

Según la FAO e INSTITUTO DE SUELO (s.f.), la rotación de cultivos es necesaria en la Agricultura de Conservación (AC) con el fin de evitar el aumento de plagas, malezas o enfermedades y para asegurar un sistema de raíces que penetren en el suelo a diferentes profundidades. Esto también conduce a una extracción más equilibrada de los nutrientes del suelo. Es un sistema que consiste en alternar, en la misma época del año cultivos de coberturas o abonos verdes y cultivos comerciales en una secuencia que debe ser planificada teniendo el escenario de mercado, los precios de los productos, el capital disponible, la mano de obra, entre otros.

### **2.5.3 CULTIVOS EN FAJAS**

Para ARTEAGA (2002) el sistema de cultivo en fajas (CF) es la siembra de dos o más cultivos en forma intercalada, siguiendo en lo posible las curvas de nivel del terreno. De acuerdo a las recomendaciones técnicas, por lo menos uno de los cultivos que se intercalen debe ser leguminoso. El ancho de fajas o franjas no es un detalle totalmente definido o muy estricto, sino está sujeto a factores como el tamaño del terreno, las especies que se siembran, las labores agrícolas necesarias.

#### **2.5.4 COBERTURA DE SUELO**

GUERRA (2009) menciona que la cobertura del suelo constituye la práctica más importante porque brinda múltiples beneficios. Una cobertura de un 40 % de la superficie (5 % de pendiente), reduce en un 90 % la erosión por salpicadura (lluvias-escorrentía) en comparación con la erosión que se produciría con lluvias similares en suelo desnudo. En superficies con pendientes fuertes, la cobertura de alrededor del 75 % logra el mismo efecto (reducción de erosión al 90 %).

#### **2.5.5 MATERIA ORGÁNICA**

BORRERO (2007) menciona que la materia orgánica favorece la formación de una estructura estable de agregados en el suelo por medio de la estrecha asociación de las arcillas con la materia orgánica. Esta asociación incrementa la capacidad de retención de agua ya que puede absorber de tres a cinco veces más de su propio peso, lo cual es especialmente importante en el caso de los suelos arenosos. La materia orgánica incrementa la retención de los nutrientes del suelo disponibles para las plantas debido a su capacidad de intercambio de cationes – la CIC del humus varía entre 1 y 5 meq/g.

#### **2.5.6 CORTINAS ROMPE VIENTOS**

JIMÉNEZ y VARGAS (2014) expresan que las cortinas rompe viento tienen como objetivos:

1. Reducir la velocidad del viento en la zona cercana al suelo.
2. Evitar pérdidas de la fertilidad del suelo por causa de erosión eólica.
3. Reducir la acción mecánica del viento sobre los cultivos y los animales.
4. Desviar las corrientes de aire.
5. Contribuir a regular condiciones de microclima en la finca.
6. Controlar el transporte de sólidos por efecto del viento.

RADULOVICH (2014) afirma que la cortina rompeviento debe ser establecida con orientación perpendicular a la dirección de los vientos predominantes en la estación seca, y debe ser suficientemente larga (100 m o más), alta (10 m o más) y densa para asegurar un buen control de la misma. Las cortinas están usualmente conformadas por más de una hilera de árboles. La distancia de plantas entre hileras y dentro de las hileras varía según las especies utilizadas y la velocidad de los vientos. Algunos distanciamientos usados son de 2 a 4 m entre hileras y de 3 a 5 m entre árboles en las hileras centrales y de 1 a 2 m entre estas y las hileras exteriores.

### **2.5.7 REFORESTACIÓN**

La FAO (2006) describe que la reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles. Para que la reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación.

FAUSTINO (1993) indica que la reforestación tiene como objetivos:

1. Controlar la erosión en terrenos que por su fuerte pendiente, pedregosidad, etc., y son aptos para la agricultura o la ganadería.
2. Funciona como esponja, recibiendo las lluvias y soltando el agua lentamente, haciéndola disponible en forma continua para la agricultura aguas abajo.

### **2.5.8 MANTENIMIENTO DE LAS CONDICIONES BIOLÓGICAS DEL SUELO**

SUQUILANDA (2008) señala que el mantenimiento de las condiciones biológicas del suelo tiene como objetivo potenciar la flora y la fauna del suelo y el mantenimiento de los niveles adecuados de materia orgánica, respondiendo a las características de las diferentes zonas agroclimáticas. Puede estimularse mediante el uso de coberturas muertas, asociación de cultivo, reciclaje de nutrientes (abonos orgánicos) e inoculación de agentes microbiológicos eficientes.

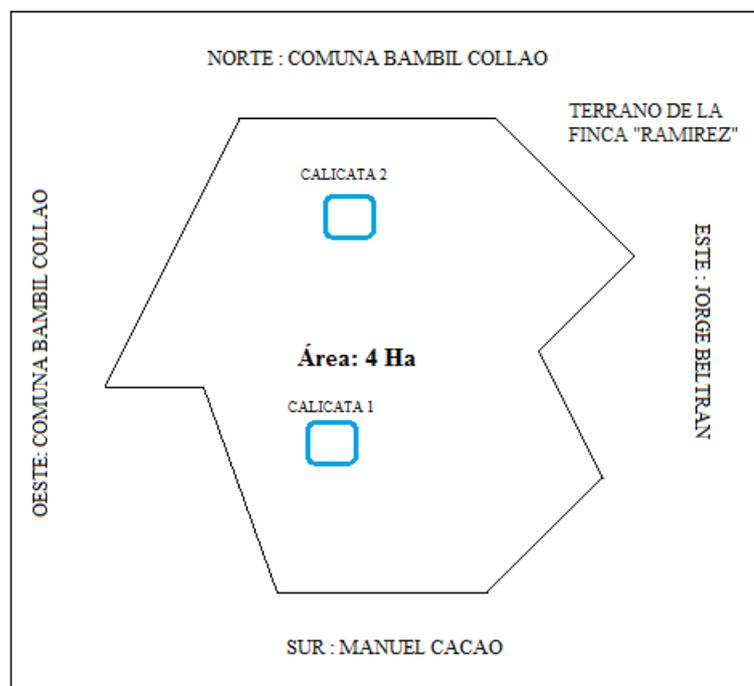
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

El trabajo investigativo se ejecutó en la finca Ramírez, ubicado en la comuna Bambil Deshecho en la zona norte de la provincia Santa Elena, vía Colonche - Febres Cordero de la parroquia Colonche, el sector se encuentra dentro de la cordillera de Chongón – Colonche. En la Figura 2 se muestra la ubicación de la hacienda objeto de estudio, cuyas coordenadas son:

Longitud Oeste: 80° 38' 58"

Longitud Sur: 01° 57' 31"



**Figura 2. Localización de la finca Ramírez y ubicación de las calicatas descritas.**

Elaborado por Sergio Catuto.

La superficie total de la finca es de cuatro hectáreas, que se caracteriza por la producción de cítricos y cultivos de ciclos cortos en temporada invernal.

Las principales características que describen el clima se resumen a continuación:

1. Las temperaturas de los meses de mayo a diciembre oscilan, como promedio, alrededor de 24 °C y entre los meses de enero a abril 27 °C.
2. La humedad relativa alcanza valores entre 74 y 82 %.
3. Las precipitaciones son entre los meses diciembre a mayo, con promedios de 100 – 250 mm.

### **3.2 MATERIALES**

Durante el trabajo de campo y oficina se utilizaron:

- Libreta para notas.
- Pala.
- Bolsas plásticas.
- Barreta.
- Bandejas.
- Cámara fotográfica.
- Etiquetas adhesivas.
- Marcadores y/o plumas.
- Cinta métrica.
- Libreta de campo.
- Muestreadores de suelo.

### **3.3 METODOLOGÍA**

En el desarrollo de esta investigación en la finca Ramírez, se adoptó la metodología del sistema propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA), que es la Clasificación de las Ocho Clases de suelos, para definir la Capacidad de Uso de la Tierra modificado por MERLO *et al.* (2009). Este método se utilizó con el propósito de clasificar la tierra, identificar zonas que requieran mayor atención hacia la protección y la conservación.

#### **3.3.1 DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO**

Para tomar las muestras de suelo se elaboró un croquis del terreno, señalando los lotes que presentaron condiciones semejantes de suelos (manejo, pendiente, color, vegetación, drenaje, etc.).

#### **3.3.2 TOMA DE MUESTRA**

En los puntos seleccionados se excavó una calicata cuya profundidad permitió visualizar claramente los horizontes, las muestras obtenidas (Figura 3) se colocaron en fundas de plástico con sus respectivas tarjetas de identificación como nombre del lote, propietario, finca, cultivo anterior, fecha del muestreo, etc., posteriormente fueron enviadas al laboratorio del INIAP para su respectivo análisis.



**Figura 3. Toma de muestras en las calicatas.**

### **3.4 DESCRIPCIÓN DE PERFIL DE SUELO**

Para la descripción del perfil del suelo se utilizó la metodología propuesta por la FAO, se procedió al reconocimiento y descripción de los horizontes, en cada calicata. El color del suelo de cada horizonte se determinó con la ayuda de una Tabla de Munsell.

### **3.5 ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO**

Las muestras de suelo se tomaron con la finalidad de conocer características físico - químicas como: pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, micronutrientes y textura.

### **3.6 SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES**

En esta etapa se determinaron las condiciones edáficas y climáticas de la finca, las variables que se midieron fueron las siguientes: pendiente, profundidad efectiva, textura, pedregosidad, drenaje y salinidad. Esto se realizó con el propósito de

determinar las clases de capacidad de usos. Los parámetros que se consideraron para las clases de capacidad de uso están en función a las ocho clases de tierra que se presentan en el Cuadro 7.

### **3.6.1 PENDIENTE**

La determinación de la pendiente se hizo por apreciación visual del grado de inclinación de las zonas en que se dividió la finca. Esta variable permite distinguir fases en función de su gradiente, cada una de las cuales requiere distintas recomendaciones de manejo.

### **3.6.2 PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO**

Para determinar la profundidad efectiva del suelo se emplearon dos métodos: (i) en calicatas excavadas se verificó la profundidad a que aparece algún impedimento para el desarrollo de las raíces; (ii) con la ayuda de una barrena se hicieron observaciones en diversos sitios de la finca, en cada uno se comprobó la presencia de raíces y la dificultad para la penetración de las mismas.

### **3.6.3 TEXTURA**

Para esta variable se tomaron muestras de la pared de suelo donde se realizó la calicata. Esta característica corresponde a la composición granulométrica del horizonte superficial y los subsuperficiales del perfil de suelo y clasificada según la escala propuesta en las Normas de Reconocimiento de Suelos. Para ello se utilizó el método del tacto y apreciación visual, tomando una muestra del tamaño de un puño, el cual fue humedecido y amasado entre los dedos hasta formar una masa homogénea. Para comprobar las observaciones realizadas en campo y definir la clase textural, se enviaron muestras al laboratorio a las que se les determinaron los porcentajes de arena, limo y arcillas de cada horizonte de los perfiles descritos.

**Cuadro 7. Clasificación de capacidad de uso de la tierra.**  
**MATRIZ PARA LA CLASIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA**

Factor	Variables	Clases de capacidad de uso							
		Agriculturas y otros usos – arables				Pocos riesgo de erosión	Aprovechamientos forestal o con fines de conservación – no arables		
		Sin limitaciones a ligeras		Con limitaciones de ligeras a moderadas		Con limitaciones fuertes a muy fuertes	Con limitaciones muy fuertes		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Topográfico	Pendiente (%)	Menor a 2	Menor a 5	Menor a 12	Menor a 25	Menor a 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
Edáfico	Profundidad efectiva (cm)	Mayor a 100	Mayor a 50	Mayor a 20	Mayor a 20	Cualquiera	Mayor a 50	Mayor a 20	Cualquiera
	Textura	Grupo 1	Grupos 1,2,3	Grupos 1, 2, 3 y 4	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Pedregosidad (%)	Menor a 10	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 50	Menor a 25	Menor a 50	Cualquiera
	Drenaje	Bueno	Bueno y moderado	Excesivo, moderado y bueno	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Salinidad (dS/m)	Menor a 2	Menor a 4	Menor 8	Menor a 12	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Climático	Período seco	Moderado	Cualquiera	Fuerte	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera

Modificado de: Merlo *et al.* (2010)

#### **3.6.4 PEDREGOSIDAD**

Con la determinación de esta variable, se verifica el nivel de pedregosidad del lugar de estudio, utilizando los rangos expresados en porcentaje de cobertura. Los grados definidos están basados en las diferentes condiciones que presentan los suelos con esta limitante en cuanto a dificultades para la labranza.

#### **3.6.5 DRENAJE**

El mal drenaje o presencia de capa de suelo impermeable no se detecta a través de la observación de la superficie, para esto se colocó agua en la calicata evidenciando los problemas de drenaje interno. Se determinó mediante condición propia del perfil que es estimada en base observaciones y deducciones de la permeabilidad y el escurrimiento.

#### **3.6.6 SALINIDAD**

La determinación de la salinidad se refiere al contenido de sales solubles hasta una profundidad de 75 cm del perfil. La cantidad de sales es medida indirectamente por la Conductividad Eléctrica (en mmhos/cm) de una pasta de suelo saturada a 25 °C. Esta propiedad tiene un marcado efecto sobre los cultivos a través de la toxicidad de ciertos iones y el aumento de la presión osmótica de la solución del suelo, que restringe el consumo de agua a las plantas.

#### **3.6.7 PERÍODO SECO**

Es común que al evaluar la capacidad de uso de las tierras se analicen las zonas de humedad en el factor climático. En esta investigación se modificó la propuesta de MERLO *et al.* (2010) y se valora el Período seco, en lugar de las Zonas de humedad, debido a las condiciones climáticas de la finca estudiada.

Se tomaron datos de la estación meteorológica de CENAIM ESPOL de San Pedro, de las siguientes variables: temperaturas, precipitaciones, velocidad del viento, porcentaje de humedad relativa, presión barométrica, punto de rocío.

### **3.7 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

#### **3.7.1 MATERIA ORGÁNICA (MO)**

La materia orgánica se refiere al contenido en porcentaje de carbono oxidable multiplicado por el factor 1,724 presente en el horizonte superficial. La provisión de materia orgánica influye principalmente en la estabilidad estructural del suelo y en la intensidad y calidad de los procesos biológicos que controlan la disponibilidad de nutrientes para los vegetales.

### **3.8 MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS**

En correspondencia con los factores que influyen en la degradación de los suelos y representan limitaciones para el buen desarrollo de la producción agropecuaria se propone un conjunto de medidas que contribuyen a la conservación y mejoramiento de los suelos.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados de la evaluación de la capacidad de uso de las tierras de la finca Ramírez se analizan a continuación, a partir de la valoración de las propiedades de la tierra que considera el sistema de las ocho clases y su comportamiento en el área estudiada, tomando como base la descripción de calicatas de suelos y los análisis de laboratorio.

### **4.1 DEFINICIÓN DE UNIDADES DE MANEJO DE LOS SUELOS**

Sobre la base del relieve de la finca se definieron dos unidades de manejo (UM) de los suelos (Figura 4), para la caracterización y posterior evaluación de la capacidad de uso de sus tierras se describieron dos calicatas, una en cada UM, cuyos detalles se presentan a continuación.

#### **4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL SUELO DE LA UNIDAD DE MANEJO 1**

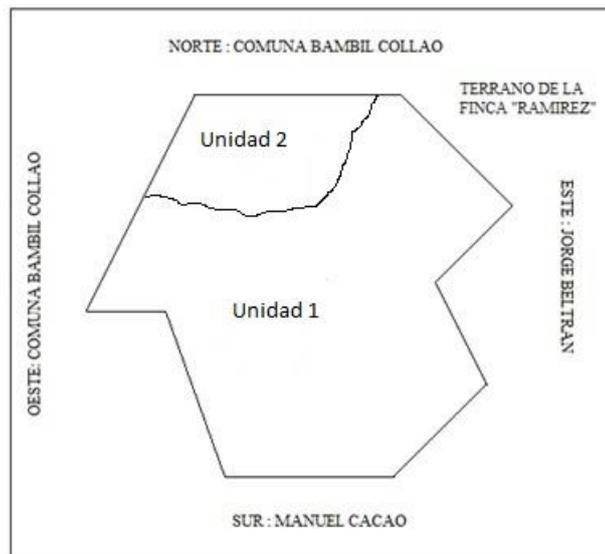
<b>Horizonte</b>	<b>Descripción del perfil</b>
<i>A1</i>	0 a 18 cm; color marrón oscuro amarillento (10 YR 3/6) en húmedo; textura franco arcillosa; estructura granular; de consistencia suelta; raíces de tamaño mediano y fino; sin piedras; pH de 8,50.
<i>A12</i>	18 a 40 cm; color café amarillento oscuro (10 YR 3/6) en húmedo; textura franco arcillosa; estructura granular; de consistencia suelta; sin piedras, solo gravilla; nula reacción al HCL; pH de 8.

- A2* 40 a 64 cm; color café amarillento (10 YR 5/6) en húmedo; textura franco arcillosa; estructura granular; de consistencia friable; sin piedras, solo gravilla.
- C1* 64 a 85 cm; color café amarillento (10 YR 5/6) en húmedo; textura arenosa; estructura granular; de consistencia ligeramente dura; sin piedras, solo gravilla; pH de 8,10.
- C2* 64 a 85 cm; color café amarillento (10 YR 5/6) en húmedo; textura arenosa; estructura granular; de consistencia friable; sin piedras, solo gravilla.

#### **4.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL SUELO DE LA UNIDAD DE MANEJO 2**

<b>Horizonte</b>	<b>Descripción del perfil</b>
<i>A1</i>	0 a 18 cm; color marrón oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; de textura franca; estructura granular; de consistencia friable no pegajosa; macroporos no apreciables; presencia de raíces; pedregosidad de 2 a 3% y diámetro promedio de 2 cm; pH de 6.
<i>B2</i>	18 a 55 cm; color marrón amarillento oscuro (10 YR 3/6) en húmedo; de textura franca; estructura subgranular; de consistencia plástica y adhesiva; sin raíces; sin piedras; pH de 6,10.
<i>C1</i>	55 a 85 cm; color marrón (10 YR 5/3) en húmedo; de textura franco; estructura subgranular; de consistencia ligeramente plástica; con presencia de raíces; sin piedras, con pH de 7.

C2 >85 cm; color en seco no determinado, marrón amarillento brillante (10 YR 6/4) en húmedo; de textura arcilloso-arenoso; estructura subgranular; de consistencia ligeramente plástica; sin piedra.



**Figura 4. Unidades de manejo identificadas en la finca Ramírez.  
Elaborada por Sergio Catuto.**

## **4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

### **4.2.1 PENDIENTE**

La finca Ramírez fue dividida en dos unidades de manejo (UM) de acuerdo a las características estudiadas, especialmente la pendiente y características morfológicas de los suelos (Figura 4). En una predomina el relieve plano o casi plano con pendientes inferiores al 2 %, que ocupan una superficie de 3 hectáreas.

La segunda unidad, de 1 ha, tiene un relieve más inclinado, con pendientes en el rango 2 – 5 % que pueden ser clasificadas como ligeramente onduladas.

La pendiente no constituye una limitación para el desarrollo de actividades agrícolas en la finca, ni siquiera para labores mecanizadas (CASANELLAS y REGUERÍN 2005). Sin embargo, la erosión puede ser un factor que potencialmente puede afectar la UM 2, al tener un mayor grado de inclinación.

#### **4.2.2 TEXTURA**

La textura del suelo también contribuyó a la separación de las unidades de manejo en la finca objeto de estudio.

Los ensayos realizados en el campo, así como los resultados emitidos por el laboratorio indican que en la unidad 1 predominan los suelos de tipo Franco – arcillosos. Mientras que en la unidad 2 los suelos son francos. En el Anexo se presentan los resultados de los análisis de laboratorio.

De acuerdo a la agrupación de las clases texturales realizada para la clasificación de la capacidad de uso de las tierras el suelo de la unidad de manejo 1 es del grupo 2 y el de la unidad 2 es del grupo 1. La textura no es un factor limitante para el desarrollo de la agricultura en la finca estudiada debido a que, en ambos casos, el balance de macro y microporos resulta adecuado para la penetración de las raíces y la retención de humedad (DE LA ROSA 2008).

#### **4.2.3 PROFUNDIDAD EFECTIVA**

En el Cuadro 8 se resumen los valores de profundidad efectiva de las dos unidades de manejo identificadas. La número 1 es moderadamente profunda al tener 44 cm como promedio, la UM 2 es menos profunda, con valores promedio de 30 cm. En ambas unidades esta variable puede llegar a provocar limitaciones ligeras a moderadas para el desarrollo de cultivos de raíces profundas (Porta *et al.* 2010).

**Cuadro 8. Profundidad efectiva del suelo en la finca Ramírez.**

<b>Unidades</b>	<b>Profundidad efectiva</b>	<b>Escala</b>
1	44 cm	Moderadamente profundo
2	30 cm	Poco profundo

Elaborado por Sergio Catuto

#### **4.2.4 PEDREGOSIDAD**

La pedregosidad es una variable que no afecta el desarrollo de las actividades agrícolas en la finca estudiada. En la unidad de manejo 1 no se encuentran piedras en la superficie, mientras que en la unidad 2 cubren menos del 10 % de la superficie. En ambos casos pueden considerarse que no hay limitaciones (Cuadro 9), (VIDAL y DÍAZ, 2002).

**Cuadro 9. Clases de pedregosidad en la Finca Ramírez.**

<b>Unidades de manejo</b>	<b>Pedregosidad</b>
1	Sin pedregosidad
2	Muy pocas

Elaborado por Sergio Catuto

#### **4.2.5 DRENAJE**

El drenaje superficial de la zona estudiada es bueno, las pendientes de las unidades de manejo permiten que las aguas se evacuen sin limitaciones.

El drenaje interno se clasificó como moderado, la eliminación del agua es algo lenta y los perfiles están mojados durante períodos cortos, pero apreciables. Sin embargo, la capacidad de drenaje de los suelos no sólo es afectada por la textura, proporción de micro y macro poros, sino también por la posición de los suelos en el paisaje (PORTA *et al.*, 2005).

#### **4.2.6 SALINIDAD**

En la UM 1 la conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación es cercana a 4 dS/m, lo que indica que el suelo es ligeramente salino y pueden reducirse los rendimientos agrícolas de cultivos sensibles. Según DOOREMBOS y PRUIT (1976) citados por TARJUELO (2005) con esos valores de CE prácticamente todos los cultivos hortícolas que se siembren ahí reducen sus rendimientos a 50 % de sus potencialidades genéticas, lo mismo puede ocurrir con plantaciones de limones, naranjos, aguacates y otros frutales.

En la UM 2 no existen los problemas antes mencionados pues la CE del extracto de saturación de los primeros horizontes prácticamente no sobrepasa 2 dS/m, o sea, son suelos no salinos en los que el efecto de las sales es despreciable.

#### **4.2.7 PERÍODO SECO**

La finca Ramírez se halla en una zona donde las precipitaciones no exceden los 250 mm como promedio anual y la evaporación sobrepasa los 1 800 mm en el año. Esto hace que por diversas clasificaciones la región se clasifique como árida.

El Índice hídrico de Thornthwaite puede llegar a alcanzar valores inferiores a -40 por tanto se clasifica como Árido. Por otra parte en la Clasificación de Meigs, que considera las precipitaciones anuales, también tiene esa misma denominación.

En correspondencia con lo manifestado en los párrafos anteriores se considera que la finca está en una zona árida, que es No apta para cultivos si no hay garantía de satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos a través del riego.

#### **4.2.8 FERTILIDAD DEL SUELO**

La fertilidad del suelo se valoró en función de los análisis de laboratorio realizados a las muestras de suelo y los contenidos de los diversos elementos estudiados, ver resultados que aparecen en Anexos.

Las características químicas de los suelos de la finca Ramírez son similares. En las dos unidades de manejo el pH es neutro a medianamente alcalino, con contenidos altos de fósforo, potasio, calcio y magnesio, por tanto la suma de bases también es alta. Sin embargo, hay que destacar que la materia orgánica (MO) es baja, en especial en el UM 2, donde alcanza valores de 1,3 – 1,6 % en los horizontes superficiales del suelo, por otra parte en la UM 1 el promedio de MO es 2,5 %, que si bien no es alto puede considerarse un valor aceptable para suelos cultivados.

Se puede afirmar que la fertilidad del suelo es Alta de acuerdo a los criterios planteados en la “Metodología para la determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica” (MAG-MIRENEM, 2008), en la que se plantea esa categoría cuando la suma de bases es mayor que 10 meq/100 g de suelo.

#### **4.2.9 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS**

En resumen, la finca Ramírez tiene dos unidades de manejo de acuerdo a las características de la tierra estudiadas. La separación de las mismas se realizó en primer lugar por las pendientes predominantes, que visualmente permiten la división. Luego de recibir los análisis del laboratorio se corroboró la presencia de las dos unidades por características como textura del suelo, profundidad efectiva, drenaje superficial y salinidad.

Los factores que más influyen en la degradación de los suelos de la finca Ramírez y por ende en el desarrollo de la producción agropecuaria son: la erosión potencial

que puede presentarse en la UM 2, la salinidad del suelo de la UM 1 y la falta de humedad debido a las bajas precipitaciones y la altas tasas de evaporación.

### 4.3 CLASIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

En el Cuadro 10 se presenta la clasificación de las variables que inciden en la capacidad de uso de las tierras según la clasificación propuesta por Merlo *et al.* (2010) para las dos unidades de manejo de la finca Ramírez.

**Cuadro 10. Capacidad de uso de las unidades de manejo de la finca Ramírez.**

Factores	Variables	Clasificación de capacidad de uso	
		UM 1	UM 2
Topográfico	Pendiente	I	II
Edáfico	Profundidad efectiva	III	III
	Textura	II	I
	Pedregosidad	I	I
	Fertilidad	I	I
	Drenaje	II	II
	Salinidad	II	I
Climático	Período seco	Fuerte	Fuerte

Si se emplea el factor más limitante para definir la clase de capacidad de uso, se puede observar que ambas unidades son clasificadas como III, es decir, son terrenos adecuados para cultivo pero con limitaciones severas que reducen la gama de cultivos a plantar, en ellos se deben realizar prácticas de manejo especiales.

Las clasificaciones a nivel de subclase y especificando las limitaciones que se presentan quedan como sigue:

1. Unidad de manejo 1:  $III s_6 d_1 c_2$
2. Unidad de manejo 2:  $III e_1 s_1 d_1 c_2$

El significado de las subclases es el siguiente:

1.  $e_1$ : la pendiente del terreno es un factor limitante.
2.  $s_1$ : limitaciones por profundidad efectiva.
3.  $s_6$ : la salinidad del suelo limita el desarrollo de cultivos sensibles.
4.  $d_1$ : dificultades con el drenaje. En el caso estudiado el drenaje interno es moderado.
5.  $c_2$ : Período seco fuerte, durante más de tres meses las precipitaciones son inferiores a la mitad de la evapotranspiración potencial.

#### **4.4 MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS**

Las medidas de conservación y mejoramiento de los suelos más promisorios en el área estudiada son las siguientes:

1. Siembra en contorno o siguiendo las curvas de nivel.
2. Labranza mínima o conservacionista.
3. Sistemas agroforestales.
4. Siembra de plantas de cobertura y abonos verdes.

A continuación se explica cada una de las medidas propuestas sobre la base de lo planteado por BENÍTEZ (1998).

##### **4.4.1 SIEMBRA EN CONTORNO**

Esta medida debe realizarse en la UM 2 en la que la pendiente es ligeramente ondulada. Su objetivo es disminuir los efectos potenciales de la erosión. Para ello

las hileras de los cultivos se colocan perpendiculares a la mayor pendiente y constituyen barreras que impiden la erosión.

#### **4.4.2 LABRANZA MÍNIMA O CONSERVACIONISTA**

El objetivo de este tipo de labranza es facilitar el desarrollo de las raíces de los cultivos, a partir del incremento de la aireación del suelo que favorece la infiltración del agua.

En la labranza conservacionista se roturan los suelos y luego se voltean. Si hay pendientes muy inclinadas no es recomendable que se realicen, debido a que pueden favorecer los procesos de erosivos.

#### **4.4.3 SISTEMAS AGROFORESTALES**

Esta es una de las medidas más factibles en el área estudiada. La intención es desarrollar sistemas de producción que incluyan en la finca cultivos de ciclos cortos o temporales, ganado y árboles que pudieran ser cítricos o arbustos de leguminosas.

Los sistemas agroforestales tienen tres componentes fundamentales: (i) cobertura herbácea, formada por cultivos de interés económico, que incluyen los pastos; (ii) cobertura forestal formada por árboles y arbustos de diversos tipos; (iii) la ganadería.

#### **4.4.4 SIEMBRA DE PLANTAS DE COBERTURA Y ABONOS VERDES**

Las plantas que se emplean como cobertura generalmente son leguminosas. Su siembra tiene varios propósitos fundamentales, el primero es dar cobertura al suelo y con ello protegerlo, por otra parte esas plantas son fijadoras de nitrógeno y

contribuyen a mejorar la fertilidad química y física de los suelos. Por último, las plantas pueden ser incorporadas al suelo.

El empleo de plantas de cobertura y abonos verdes puede aumentar los contenidos de materia orgánica de los suelos de la finca Ramírez, así como a disminuir el riesgo de erosión potencial que tiene especialmente la unidad de manejo 2.

#### **4.4.5 REGADÍO**

El problema fundamental para el desarrollo de actividades agropecuarias en la finca es la escasez de agua, debido al déficit hídrico provocado por las bajas tasas de precipitaciones. De ahí que una medida prioritaria es la implementación de un sistema de riego que supla las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas y de los animales que en la finca se ubiquen.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. Los principales factores que inciden en la degradación de los suelos y en el desarrollo de actividades agropecuarias son: pendiente, profundidad efectiva, salinidad, drenaje y período seco.
2. Las tierras de la finca Ramírez fueron divididas en dos unidades de manejo, pero su clasificación a nivel de clase de capacidad de uso resultó ser la misma, o sea III, que son suelos adecuados para cultivos pero con limitaciones severas, como pendiente, salinidad y profundidad efectiva.
3. Las medidas de conservación y mejoramiento de los suelos que más se apegan a la realidad de la finca Ramírez son: siembra en contorno, labranza mínima, implementación de sistemas agroforestales y siembra de plantas de cobertura o abonos verdes.
4. Para lograr un sistema de producción sostenible en la finca Ramírez es necesario contar con un sistema de riego que satisfaga las necesidades hídricas de plantas y animales.

### **RECOMENDACIONES**

- Crear un plan de especies para reforestación que contemple especies nativas, frutales, leguminosas, con beneficios de mejoramiento de suelo, calidad ambiental y de los cuales se pueda obtener beneficios de la finca, igualmente se puede incluir especies animales menores.

- Ejecutar prácticas de manejo y conservación en las tierras cuya capacidad agrológica fue definida según las directrices dadas en este estudio, ya que están encaminadas a mejorar la productividad de las tierras, y así lograr un manejo sustentable de las mismas.
  
- Promover la realización de estudios similares antes de iniciar cualquier actividad agropecuaria en diferentes zonas de la parroquia Colonche, ya que el conocimiento de las características que posee el suelo, es la base técnica para mejorar su productividad y asegurar la conservación de los recursos naturales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AGRICULTURE & LAND-BASED TRAINING ASSOCIATION ALBA. 2012. Fertilidad del Suelo y Manejo de Riego.

ARTEAGA E. 2002. Prácticas de Conservación de Suelos y Aguas Validadas por el Proyecto Jalda.

BORRERO. 2007. Manejo y conservación de suelos los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo departamental del Guaviare servicio nacional de aprendizaje – sena.

CAMACHO-TAMAYO, J. H., LUENGAS-GÓMEZ, C., & LEIVA, F. R. 2010. Análisis multivariado de propiedades químicas en Oxisoles con diferentes niveles de intervención agrícola. *Acta agronómica*, 59(3), 273-284.

CAMPITELLI, P., AOKI, A., GUDELJ, O., RUBENACKER, A., & SERENO, R. 2010. Selección de indicadores de calidad de suelo para determinar los efectos del uso y prácticas agrícolas en un área piloto de la región central de Córdoba. *Ciencia del suelo*, 28(2), 223-231.

CASANELLAS y REGUERÍN. 2005. Agenda de campo de suelos: información de suelos para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa Libros, 542 p.

CASANOVA M. 2010. Estudios de Suelos, Departamento de Ingeniería y Suelo, Facultad de CS. Agronómicas, Universidad de Chile

CENTRO DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA APLICADA CETEA. 2004. Contaminación y salud del suelo. Costa Rica, Universidad Nacional del Litoral, 110 p.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y ACCIÓN RURAL DAR. 2006. Criterios de Definición de Series de Suelos.

DE LA ROSA DIEGO. 2008. Evaluación agro-ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. España: Mundi Prensa. Editorial CSIC - CSIC Press, 402 y 404 p.

DEPABLOS, L., S. GODOY, C. CHICCO Y J. ORDOÑES. 2009. Nutrición mineral en sistemas ganaderos de las sabanas centrales de Venezuela. Zoot. Trop. 27(1): 27-35 p.

FAO e IS. INSTITUTO DE SUELO s.f. Manual de Agricultura de Conservación.

FAO. 1994. Directrices sobre la planificación del aprovechamiento de la tierra. Food & Agriculture Org. 124 p.

FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Food & Agriculture Org. Boletín de tierra y agua de la FAO 8, 240 p.

FAO. 2014. Degradación del Suelo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado 28 agosto 2014. Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/>

FAUSTINO J. 1993. Conservación de Suelos y Aguas. Prácticas Forestales y Agrostológicas - Google Libros.

FUENTES JOSÉ. 2009. Topografía del Suelos. 1er edición. Ed. Aliat. 24 – 30 p. Consultado el 2 de agosto de 2015. Disponible en [www.bibliotechnia.com.mx](http://www.bibliotechnia.com.mx).

GERRARD JOHN 1998. Fundamentals of Soils. Retrieved from consultado el 5 de noviembre de 2015 disponible en la biblioteca UPSE, en:<http://www.ebilib.com>

GUERRA J. 2009. Manejo y conservación de suelos. Asesoría técnica - CAIZ  
Cámara de agricultura zona 1.

IGAC. s.f. Clasificación de la capacidad de uso.

ISHIBASHI I. & HAZARIKA H. 2015. Soil Mechanics Fundamentals and  
Applications. Second Edition. CRC Press. Consultado 5 de noviembre de 2015.  
Disponible en la biblioteca UPSE, en <http://www.ebib.com>

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES DE GUATEMALA –INAB s.f.  
Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología par  
tierras de la república de Guatemala.

JIMÉNEZ. 2001. Suelos Tropicales. Editorial. Universidad Estatal a distancia San  
José. Costa Rica. EUNED. 192 p.

JIMÉNEZ F y VARGAS A. 2014. Apuntes de clase del curso corto: sistemas  
agroforestales. Consultado 6 de septiembre de 2014. Disponible en:  
<http://books.google.es/books?id=eNkOAQAIAAJ&pg=PR7&dq=apunte+de+clase+del+curso+corto>.

KRASILNIKOV, P., DEL CARMEN GUTIÉRREZ-CASTORENA, M.,  
AHRENS, R. J., CRUZ-GAISTARDO, C. O., SEDOV, S., & SOLLEIRO-  
REBOLLEDO, E. 2013. The soils of Mexico. Springer Science & Business  
Media. Consultado el 5 noviembre de 2015. Disponible en la biblioteca UPSE, en:  
<http://www.ebib.com>

LÓPEZ DE R., I., N. ALFONSO, N. GÓMEZ, M. NAVAS Y P. YAÑEZ. 2008.  
Manual de alternativas de recomendaciones de fertilizantes para cultivos  
prioritarios en Venezuela. INIA. Maracay, Venezuela. 400 p.

MELÉNDEZ, I. F. S., ALMAZÁN, R. C., DE ALBA, J. A., GARCÍA, H. M. D., & LARRAGOITIA, J. C. 2011. Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(2). 103-113 p.

MERLO A. *et al.* s.f. Evaluación de tierra por su capacidad de uso en la cuenca baja del río Guayas.

NÚÑEZ S. s.f. Fundamentos de Edafología. EUNED. 192 p.

PORTA CASANELLAS JAIME, LÓPEZ ACEVEDO REGUERIN MARTA ROQUERO DE LABURU CARLOS. 2008. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente (3a. ed.). España: Mundi-Prensa.

PORTA, J., LÓPEZ-ACEVEDO, M. 2005. Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente.

PULIDO-MONCADA, M. A., LOBO-LUJÁN, D., & Lozano-Pérez, Z. 2009. Asociación entre indicadores de estabilidad estructural y la materia orgánica en suelos agrícolas de Venezuela. *Agrociencia*. 43(3), 221-230 p.

RADULOVICH R. 2014. Tecnologías productivas para sistemas agrosilvo pecuarias: de ladera con Google Libros. Consultado 6 de septiembre de 2014. Disponible en:

<http://books.google.es/books?id=FBURAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=tecnologías+productivas+para+sistemas+agrosilvopecuarios+de+laderas>.

RAUDES M. y SAGASTUME N. 2009. Manual conservación de suelo.

RODRÍGUEZ, M., J. FARIÑAS Y G. MATOS. 2004. Recuperación de pasturas en sabanas bien drenadas del estado Monagas. INIA Divulga 1.

RUÍZ, E., R. ALDACO, J. MONTEMAYOR, M. FORTIS, J. OLAGUE Y J. VILLAGÓMEZ. 2007. Aprovechamiento y mejoramiento de un suelo salino mediante el cultivo de pastos forrajeros. *Téc. Pecu. México*. 45(1): 19-24 p.

Servicio Agrícola y Ganadería SAG. 2011. Pauta para Estudio de Suelos. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

SAINZ-ROSAS, H., H. ECHEVERRÍA Y H. ANGELINI. 2007. Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana argentina. *International Plant Nutrition Institute (IPNI). Informaciones Agronómicas* 2: 6-12 p.

SAINZ ROZAS, H. R., ECHEVERRIA, H. E., & ANGELINI, H. P. 2011. Niveles de carbono orgánico y pH en suelos agrícolas de las regiones pampeana y extrapampeana Argentina. *Ciencia del suelo*. 29(1). 29-37 p.

STOCKING M. 2003. Manual para la evaluación de campo de la degradación de la tierra. Mundi-Prensa Libros. 210 p.

SUQUILANDO M. 2008. Deteriores de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola. XI Congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo. 7 p.

TARJUELO J. M. 2005. El Riego por Aspersión y su Tecnología. 3ra edición, Mundi Prensa. España.

UNITED STATES DEPARTAMENTO OF AGRICULTURA – USDA. 1985. Soil Survey Staff.

VARGAS ROJAS RONALD. 2009. Guía para la descripción de suelos. Italia: D - FAO, <http://site.ebrary.com/lib/upsesp/reader.action?docID=10609403>

VÁSQUEZ POLO, J. R., BAENA GARCIA, D., & MENJIVAR FLORES, J. C. 2010. Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas en suelos de la granja experimental de la Universidad del Magdalena. Santa Marta - Colombia. *Acta Agronómica*. 59(4). 449 – 456 p.

VIDAL y DÍAZ. 2002. Orientaciones de uso agrario: una metodología para la planificación de usos del suelo en la Comunidad Valenciana. Editorial CSIC - CSIC Press. Madrid – España. 136 p.

VOLKE SEPÚLVEDA T., VELASCO TREJO, J.A., DE LA ROSA PÉREZ, D. 2005. Suelos Contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación, Instituto Nacional de Ecología. Naturales., Secretaria de Medio. Ambiente y Recursos. México. 19 - 31 p.

# ANEXOS



**Figura 1A. Pendiente de la finca.**



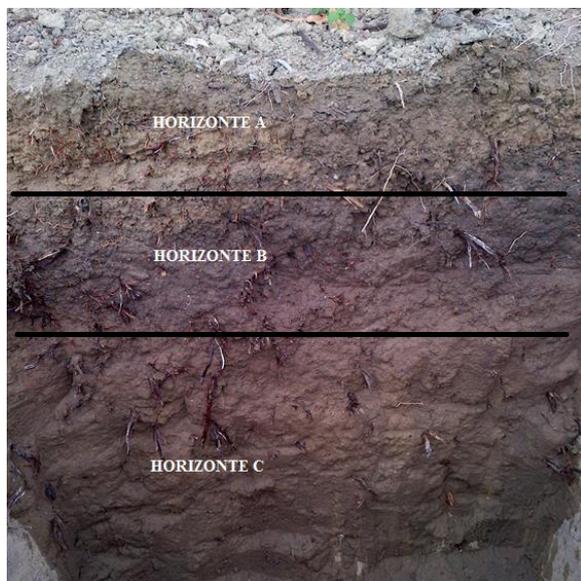
**Figura 2A. Limpieza de terreno.**



**Figura 3A. Medición para calicata.**



**Figura 4A. Realización de calicata.**



**Figura 5A. Tipos de horizonte calicata 1.**



**Figura 6A. Medición de horizonte A calicata 1.**



**Figura 7A. Medición del horizonte B calicata 1.**



**Figura 8A. Medición de horizonte C calicata 1.**



**Figura 9A. Muestra de suelo calicata 1.**



**Figura 10A. Tipos de horizonte calicata 2.**



**Figura 11A. Medición del horizonte A calicata 2.**



**Figura 12A. Medición del horizonte B calicata 2.**



**Figura 13A. Medición del horizonte C calicata 2.**



**Figura 14A. Muestra de suelo calicata.**



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Via Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Taguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 04272460 fax: 04272461 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRAS			
Nombre :	SR. JOSE MANUEL RAMIREZ TOMALA	Nombre :	RAMIREZ	Informe N° :	0017509	Factura No. :	591
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Resp/ Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	25/08/2015
Ciudad :	N/E	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	16/08/2015	Fecha de Emisión :	31/08/2015
Teléfonos :	N/E	Parroquia :	COLONCHE	Fecha de Ingreso :	17/08/2015	Fecha impresión :	31/08/2015
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Cond. Ambientales :	T°C: 25.5 %H: 67	Cultivo Actual :	LIMON

**REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS**

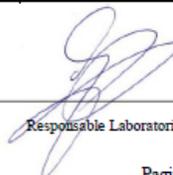
N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH	mS/cm C.E.	mg/L					meq/L				RAS	PSI (°)
				Na	K	Ca	Mg	Suma	CO <sub>3</sub> H	CO <sub>3</sub> "	SO <sub>4</sub> "	Cl"		
57807	MUESTRA 1	8.30	1.50	205.70	21.60	69.40	17.10	314.00	3.20	1	4	7.0	6	7
57808	MUESTRA 2	8.10	4.07	446.30	38.60	309.40	97.60	892.00	3.00	0,64	18	21.0	6	7
57809	MUESTRA 3	7.80	3,99	429.00	63.70	289.00	75.00	857.00	2.10	ND	19	19.8	6	7
	C.E.	INTERPRETACION							Determinación		Metodología			
	0 - 2.0	Suelo no salino, efecto de sales despreciable.							pH C.E.		Electroquímica			
	2.1 - 4.0	Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sensibles							K, Ca, Na, Mg		Absorción Atómica			
	4.1 - 8.0	Suelo salino, se reducen las cosechas de mimeros cultivos												
	Más de 8	Suelos muy salino												

<LC= Menor al Limite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponde típicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

(°) Cálculo efectuado según cronograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60

  
 Responsable Laboratorio

**Figura 15A. Análisis de salinidad calicata 1.**



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Taguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 271761 fax: 2717119 Celular 094535163 - 099351769 e-mail: iniap\_is\_lab@yahoo.es



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	JOSE MANUEL RAMIREZ TOMATELA	Nombre :	RAMIREZ	Informe N° :	0017509
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Clicato
Ciudad :	N/E	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	16/08/2015
Teléfono :	N/E	Parroquia :	CULONCHE	Fecha de Ingreso :	17/08/2015
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Condiciones Ambientales :	1°C: 22.7 °aH: 33.0
				Factura No. :	00591
				Fecha Analisis :	25/08/2015
				Fecha de Emisión :	31/08/2015
				Fecha Impresión :	31/08/2015
				Cultivo Actual :	LIMON

N° Laborat	Identificación del Lote	Ph	mg/ml											
			NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl
57807	MUESTRA 1	8,5 MeAl	20 B	21 A	762 A	2895 A	805 A							
57808	MUESTRA 2	8,0 LaI	32 M	28 A	851 A	3154 A	634 A							
57809	MUESTRA 3	8,1 MeAl	15 B	27 A	1216 A	2775 A	661 A							

Interpretación	pH	
NH4, P, K, Mg, S	Mac = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino
B = Bajo	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
M = Medio	LA = Lig. Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PN = Prac. Neutro	RC = Resque Cal

Determinación	Metodología	Indicador
NH4, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobioico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2,5)

Nivel de referencia Optimo					
Medio (apdr)					
NH4	20 - 40	Mg	121.5 - 24.3	Fe	20 - 40
P	10 - 5	B	10 - 20	N	5 - 15
K	78 -	Zn	2.0 - 7.0	B	0.5 - 1.0
Ca	800 - 160	Cu	1.0 - 4.0	Cl	17 - 34

N/E = No entregado

LC= Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo. Se prohíbe la producción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsible Laboratorio

Página 1 de 2

**Figura 16A. Análisis de suelo calicata 1 (1).**



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Taguachi - Guayas - Ecuador  
 Telefono: 271761 fax: 2717119 Celular 094535163 - 099351769 e-mail: iniap\_is\_lab@yahoo.es



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRAS			
Nombre :	JOSE MANUEL RAMIREZ TOMALA	Nombre :	KAMICEZ	Informe N° :	0017309	Factura No. :	00391
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Claudio	Fecha Analisis :	25/08/2015
Ciudad :	N/E	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	16/08/2015	Fecha de Emisión :	31/08/2015
Telefono :	N/E	Parroquia :	COLONCHE	Fecha de ingreso :	17/08/2015	Fecha impresión :	31/08/2015
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Condiciones Ambientales :	1°C: 55.7 %H: 55.0	Cultivo Actual :	LIMON

N° Laborat	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	Al+H	Al	Na	C.E.	%	M.O.	K	Ca	Mg	Base	Ca	Mg	K	Cama
		Area	limo	Arcilla															
57807	MUESTRA 1	21	47	32	Franco Arcilloso					2.5	2.18 A	14.48 A	6.61 A	23.04	2.19 M	3.38 M	10.79 B		
57808	MUESTRA 2	27	43	30	Franco Arcilloso					2.3	1.95 A	15.77 A	5.22 A	23.17	3.02 M	2.39 B	9.62 B		
57809	MUESTRA 3	25	45	30	Franco Arcilloso					2.5	3.12 A	13.88 A	5.44 A	22.43	2.55 M	1.74 B	6.19 B		

Interpretación	
Al+H, Al, Na	C.E.
A1 = Adecuado	N1 = No Salino
I1 = Ligeramente Tóxico	L1 = Ltg. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	M1 = Muy Salino

Abreviatura
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
C.C. Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
C.C.		Acetato de Aluminio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Intervalo de Referencia				
Liq. Tóxico (mg/100ml)	Liq. Salino (dS/m)	Medio	Medio (mg/100ml)	
Al+H 0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 8.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4	
Al 0.31 - 1.0	Medio (N)	Mg/K 2.5 - 100	Ca 4 - 8	
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.3 - 5.0	(Ca+Mg/K) 12.5 - 90.0	Mg 1 - 3	

N/E = No entregado  
 LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 Las opiniones, interpretación, etc., que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 \*\*Ensayo subcontratado.  
 Se prohíbe la producción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Laboratorio

**Figura 17A. Análisis de suelo calicata 1 (2).**



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Taguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 04272460 fax: 04272461 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRAS			
Nombre :	SR. JOSE MANUEL RAMIREZ TOMALA	Nombre :	RAMIREZ	Informe N° :	0017509	Factura No. :	592
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Resp/ Muestreo :	Ciudad	Fecha Análisis :	25/08/2015
Ciudad :	N/E	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	16/08/2015	Fecha de Emisión :	31/08/2015
Teléfono :	N/E	Parroquia :	COLONCHE	Fecha de Ingreso :	17/08/2015	Fecha impresión :	31/08/2015
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Cond. Ambientales :	T°C: 25.5 %H: 67	Cultivo Actual :	LIMON

**REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS**

N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH	mS/cm C.E.	mg/L					meq/L				RAS	PSI (°)
				Na	K	Ca	Mg	Suma	CO <sub>3</sub> H	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>		
57810	MUESTRA 4	8.30	2,15	205.70	21.60	69.40	17.10	314.00	3.20	1	4	7.0	6	7
57811	MUESTRA 5	8.10	1,67	446.30	38.60	309.40	97.60	892.00	3.00	0,64	1,8	21.0	6	7
57812	MUESTRA 6	7.4	2,37	52,6	7,4	73,8	21,2	155	1,8	ND	2	4,2	1	1

C.E.	INTERPRETACION	Determinación	Metodología
0 - 2.0	Suelo no salino, efecto de sales despreciable.	pH C.E.	Electroquímica
2.1 - 4.0	Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sensibles	K, Ca, Na, Mg	Absorción Atómica
4.1 - 8.0	Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos		
Más de 8	Suelos muy salino		

<LC> Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden típicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

(°) Cálculo efectuado según cronograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60

\_\_\_\_\_  
 Responsable Laboratorio

**Figura 18A. Análisis de salinidad calicata 2.**

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROMETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	JOSE MANUEL RAMIREZ TOMALA	Nombre :	RAMIREZ	Informe N° :	0017510	Factura No. :	00592
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cbarró	Fecha Análisis :	25/08/2015
Ciudad :	N/E	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	16/08/2015	Fecha de Emisión :	31/08/2015
Teléfono :	N/E	Parroquia :	CULONCHE	Fecha de Ingreso :	17/08/2015	Fecha Impresión :	31/08/2015
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Condición: Ambientales :	1°C: 55.7 5d: 33.0	Cultivo Actual :	LIMÓN

N° Laborat	Identificación del Lote	Ph	mg/ml												
			NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl	
57810	MUESTRA 4	8,5 Lal	12 B	25 A	551 A	3038 A	544 A								
57811	MUESTRA 5	8,1 MeAl	14 B	16 M	721 A	3304 A	438 A								
57812	MUESTRA 6	7,0 N	18 B	25 A	1202 A	3745 A	576 A								

Interpretación	pH	
NH4, P, K, Mg, S	Me = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAl = Lig. Alcalino
B = Bsp	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
M = Medio	LAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PH = Prac. Neutro	RC = Reagente Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH4, P	Colorimetría	Osom
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Molibdeno
Cl	Volimetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2,5)

Nivel de referencia Orlino			
Medio (mg/ml)			
NH4 20 - 40	Mg 121,5 - 34,3	Fe 20 - 40	
P 10 - 20	S 10 - 20	Mn 5 - 15	
K 78 - 158	Zn 2,0 - 7,0	B 0,5 - 1,0	
Ca 800 - 1600	Cu 1,0 - 4,0	Cl 17 - 34	

NE = No entregado  
 LC= Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

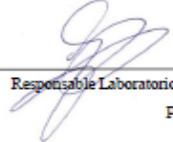
  
 Responsable Laboratorio  
 Pagina 1 de 2

Figura 19A. Análisis de suelo calicata 2 (1).



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Taguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 271761 fax: 2717119 Celular 094335163 - 099351769 e-mail: iniap\_is\_lab@yahoo.es



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA(S)			
Nombre :	JOSE MANUEL RAMIREZ TOMALA	Nombre :	RAMIREZ	Informe N° :	0017510	Factura No. :	00592
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Usanto	Fecha Análisis :	23/08/2015
Ciudad :	N/E	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	16/08/2015	Fecha de Emisión :	31/08/2015
Teléfonos :	N/E	Parroquia :	COLONCHE	Fecha de Ingreso :	17/08/2015	Fecha Impresión :	31/08/2015
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Condiciones Ambientales :	Tem: 30.7 Hum: 55.0	Cultivo Actual :	LIMON

N° Laborat	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	Al+H	Al	Na	C.E.	%	M.O.	K	Ca	Mg	Base	Ca	Mg	k	Cama
		Arena	limo	Arcilla															
57810	MUESTRA 4	40	34	26	Fraco					1,3	1,41 A	15,19 A	4,48 A	21,08	3,39 M	3,17 M	13,92 M		
57811	MUESTRA 5	26	48	26	Fraco					1,6	1,85 A	16,52 A	3,77 A	22,14	4,38 M	2,04 B	10,97 B		
57812	MUESTRA 6	40	26	34	Fraco Arcilloso					2,1	2,10 A	18,73 A	4,74 A	26,55	3,95 M	1,34 B	7,62 B		

Interpretación	
Al, Al, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NI = No Salino
LT = Ligero Salino	S = Salino
T = Toxic	MS = Muy Salino

Alternativa
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
EC Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dióxido de K
EC		Ajustado de NaCl
Na		Cloruro de Sodio
C.E.	Extracto de pasta saturada	Aguá

Niveles de Referencia			
Lig. Toxico (mg/100ml)	Lig. Salino (dS/m)	Medio	Medio (mg/100ml)
Al + H 0,51 - 1,5	CE 3,0 - 8,0	Ca/Ng 2,0 - 8,0	K 0,2 - 0,4
Al 0,31 - 1,0	Medio (N)	Hg/N 2,5 - 100	Ca 4 - 8
Na 0,5 - 1,0	M.O. 3,1 - 5,0	Ca+Mg/N	Mg 1 - 2

N/E = No entregado  
 LC= Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados en este Informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 Los métodos, Interpretación, etc., que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 \*\*Ensayo subcontratado.  
 Se prohíbe la producción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

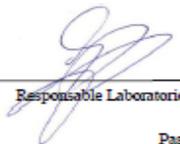
  
 Responsable Laboratorio

Figura 20A. Análisis de suelo calicata 2 (2).