ESCUELA SUPERIOR POLITENICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

"DIAGNÓSTICO DE LOS SUELOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO VALDIVIA"

TESINA DE SEMINARIO

Previo la obtención del Titulo de:

INGENIEROS AGROPECUARIOS

Presentada por:

Lidia Gloria Medina Aguirre
Holger Billy Sánchez Soto
Jesseka Alexandra Vásquez Ruiz

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

Damos gracias a los miembros de nuestras familias, amigos y maestros, grupos de ingeniosos e ingenieros que tienen a bien y como principio entregar más cada día, convirtiendo el conocimiento y la tecnología en ley que determina progreso y entendimiento.

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesina que culmina una de nuestras etapas profesionales a los miembros de nuestras familias, a nuestros amigos y a cada uno de nuestros seres queridos quienes confiaron en nosotros y se comprometieron en darnos apoyo para lograr nuestro objetivo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S. DECANO DE LA FIMCP PRESIDENTE	M.Sc. Edwin Jiménez R. DIRECTOR DE TESINA

Ing. Marcelo Espinosa L.
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL **LITORAL"**

Lidia Gloria Medina Aguirre

Holger Bily Sánchez Soto

Jesseka Alexandra Vásquez Soto

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la cuenca hidrográfica del río Valdivia - California, ubicada en la parte Norte de la provincia de Santa Elena, el cantón Santa Elena, parroquia Manglaralto, Comuna Valdivia ubicada a 42 Km. de la cabecera cantonal de Santa Elena.

La cuenca hidrográfica del rió Valdivia – California tiene 137,53 km^2 (13.750 Ha), representan el 3.5% del área de la cordillera Chongón Colonche y el 2.3% de la Península de Santa Elena.

El objetivo del estudio fue realizar un diagnóstico referencial de los recursos naturales del componente suelo en la cuenca hidrográfica del rió Valdivia – California, que permita tomar las medidas correctivas para la conservación de los recursos.

Se recolectaron muestras de suelos de la parte alta, media y baja de la cuenca hidrográfica del río Valdivia – California, estas fueron llevadas al laboratorio donde se obtuvo las características físico – químicas del suelo (textura, nutrientes, etc.).

Mediante el software MZA se realizó el análisis estadístico y comparativo de los suelos de las diferentes partes de la cuenca, este software determinó que no existen diferencia significativas entre la cuenca Alta y Media, pero si hay diferencias de estas partes con la cuenca Baja. El tipo de suelo de toda la Cuenca del río Valdivia – California, es de tipo INCEPTISOL.

ÍNDICE GENERAL

Pag.

RESUMEN..... ..II

INDICE GENERAL.....III

ABREVIATURAS.....IV

SIMBOLOGÍA.....V

ÍNDICE DE FIGURAS.....VI

ÍNDICE DE TABLAS.....VII

INTRODUCCIÓN.....1

CAPITULO 1

1. CUENCAS HIDROGRAFICAS……..……3

1.1 Concepto de cuenca hidrográfica…….……3

1.2 Componentes de la cuenca hidrográfica…….5

1.2.1 Biológico……..…6

1.2.2 Físico ……..……7

1.2.3 Socio económico……..……7

1.3 Partes de la cuenca hidrográfica. ……...…7

1.3.1 Cuenca alta……9

1.3.2 Cuenca Media……10

1.3.3 Cuenca Baja……10

1.4 Problemas de las cuencas hidrográficas…….……11

1.5 Cuenca hidrográfica del rió Valdivia……13

CAPITULO 2

2. EL SUELO……15

2.1 Características físicas. ……..15

2.1.1 Origen del suelo. ……15

2.1.1.1 Desintegración mecánica…..……15

2.1.1.2 Descomposición física……16

2.1.2 Textura de los suelos……16

2.1.2.1 Arena ……18

2.1.2.2 Limo……18

2.1.2.3 Arcilla……19

2.1.3 Estructura del suelo……..19

2.1.4 Materia orgánica del suelo……...20

2.1.5 Perfiles. ……..21

2.2 Características químicas a conocer. ……23

2.2.1 pH. ……..23

2.2.1.1 Importancia pH en las propiedades del suelo…..24

2.2.1.1.1 Propiedades físicas. ……24

2.2.1.1.2 Propiedades Químicas. ……..……25

2.2.2 Salinidad (conductividad eléctrica) ……25

2.2.3 Nutrientes totales y aprovechables por las plantas….27

2.2.3.1 Micronutrientes……28

2.2.3.1.1 Importancia de los micronutrientes……28

2.2.3.2 Macronutrientes……29

2.2.3.2.1 Nitrógeno……...29

2.2.3.2.2 Fosforo……..30

2.2.3.2.3 Potasio……...31

2.3 Características biológicas……31

2.3.1 Bacterias……32

2.3.2 Hongos……...33

2.4 Importancia de las características del suelo. ……..…33

CAPITULO 3

3. MATERIALES Y METODOS ……35

3.1 Ubicación geográfica y ecología del ensayo……35

3.2 Materiales y herramientas……..…36

3.3 Metodología……..…37

CAPITULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSION……..…41

4.1. Propiedades físicas evaluadas

4.1.1 Textura ……..……..42

4.1.2 Tipos de perfiles……..……..…46

4.1.3 Materia orgánica ……..…47

4.1.4 Capacidad de intercambio catiónico ……..…48

4.2 Propiedades químicas evaluadas

4.2.1 Conductividad eléctrica……..…….50

4.2.2 Disponibilidad de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K)…….….51

4.2.3 Tipo de PH……....52

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……...56

5.1 Conclusiones……...56

5.2 Recomendaciones……..…58

BIBLIOGRAFÍA. ……60

ANEXOS…….66

ABREVIATURAS

C.E.	Conductividad eléctrica
g	gramos
K	potasio
l	litros
meq	miliequivalentes.
M.O.	materia orgánica
m.s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
MZA	Management Zone Analyst
N	nitrógeno
P	fosforo
pH	potencial de hidrogeno
UM	unidades muestral
USDA	Departamento de suelos de Estados Unidos
CIC	Capacidad de intercambio catiónico

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.
Figura 1.1. Mapa Sistema típico de una cuenca hidrográfica ….....4
Figura 1.2. Partes de la composición de una cuenca hidrográfica ……..8
Figura 1.3. Esquema de la parte de un torrente ……11
Figura 1.4. Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Valdivia…….14
Figura 2.1. Triángulo de textura de suelos, con las 12 clases mayores, y escalas de tamaño de partículas, USDA…….17
Figura 2.2. Grado de estructuración…….20
Figura 2.3. Perfil complejo de suelos y su disposición en el paisaje…..23
Figura 2.4 Relación entre la CE (mmhos/cm) y la concentración (meq/litro) de las diferentes sales……26
Figura 3.1. Ubicación geográfica y ecológica del ensayo …..……36
Figura 3.2. Recorridos por principales afluentes de la cuenca……...37
Figura 3.3. Diseño de la unidad de muestreo.....39
Figura 3.4. Barrenación en la cuenca del rio Valdivia……..39
Figura 3.5. Software Management Zone Analyst (MZA)…….40
Figura 4.1. Porcentaje de textura promedio de la Cuenca Alta del río Valdivia – California……43
Figura 4.2. Porcentaje de textura promedio de la Cuenca Media del rio Valdivia – California……..57
Figura 4.3. Porcentaje de textura promedio de la Cuenca Baja del rio Valdivia – California……..44
Figura 4.4. Porcentaje de textura promedio de la toda la Cuenca del rio Valdivia – California……46
Figura 4.5. Coeficiente de Normalización de la entropía de clasificación y el índice de rendimiento de borrosidad para comparación de suelos……..54

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.
Tabla 1 Partes de una cuenca hidrográfica y sus diferentes nombres..9
Tabla 2 Distancias recorridas por principales afluentes de la cuenca del rio Valdivia – California. ……..38
Tabla 3 Características de los Sectores donde se colectaron las muestras de suelo……42
Tabla 4 Comparación de los suelos entre los sectores de la cuenca rio valdivia-california……..55

INTRODUCCIÓN

La naturaleza ha dotado al Ecuador de las más ricas cuencas hidrográficas de América del Sur, una de ellas el a cuenca hidrográfica del río Valdivia, asombrosamente se encuentra en un estado de degradación muy avanzada debido a la acción antrópica particularmente sobre el suelo y la capa vegetal.

Las cuencas son áreas naturales que recolectan y almacenan el agua que se utiliza para el consumo humano y animal, para los sistemas de riego agrícola, para dotar de agua a las ciudades y hasta para producir la energía eléctrica que alumbra hogares. Por eso, la preservación de las cuencas hidrográficas es un factor importantísimo para el desarrollo integral de vida. Son necesarias para dar apoyo al hábitat de plantas y animales, proporcionan agua potable para las personas y la vida silvestre. También proporcionan la oportunidad para disfrutar de la naturaleza. (6)

La protección de los recursos naturales en la cuenca hidrográfica es esencial para mantener la salud y el bienestar de todas las cosas vivientes, tanto ahora como en el futuro, por tal motivo se debe formular y aplicar medidas que enfoquen la conservación del suelo, del agua y de la vegetación de las

cuencas hidrográficas; se debe tener cambios profundos en conceptos y actitudes, cambios en el proceso de producción que minimicen los daños ambientales y la destrucción de recursos forestales y naturales en general.

CAPÍTULO 1

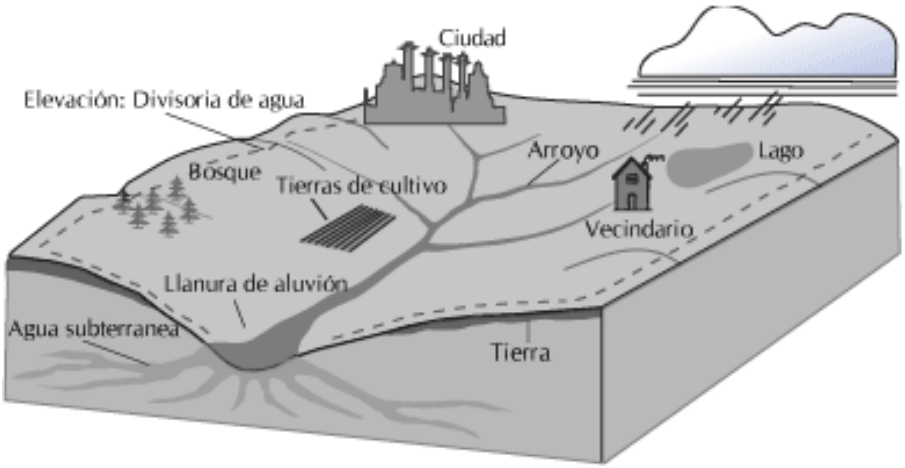
1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS

1.1 **CONCEPTO DE CUENCA HIDROGRÁFICA**

Una cuenca hidrográfica es un área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia drena o transita a través de una red de corrientes que fluyen en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano (32).

Las cuencas hidrográficas son un conjunto de ecosistemas que albergan una gran variedad de plantas y animales, depende de muchos factores, como climáticos, litológicos y biológicos interactuando permanentemente entre sí. No hay un tamaño definido de cuenca; puede tener desde varios miles hasta unos pocos kilómetros cuadrados (20).

Se debe destacar el caso bastante común de la no coincidencia entre la divisoria de aguas que se ubica en la superficie de la cuenca y la de sus aguas subterráneas (Figura 1.1). Esta diferencia hace que se produzcan transvases naturales subterráneos entre cuencas vecinas que pueden variar el balance hídrico.



Fuente:

http://www.marc.org/Environment/water/Espanol/watershed_espanol.htm

Figura 1.1 Sistema típico de una cuenca hidrográfica.

Las cuencas además de ser los territorios en los que se verifica el ciclo hidrológico, son espacios geográficos donde los grupos y comunidades comparten tradiciones y culturas. Además en donde los seres humanos socializan y trabajan en función de su disponibilidad

de recursos renovables y no renovables. En las cuencas la naturaleza obliga a reconocer problemas, necesidades, situaciones y riegos hídricos comunes, con lo que debería ser más fácil coincidir en el establecimiento de prioridades, objetivos y metas también comunes (8).

1.2 COMPONENTES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos naturales y los de generación antrópica. Dentro de los naturales están los componentes bióticos como el hombre, la flora y la fauna; y los componentes abióticos como el agua, el suelo, el aire, los minerales, la energía y el clima (29).

Los elementos de generación antrópica, o generados por el hombre, pueden ser de carácter socioeconómico y jurídico-institucional. Entre los primeros están: la tecnología, la organización social, la cultura y las tradiciones, la calidad de vida y la infraestructura desarrollada.

Entre los elementos jurídico-institucionales están las políticas, las leyes, la administración de los recursos y las instituciones involucradas en la cuenca. Los componentes abióticos y bióticos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud),

geomorfológicos (forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas y demográficas.

En su evolución y búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, el hombre origina los elementos antropicos al reconocer y aprovechar los elementos de la oferta ambiental para satisfacer sus necesidades; aquellos elementos se vuelven recursos. Consecuentemente, el aprovechamiento de estos recursos produce impactos que pueden ser benéficos o nocivos. (32)

Los componentes de las cuencas hidrográficas se pueden resumir en:

1.2.1 Biológico.

Los bosques, los cultivos y en general los vegetales conforman la flora, constituyendo junto con la fauna el componente biológico. La vegetación que cubre la cuenca hidrográfica está compuesta por bosques primarios y secundarios; en cuanto a su fauna silvestre, esta ha sido reducida a punto de que muchas especies han desaparecido (33).

1.2.2 Físico.

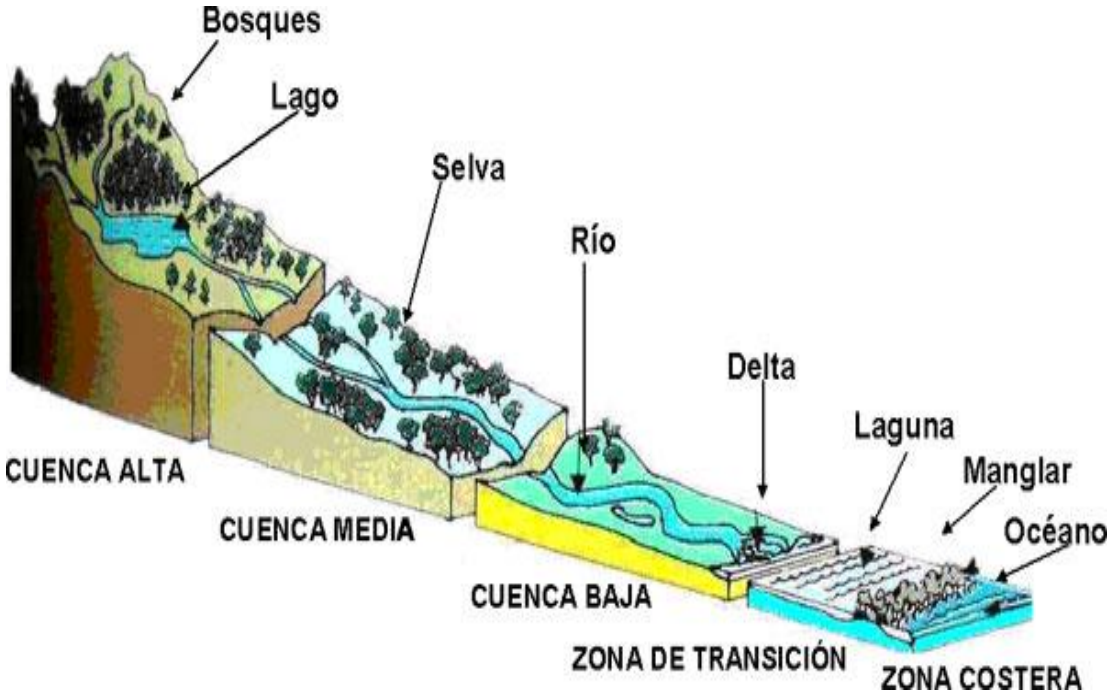
El agua, el suelo, el subsuelo, y el aire constituyen el componente físico de la cuenca hidrográfica, presenta desde su parte más alta hasta su base, un relieve inclinado y cortados por quebradas (9). Los suelos que se encuentran en el área son variados, en la parte alta los suelos están relacionados con bosques naturales, estos mantienen humedad y tienen una fertilidad natural media. Ecológicamente se puede distinguir tres zonas climáticas, que van desde clima fresco húmedo en su parte alta a clima fuertemente cálido y seco en la parte baja (33).

1.2.3 Socio económico.

Son las comunidades que habitan en la cuenca, las que aprovechan y transforman los recursos naturales para su beneficio, construyen obras de infraestructura, de servicio y de producción, los cuales elevan nivel de vida de estos habitantes (33).

1.3 PARTES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Las cuencas hidrográficas constan de tres partes (Figura 1. 2), estas forman un sistema integrado donde cada parte de la cuenca depende una de otra.



Fuente: http://elearning.semarnat.gob.mx/cte/MATERIALESAPOYO/manejo%20de%20recursos% 20naturales%20y%20planeaci%C3%B3n%20ambiental/BASICO/1.html

Figura 1.2. Partes de la composición de una cuenca hidrográfica

Sin embargo no siempre las cuencas presentan las tres partes, en algunos casos solo se encuentra la cuenca alta y media. Rara vez solo se encuentra la cuenca alta (8). Además las tres partes de la cuenca son conocidas de diversos nombres dependiendo de los autores (Tabla 1).

Tabla 1

Partes de una cuenca hidrográfica y sus diferentes nombres

a)	Cuenca de recepción	Zona de recepción	Cuenca de captación	Cuenca alta
b)	Garganta Canal de desagüe	Zona de contracción	Canal de escurrimiento	Cuenca media
c)	Cono de deyección, Lecho de deyección, Cono de dispersión, Abanico	Zona de deposito	Lecho de escurrimiento	Cuenca baja

Fuente: Manejo de cuencas hidrográficas tropicales

1.3.1 **Cuenca alta**

Conocida también como cuenca de recepción corresponde a la zona donde nace el río, formada por vertientes en las cual se almacena y desplaza el agua. Esta sección de la cuenca tiene un menor porcentaje de evapotranspiración, por lo tanto la cuenca alta es la mejor productora de agua.

Debido a las grandes pendientes en esta sección la acción fluvial genera una excavación regresiva la cual incrementa la amplitud y profundidad en la cuenca alta. La gran parte del material de arrastre del rio es de esta zona (8).

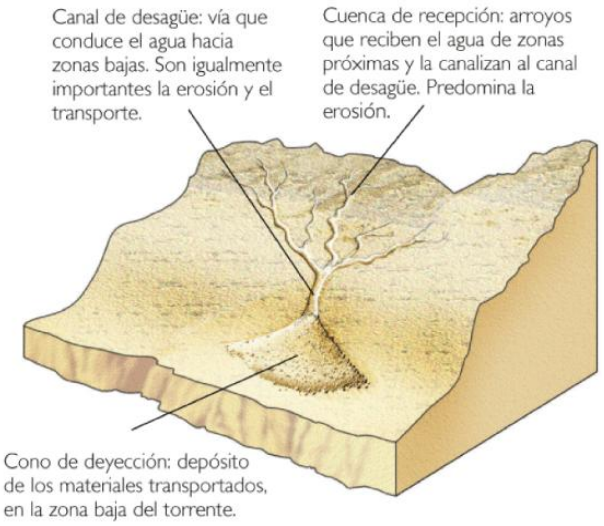
1.3.2 Cuenca media

También llamada canal de desagüe o garganta es la parte de la cuenca en la cual hay un equilibrio dado por los procesos de erosión y de acumulación de material. El tamaño del canal de desagüe depende de la existencia del valle; a) Si hay valle esta sección es pequeña, b) No existe valle esta sección es grande.

Las cuencas medias también dependen de la altitud de las montañas; a) Cuenca de alta montañas tiene poca longitud su garganta y desembocan rápidamente en el rio de otra cuenca más grande, b) Cuenca de mediana altura tiene garganta pequeña o muy largo tamaño, pero con un encajonamiento que llega al océano o un rio de una cuenca de mayor orden, c) Cuenca de baja montaña por lo general tiene un tamaño pequeño de garganta (2).

1.3.3 Cuenca baja

Es la parte de la cuenca de valle o llanura en la cual el material extraído de la parte alta se deposita (2). Lugar donde se forma un abanico producto de la acumulación de material proveniente de la cuenca alta. Además el rio encuentra su perfil de equilibrio y es lo que se llama cono de deyección (Figura 1.3).



Fuente: http://www.kalipedia.com/popup/popupWindow.html

Figura 1.3 Esquema de la parte de un torrente

1.4 PROBLEMAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICAS

En las cuencas tropicales húmedas, la intensa erosión conduce a la degradación del suelo, el bosque y los recursos hídricos. Al desaparecer la vegetación original, los suelos quedan expuestos a las lluvias, que van deteriorando el tramo superior e inferior de las cuencas. Esto se debe a labores agrícolas y forestales inadecuadas, provocando la erosión acelerada que disminuye la fertilidad del suelo, producción de alimentos y fibras, aumentando los daños por inundaciones, los sedimentos por su parte, perjudican las instalaciones de energía hidroeléctrica, los cauces navegables, los sistemas de riego, los embalses y la infraestructura en general (2).

Existen diversas cuencas hidrográficas que sirven para abastecimiento de agua, producción de energía, buenos suelos para cultivos alimenticios, con buen recurso forestal, conservación de la biodiversidad o asentamientos humanos con actividades industriales. Las malas prácticas de aprovechamiento de los recursos como el uso inadecuado de la tierra o el mal manejo de las actividades de la población provocan efectos negativos en la cuenca y en el ambiente (29). Las tierras agrícolas se erosionan, pierden su fertilidad natural y la producción de los cultivos es menor, causada por la pérdida de los nutrientes en el suelo.

La degradación de las cuencas hidrográficas, con el frecuente deterioro de los recursos y pérdida de biodiversidad son procesos irreversibles. El sensible deterioro de los recursos y de la calidad de vida de las poblaciones locales es solo un presagio de lo que puede traer el futuro (28).

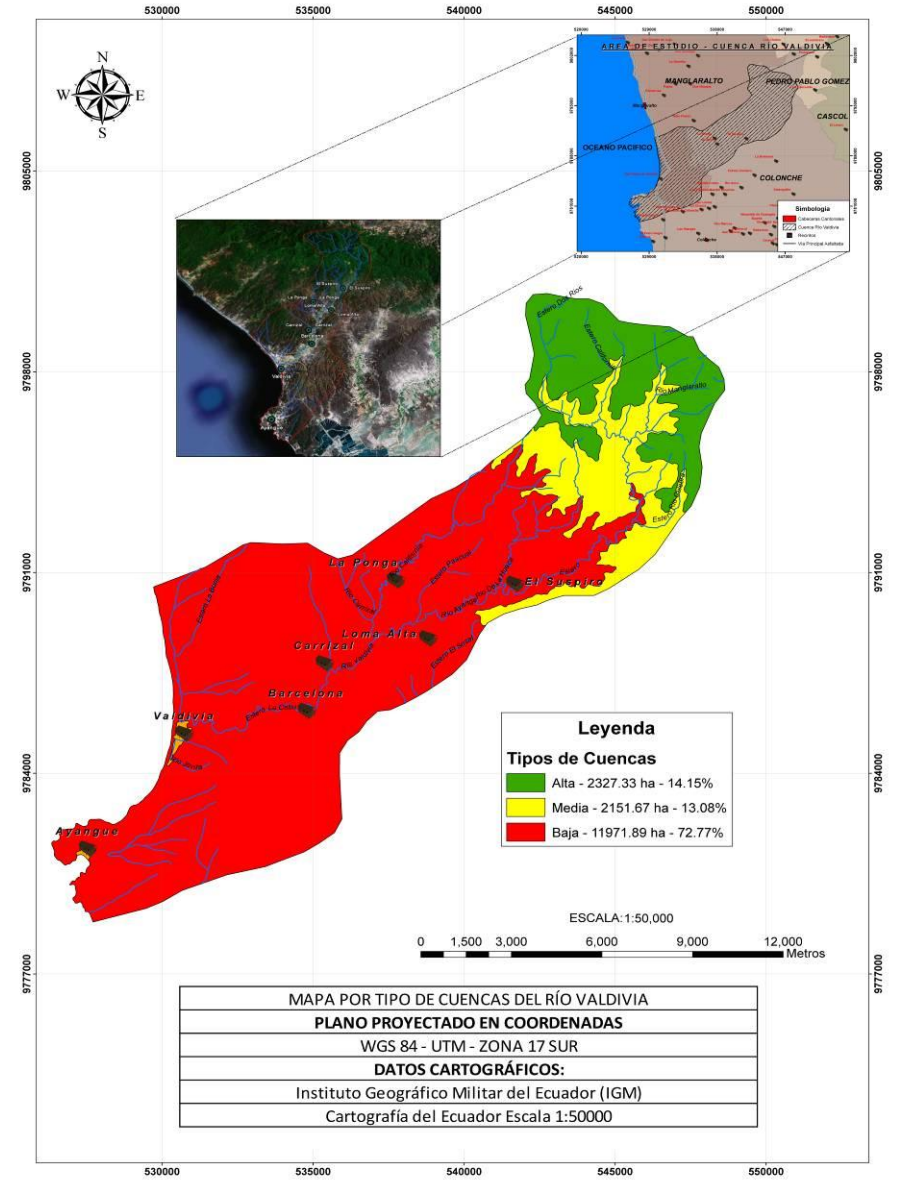
1.5 CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO VALDIVIA

La cuenca del río Valdivia forma parte de la zona norte de la Península de Santa Elena. Dentro de esta cuenca se han incluido los pequeños esteros que existen desde San Pedro, Ayangue, al río Grande.

El río Valdivia nace de los cerros Sombrero, Guachineas y La Torre, con el nombre de California y fluye de norte a sur en su parte alta, para luego hacerlo de este a oeste, siguiendo un valle estrecho hasta su desembocadura.

El río tiene un recorrido aproximado de 28 Km. de los cuales los primeros 8 Km. tienen dirección norte a sur para luego torcer al oeste, la pendiente es sumamente fuerte y corre encerrado entre montañas en su parte alta (Figura 1.4).

No tiene valles grandes y las pequeñas zonas planas se encuentran después de Loma Alta. El río corre ciñéndose por la margen izquierda a la montaña dejando los pequeños valles en la margen derecha. Es un río permanente, con escurrimientos mayores en la época de lluvias de Enero a Mayo; desde Julio a Noviembre se presentan "garúas" que hacen que el río permanezca con un caudal no despreciable. Su pendiente y la forma de la cuenca hacen que el drenaje de la misma sea rápido (25).



Fuente: Instituto geográfico militar del Ecuador

Figura 1.4 Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Valdivia

CAPÍTULO 2

2. SUELOS

2.1 CARACTERISTICAS FISICAS

El conocimiento de las principales características físicas de los suelo es de fundamental importancia en el estudio de la Mecánica de Suelos, pues mediante su atinada interpretación se puede predecir el futuro comportamiento de un terreno bajo cargas cuando dicho terreno presente diferentes contenidos de humedad. Estas características se explicaran a continuación.

2.1.1 Origen del suelo.

El suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no sujetas a ninguna organización, pero en realidad se trata de un conjunto con organización definida. Se puede decir que el suelo representa todo tipo de material terroso y es producido por la desintegración mecánica y la descomposición física (5).

2.1.1.1 Desintegración mecánica

Se refiere a la intemperización de las rocas por agentes físicos, tales como cambios periódicos de temperaturas, acciones de la congelación del agua en las rocas, efectos de

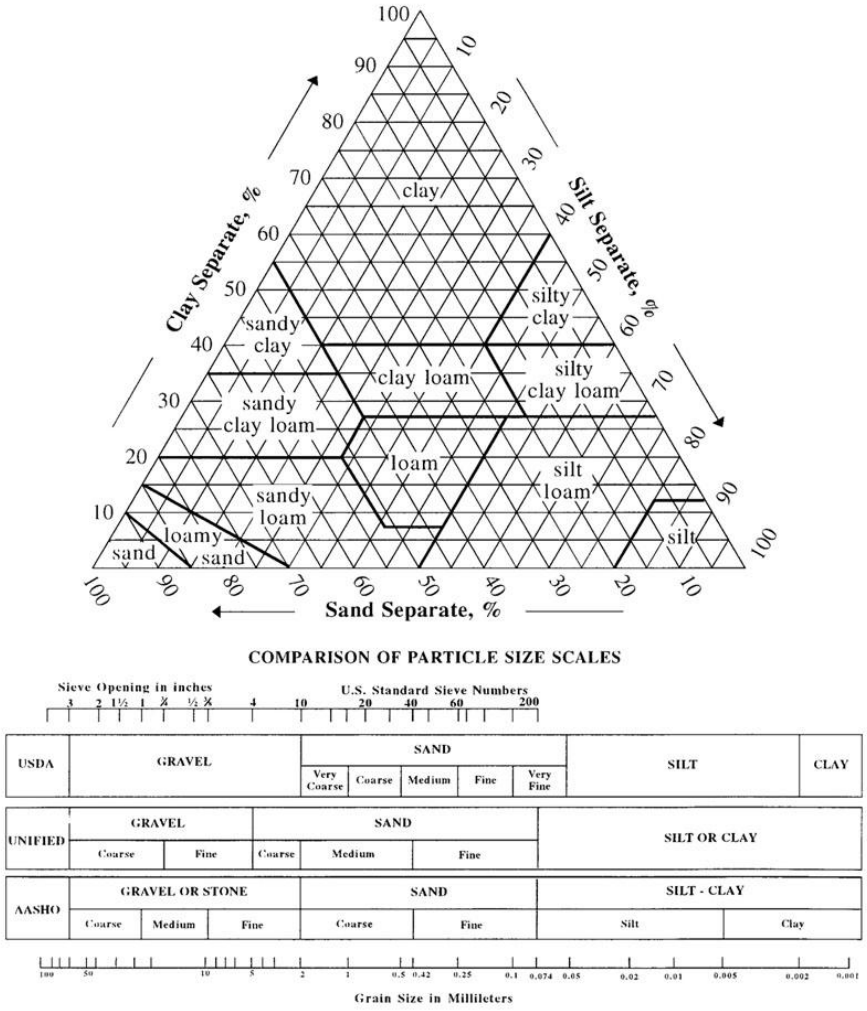
organismos, plantas, etc. Estos fenómenos llegan a formar arenas, limos o en casos especiales arcillas (4).

2.1.1.2 Descomposición física.

Es la acción de agentes que atacan las rocas modificando su constitución mineralógica o química. El principal agente es desde luego el agua y los organismos más importantes son la oxidación, hidratación y la carbonización. Estos factores producen arcilla como producto de su descomposición y todos los efectos anteriores se acentúan con los cambios de temperatura (11).

2.1.2 Textura de los suelos.

Las partículas del suelo individualizadas se distribuyen en una variedad de tamaños, si bien se agrupan en diversas fracciones atendiendo a su tamaño (22). La distinta proporción de arena, limo y arcilla define la textura de cada horizonte (35). Además en la clasificación de textura el modelo más utilizado es el desarrollado por el Departamento de los Estados Unidos (USDA) (Figura 2.1).



Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_texture

Figura 2.1 Triángulo de textura de suelos, con las 12 clases mayores, y escalas de tamaño de partículas, USDA.

A continuación se describirán los agregados más comunes para su identificación:

2.1.2.1 Arena

Son materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro.

Las arenas de rio contienen muy a menudo proporciones relativamente grande de arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y se aplica una carga en su superficie y se comprime casi de manera instantánea (17)

2.1.2.2 Limos

Son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Su color varía desde gris claro a muy oscuro, y su permeabilidad es muy baja, pero su compresibilidad muy alta. Los limos de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar (17).

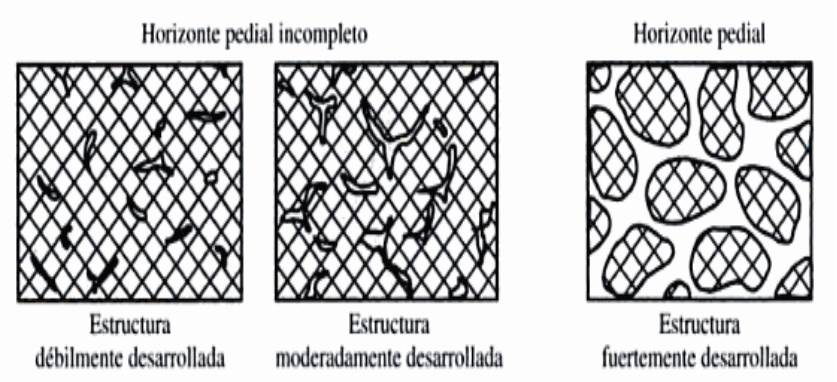
2.1.2.3 Arcilla

Son partículas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene propiedades de volverse plástica al ser mezclada con el agua. Su estructura es generalmente cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar (17).

2.1.3 Estructura del suelo

Se describe a la forma de agregarse las partículas individuales del suelo en unidades de mayor tamaño y el espacio de huecos asociado a ellas. La estructura de cada horizonte se describe atendiendo el grado, forma y el tamaño de los agregados (23).

El desarrollo de los agregados expresa la cohesión y adherencia entre ellos, en los suelos con una estructura bien desarrollada, al secarse, aparecen claramente líneas de fisuración, se dice que el grado de estructuración está muy fuertemente desarrollado (figura 2.2) (21).



Fuente: Conservación del suelo (17)

Figura 2.2 Grado de estructuración

2.1.4 Materia orgánica en el suelo

La materia orgánica es producida en gran parte por las plantas y microorganismos del suelo, a través de la fotosíntesis y otros procesos, se descomponen en gran medida de muchos compuestos de carbono. Los componentes más comunes son polisacáridos, ligninas, sustancias pépticas y otros. Las ligninas son relativamente resistentes al ataque bacteriano y tienden a acumularse en los procesos de descomposición.

Las materias orgánicas del suelo y de la planta contienen también proteínas y otros componentes nitrogenados. El nitrógeno se acumula en la materia orgánica del suelo, debido a que es un componente importante en las células microbianas y un elemento que recicla el rejuvenecimiento de células.

La materia orgánica no es la misma en todos los suelos. El tipo de vegetación, la naturaleza de la población microbiológica del suelo, el tipo de drenaje, las lluvias, la temperatura y el manejo del suelo desde un punto de vista agrícola, son factores que afectan el tipo y la calidad de materia orgánica que se encuentre. Se puede decir que la materia orgánica es el resultado de ambiente (7).

2.1.5 Perfiles.

Es un corte transversal hecho al suelo, hasta alcanzar el material paternal o la roca, se denomina perfil de suelo. El perfil expuesto muestra una serie de capas o bandas llamadas horizontes (13).

Este suele tiene de un metro o dos de profundidad, si la roca madre, o el material parental, no aparece antes. El perfil del suelo, en el sentido amplio del término puede dividirse en 6 capas u horizontes (Figura 2.3):

1. Los horizontes orgánicos desprovistos de materia mineral, llamados a menudo “0” u “H”

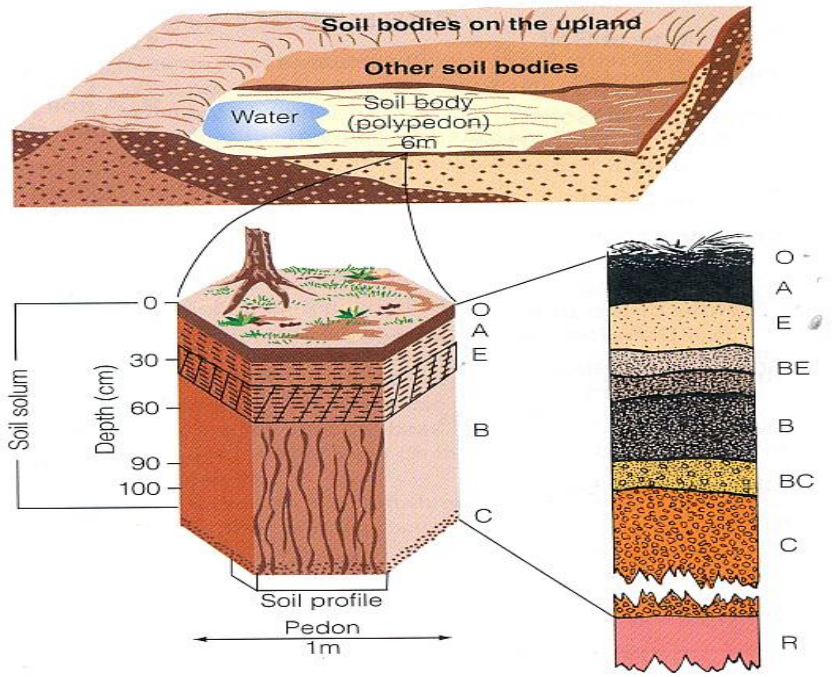
2. Los horizontes órgano-minerales, más o menos ricos en materia orgánica y mineral, clasificados como horizontes “A”

3. Los horizontes de lavado, donde los minerales son más fáciles de descomponer por la acción del clima, organismos y materia orgánica, desprenden partículas (limos arcilla, moléculas orgánicas, nutrientes) al siguiente horizonte. Se trata de los horizontes “E”.

4. Los horizontes minerales edafizados, muy afectados por los procesos que ocurren en el suelo, a los que se suelen denominar horizontes “B”.

5. Horizontes poco edafizados, donde pueden discernirse la estructura de la roca o material parental de la que proceden los suelos y es conocido como Horizonte “C”.

6. La roca madre o material parental, poco o no alterada, a la que denominamos Horizonte “R” o “D’ (30).



Fuente: http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/10/02/102439

Figura 2.3 Perfil complejo de suelos y su disposición en el paisaje

2.2 CARACTERISTICAS QUIMICAS

2.2.1 pH.

Las letras pH son abreviación de “pondus hydrogenii” traducido como potencial de hidrógeno, y fueron puestas por Sorense en 1909, que las introdujo para referirse a concentraciones muy pequeñas de iones hidrógeno. Se define como el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrogeno en una solución.

$$pH = - \log |H|^{+}$$

Un medio neutro $|H^{+}| = |OH^{-}| = 10^{-7}$ $|H^{+}| = 10^{-7}$ y pH = 7

Un medio acido $|H^{+}| > |OH^{-}|$ $|H^{+}| > 10^{-7}$ y pH < 7

Un medio básico $|H^{+}| = |OH^{-}| = 10^{-7}$ $|H^{+}| < 10^{-7}$ y pH > 7

En áreas con precipitaciones intensas producen un lavado de la base en el suelo y por percolación se van llevando los elementos que le dan alcalinidad, llevando al suelo a un pH ácido. En zonas áridas no existen lavados de los suelos por eso los suelos son alcalinos (10).

2.2.1.1 Importancia del pH en las propiedades del suelo

Influye en las propiedades físicas y químicas del suelo

2.2.1.1.1 Propiedades Físicas

- pH muy ácidos se intensifica la alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable

- pH alcalino la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico (10).

2.2.1.1.2 Propiedades Químicas

La asimilación de nutrientes del suelo están influenciadas por el pH, ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinadas condiciones de pH y no son asimilables para las plantas (17).

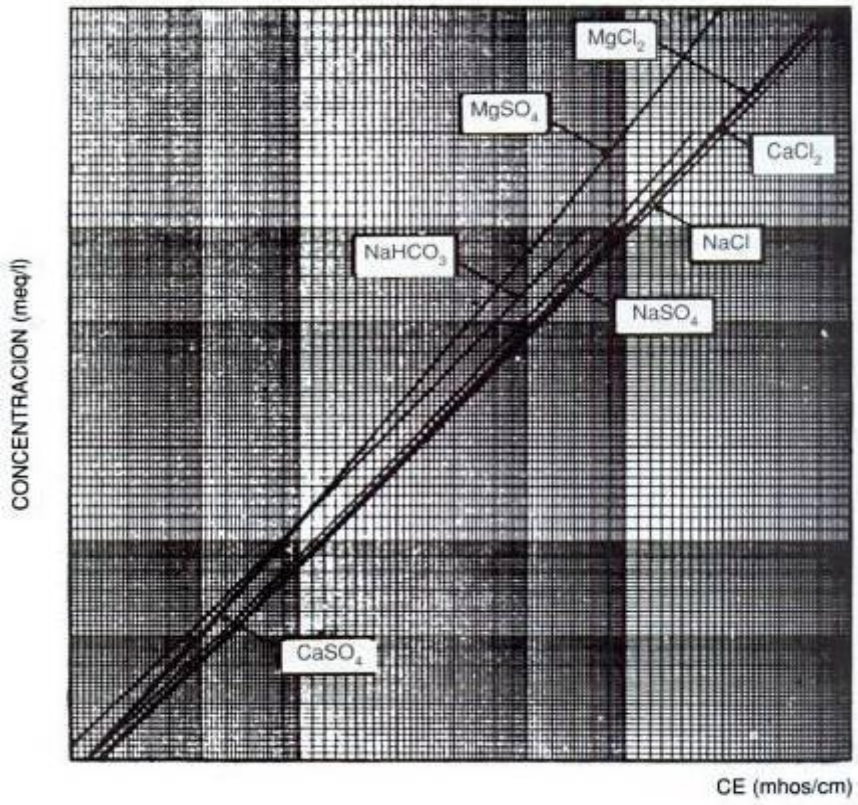
2.2.2 Salinidad (conductividad eléctrica).

Con frecuencia en los suelos con drenaje deficiente o cuando la capa freática esta cerca de la superficie, se genera un problema de salinidad. La salinidad en el suelo suele tener origen en la naturaleza o composición del terreno y en los continuos aportes de agua freáticas se van progresivamente mineralizándose, las zonas salinas corresponden generalmente a regiones de climas cálidos. Las sales más importantes que aparecen en la relación a los suelos salinos son: el sulfato magnésico, sulfato cálcico o yeso, cloruro potásico y nitratos de sodio y potasio (14).

La salinidad de un suelo puede expresarse de muchas formas siendo una de ellas la cantidad de sales disueltas en un volumen de solución, utilizando como unidades de medida los gramos por litro (g/l), o bien los miliequivalentes por litro (meq/l), o mejor que las anteriores es la edición de su conductividad eléctrica. Las medidas de salinidad están relacionadas aproximadamente de la siguiente forma (figura 2.3):

CE (mmhos/cm) = (meq / l) / 12

g / l = 0.64 x CE (mmhos/cm)



Fuente: Ingeniería y mecanización vitícola (14).

Figura 2.4 Relación entre la CE (mmhos/cm) y la concentración (meq/litro) de las diferentes sales

El efecto negativo de la salinidad sobre el suelo y las plantas se deben al fenómeno osmótico de las sales disueltas, a los efectos del sodio absorbido por las plantas y también a la toxicidad producida por la abundancia de algunos iones. En el primer caso, cuanto mayor es la concentración salina del agua o suelo, mayor es la presión osmótica que las plantas han de vencer, hasta cesar la absorción de agua por el

sistema radicular. Hay una correlación entre la salinidad del suelo y la disminución en la producción (14)

2.2.3 Nutrientes totales y aprovechables por las plantas

Las plantas superiores forman tejidos a partir de elementos simples que los toman de la atmosfera y del suelo. Utilizan el anhídrido carbónico y el oxigeno del aire atmosférico para realizar la fotosíntesis, la respiración y además absorben del suelo agua y minerales (12).

Las plantas necesitan disponer de todos los nutrientes minerales para no tener limitantes en los rendimientos, según Arnon y Stout un elemento es esencial para los vegetales si: a) su carencia hace imposible que se complete las fases vegetativas o reproductoras que componen el ciclo vital de la planta; b) la deficiencia es especifica y no puede ser prevenida ni corregida más que con el aporte de este elemento; y c) el elemento está directamente relacionado con la nutrición de la planta (6).

Los elementos que actualmente se consideran esenciales para las plantas superiores son macronutrientes y micronutrientes.

2.2.3.1 Micronutrientes

Son elementos indispensables para que las plantas puedan completar su ciclo vital, aunque las cantidades necesarias sean muy pequeñas. Llamados también oligoelementos o elementos menores, pero es preferible el termino de micronutrientes, algunos de estos nutrientes pueden hallarse en gran cantidad tanto en el suelo como en las plantas.

Los micronutrientes hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro, son necesarios para el desarrollo de las plantas superiores y otro como el cobalto es requerido por las bacterias Rhizobium para la fijación de nitrógeno en su relación simbiótica con las leguminosas (21).

2.2.3.1.1 Importancia de los micronutrientes

Toda planta requiere solo de una pequeñísima cantidad de cada uno de ellos, pero esa cantidad debe hallarse presente.

Algunos micronutrientes intervienen en los sistemas enzimáticos vegetales, una pequeña provisión de estos nutrientes sirve para sintetizar enzimas capaces de catalizar un proceso en la planta.

Algunos intervienen en procesos de oxido-reducción del metabolismo vegetal, pudiendo cambiar de valencia y entrar así en reacciones de o oxido-reducción (6).

2.2.3.2 Macronutrientes

Son necesarios en las plantas en grandes cantidades y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Debido a la extracción de los nutrientes por las plantas o las erosiones, los suelos se vuelven deficientes y se degradan.

Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes proporciones, los nutrientes primarios son nitrógeno, fosforo y potasio (21).

2.2.3.2.1 Nitrógeno

El Nitrógeno (N) rara vece presente en el suelo para soportar una producción vegetal máxima. El color verde pálido, indicador de la deficiencia de este nutriente y es el síntoma de insuficiencia más común en las plantas (6).

La atmosfera contiene aproximadamente 78% de nitrógeno, pero no puede se utilizado por los vegetales superiores. Cerca del 99% del nitrógeno combinado en el suelo, se halla contenido en la materia orgánica, la cual se

presenta en partículas parcialmente humificada o en los componentes de humus.

Las plantas no pueden desarrollar sus procesos vitales si carecen de nitrógeno para construir compuestos esenciales, por lo que cualquier reducción severa en el suministro de nitrógeno bloquea los procesos de crecimiento y reproducción (10).

2.2.3.2.2 **Fosforo**

El Fosforo (P) llamado la llave de la vida por que se halla directamente implicado en los procesos vitales. Está presente en todas las células, concentrándose en las semillas y zonas de crecimientos de las plantas

Es el segundo elemento de mayor consumo de la planta y a veces su escases es más critica que la de nitrógeno, solamente presentes en las rocas para extracción (6).

Se presenta en el suelo de forma inorgánica del mineral apatito $Ca_5(PO_4)_3F$, el cual se presenta en pequeños cristales dispersos en rocas ígneas, y de forma orgánica se encuentra en la materia orgánica ligado a la estructura de los compuestos, inaccesible a las plantas hasta que el material orgánico se descomponga (10).

2.2.3.2.3 **Potasio**

El Potasio (K) siempre absorbido en grandes cantidades por las plantas en ion K^+. Las cargas positivas contribuyen a mantener la neutralidad del suelo y la planta, compensando las cargas negativas de nitratos, fosfatos y demás aniones (6).

Por orden de probabilidad es el tercero de los nutrientes que puede limitar el crecimiento de la planta, solo existe en el suelo como ion potasio hidratado bien sea en solución o adsorbido en los puntos de intercambio cationico.

Además el potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequia, heladas y salinidad. Las plantas provistas con potasio sufren menos de enfermedades (14).

2.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, que van desde los virus, bacterias, hongos y algas, hasta grandes lombrices y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores.

Las actividades biológicas del suelo operan sobre la degradación de la materia orgánica, sobre la formación de los compuestos orgánicos específicos de las rocas y de los minerales, fundamentalmente mediante los microorganismos y los vegetales superiores (15).

2.3.1 Las bacterias

Las bacterias son los organismos más numerosos en el suelo, siendo los organismos que presentan mayor diversidad en su fisiología (21).

Son responsables de muchas reacciones bioquímicas fundamentales del suelo, como ocurre con las mayorías de las reacciones redox, que además les suministran la energía que necesitan, una de esta reacción es la oxidación de los compuestos de carbonos, acción que provoca ambientes de acidificación, con $5 < pH < 6$.

A veces se han observado valores de $pH < 2$, lo que supone presencia de ácidos minerales que son producidos a su vez en reacciones en las que participan las bacterias, como ocurre con la oxidación del azufre y los sulfuros por ***Thiobacillus sp***., o con la oxidación de compuestos nitrogenados por Nitrobacterias, además una acción típicamente bacteriana es la nitrificación, la cual interviene en la descomposición de la materia orgánica (16).

2.3.2 Los hongos

Son organismos que varían en tamaño y en estructura; existen desde las levaduras unicelulares hasta los mohos. Los hongos ayudan a la descomposición de la materia orgánica, la actividad de los hongos contribuyen a la formación de las unidades estructurales de los suelos.

Es comprobado que por las secreciones acidas y por la tendencia a formar complejos, los hongos tienen una fuerte responsabilidad en los fenómenos de disolución de los minerales (18).

2.4 IMPORTANCIA DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO

El conocimiento básico de las características del suelo es importante para los ingenieros que construyen edificios, carreteras y otras estructuras sobre y bajo la superficie terrestre. Sin embargo, los agricultores se interesan en detalle por todas sus propiedades, porque el conocimiento de los componentes minerales y orgánicos, de la aireación y capacidad de retención del agua, así como de muchos otros aspectos de la estructura de los suelos, es necesario para la producción de buenas cosechas. Los requerimientos de suelo de las distintas plantas varían mucho, y no se puede generalizar sobre el terreno ideal para el crecimiento de todas las plantas.

Las características apropiadas para obtener con éxito determinadas cosechas no sólo son inherentes al propio suelo; algunas de ellas pueden ser creadas por un adecuado acondicionamiento del suelo

Las características del suelo en un lugar dado, están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas. Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo, el cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y de mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos. Los agricultores han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para reconstruir suelos que ya han sido alterados con graves daños (34).

CAPÍTULO 3

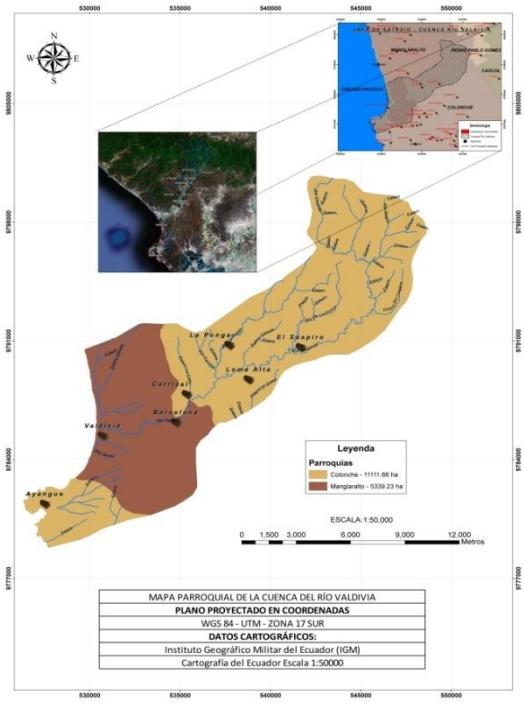
3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación geográfica y ecología del ensayo

La cuenca del rio Valdivia - California se encuentra ubicada en la provincia de Santa Elena, cantÓn Colonche, parroquia Loma Alta, con una superficie de Ha., con una elevacion que va desde los 0 msnm en la parte mas baja hasta los 810 msnm en la parte mas alta de la cuenca.

Loma Alta se encuentra a una altitud de 65 msnm con una precipitación anual que varía de los 2000 a 4000 mm y una temperatura promedio anual de 24°C. La época de menor precipitación es en los meses de Enero, Febrero y Agosto.

La cuenca hidrográfica del rio Valdivia – California tiene una extensión de 21km aproximadamente, que va desde su desembocadura en océano Pacifico hasta su origen en la cordillera Chongón Colonche, límites cartográficos (figura 3.1).



Fuente: Instituto geográfico militar del Ecuador.

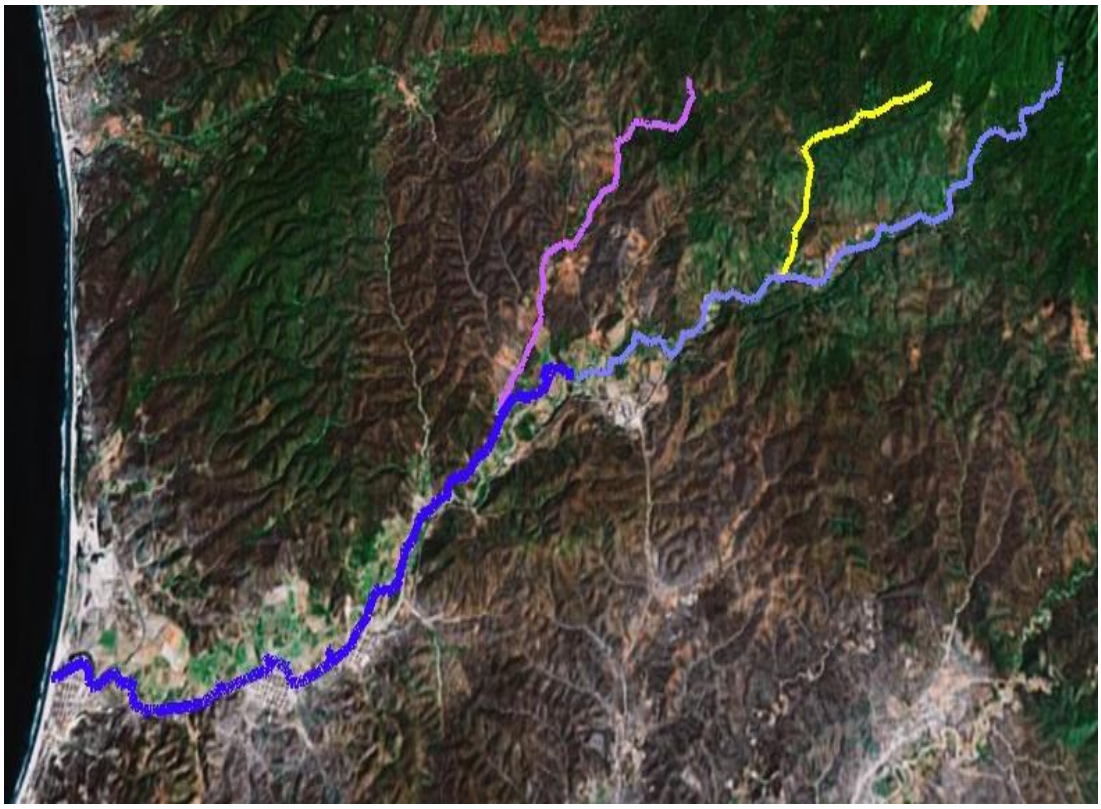
Figura 3.1 Ubicación geográfica y ecológica del ensayo.

3.2 Materiales

- Machete
- Barreno
- Pala
- Cinta métrica
- Fundas
- Libreta de apuntes
- Gps garmin colorado 60
- Calculadora
- Computadora

3.3 Metodología

- Se realizaron recorridos por los principales afluentes de la cuenca del rio Valdia – California, los afluentes seleccionados fueron: rio Carrizal, rio La Huaca y el rio California. La tabla 2 muestra las distancias recorridas en cada uno de los afluentes (figura 3.1).



Fuente: Google Earth

Figura 3.2 Recorridos por principales afluentes de la cuenca

Tabla 2

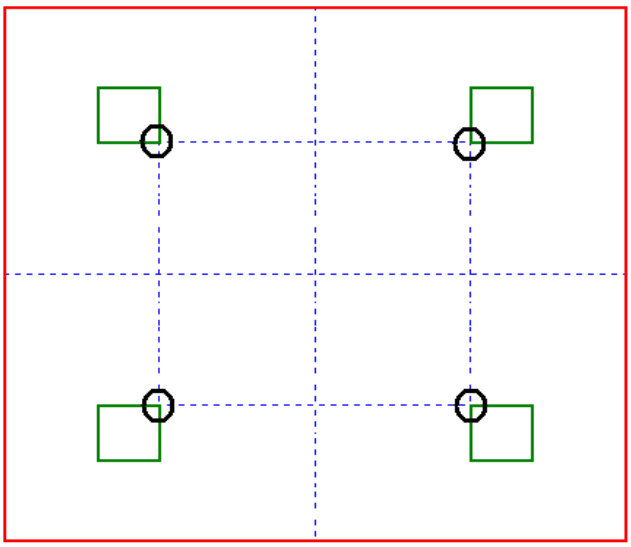
Distancias recorridas por principales afluentes de la cuenca del rio Valdivia – California.

Recorrido	Color	Distancia
Rio Carrizal		6.39 km
Rio la Huaca		4.22 km
Rio Valdivia - California		21.49 km

- En cada recorrido se fueron observando las laderas así se determinaron los perfiles, los horizontes de suelo (color, textura, espesor, estructura, pedregosidad, abundancia de raíces o de organismos vivos) y la erosión según su clasificación.

- Con grandes extensiones de terreno el número de muestras pueda llegar a ser muy alto, para este estudio el numero de muestras de suelo dependió de la variabilidad de suelo apreciable a simple vista y de la cantidad de unidades muestrales establecidas para determinar la estructura de la vegetación del bosque (existen 12 UMs) en la Cuenca del rio Valdivia – California.

- En las unidades de muestreo instaladas se tomaron muestras de suelo en los vértices de Subunidad Central como se muestra en al figura 3.3.



Fuente: VILLAVICENCIO–ENRÍQUEZ y VALDEZ-HERNÁNDEZ Modificado 2003

FIGURA 3.3. Diseño de la unidad de muestreo.

- Las muestras de suelo fueron tomadas con barreno a profundidades de 0 cm a 30 cm y de 30 cm a 40 cm para determinación de las características físicas y químicas (31). (Figura 3.4)

Figura 3.4 Barrenación en la cuenca del rio Valdivia.

- Los resultados obtenidos en laboratorio de las características físicas y químicas del suelo de los diferentes sectores, serán comparadas utilizando el software Management Zone Analyst (MZA), creado por la University of Missouri – Columbia, desarrollado para mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes en el suelo, el MZA ayuda a generar mapas de proceso para realizar el manejo de nutrientes al realizar las aplicaciones.

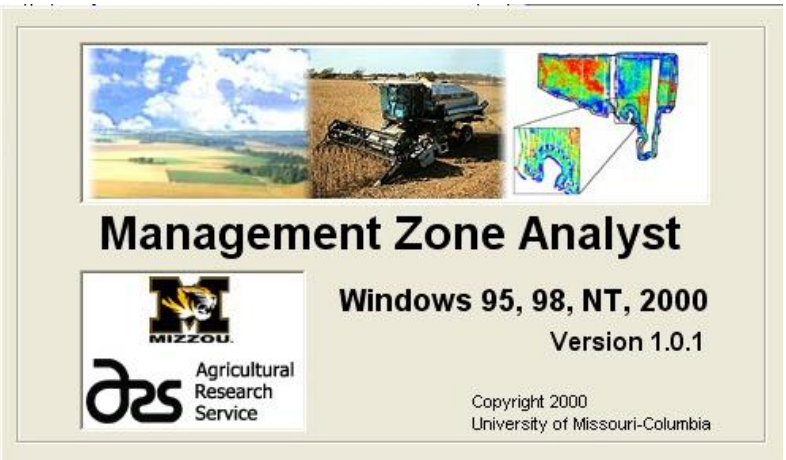


Figura 3.5 Software Management Zone Analyst (MZA).

- El software MZA usa las variables cuantitativas sacadas de los datos obtenidos en laboratorio, el MZA dividirá a la cuenca en grupos o zonas y determinar el número óptimo de zonas de manejo. (27)

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cuenca hidrográfica se encuentra dividida en 3 partes, donde se realizaron muestreos de suelo en siete sectores que se muestran en la tabla 3, los cuales fueron seleccionados debido cambio de relieve, al tipo de vegetación y la textura que se observaron en los diversos recorridos en la cuenca del río Valdivia - California. Estos sectores se agruparon en las tres partes de la cuenca para realizar el análisis estadístico.

Tabla 3

Características de los Sectores donde se colectaron las muestras de suelo

Parte de la Cuenca	Sector	Superficie (Ha)	Distancia Recorrida (Km)	Localización	Relieve	Vegetación
ALTA	Bosque No Perturbado	39.83	1.10	Desde latitud - 1.825577° longitud - 80.605942° hasta latitud - 1.816476° longitud - 80.606177°	Altitud desde 530 m.s.n.m hasta 655 m.s.n.m con pendientes desde 30 ° hasta 75 °	Bosque Primario
MEDIA	Bramona	199.46	4.73	Desde latitud -1.891701° longitud -80.609780° hasta latitud -1.874773° longitud -80.608254°	Altitud desde 114 m.s.n.m hasta 243 m.s.n.m con pendientes desde 10° hasta 60°	Bosque de transición
	Huaca	76.27	4.21	Desde latitud - 1.880152° longitud - 80.621283° hasta latitud - 1.874773° longitud - 80.608254°	Altitud desde 120 m.s.n.m hasta 215 m.s.n.m con pendientes desde 7 ° hasta 50 °	Bosque secundario y Zona Agrícola
	Ponga	198.05	3.35	Desde latitud - 1.894906° longitud - 80.660873° hasta latitud - 1.874157° longitud - 80.643144°	Altitud desde 57 m.s.n.m hasta 165 m.s.n.m con pendientes desde 3 ° hasta 45 °	Bosque Secundario y Zona de Barbecho
BAJA	Zona 1	236.53	3.05	Desde latitud -1.920567° longitud -80.676804° hasta latitud -1.902576° longitud -80.661813°	Altitud desde 33 m.s.n.m hasta 90 m.s.n.m con pendientes desde 1 ° hasta 30 °	Cultivo de Limones
	Zona 2	180.07	2.38	Desde latitud - 1.934355° longitud - 80.688730° hasta latitud - 1.934355° longitud - 80.688730°	Altitud desde 20 m.s.n.m hasta 77 m.s.n.m con pendientes desde 1 ° hasta 30 °	Cultivo de Maíz
	Zona 3	260.57	1.83	Desde latitud -1.939013° longitud -80.701610° hasta latitud -1.934355° longitud -80.688730°	Altitud desde 14 m.s.n.m hasta 60 m.s.n.m con pendientes desde 1 ° hasta 30 °	Cultivo de Limones y Hortalizas
	Zona 4	267.02	2.55	Desde latitud -1.939519° longitud -80.720952° hasta latitud -1.939519° longitud -80.720952°	Altitud desde 4 m.s.n.m hasta 52 m.s.n.m Pendientes desde 1 ° hasta 30 °	Cultivo de Algarrobo y terrenos en barbecho

4.1. Propiedades físicas evaluadas

4.1.1 Textura

- En el análisis de la Cuenca Alta se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la figura 4.1.

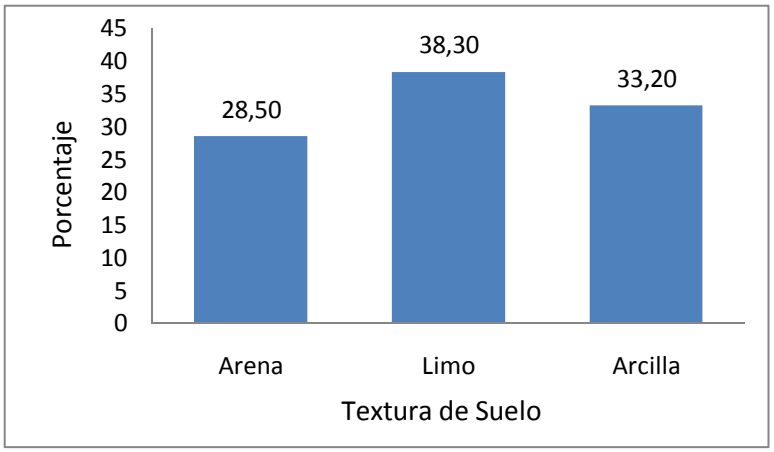


Figura 4.1. Porcentaje de textura promedio de la Cuenca Alta del río Valdivia – California

La cuenca alta presenta que las variables de textura del suelo contienen mayor proporción de limo promedio con 38.30 %, arcilla promedio con 33.20 y arena promedio 28.50 %, dando un textura Franco-Arcilloso, esta clase de textura predomina en la cuenca alta.

- En el análisis de la Cuenca Media se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la figura 4.2.

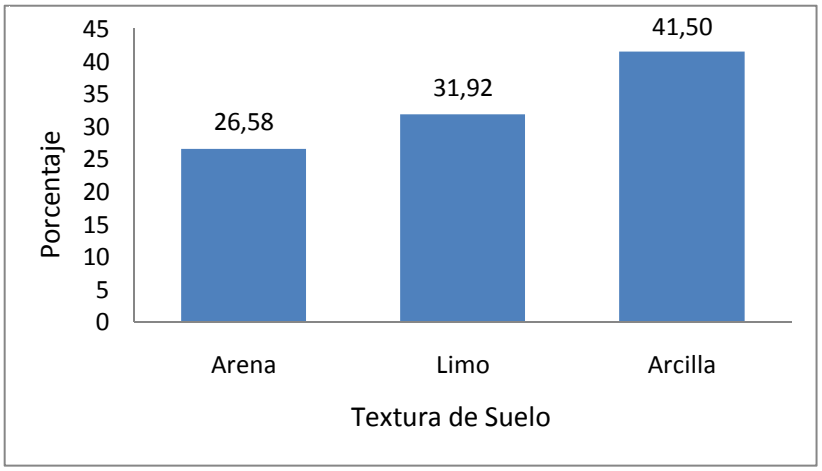


Figura 4.2. Porcentaje de textura promedio de la Cuenca Media del rio Valdivia – California

Entre las variables de textura del suelo se encontró mayor proporción al arcilla promedio con 41.50 %, limo promedio con 31.92 y arena promedio 26.58 %, dando un textura Franco-Arcilloso, esta clase de textura predomina en la cuenca Media.

- La clasificación textural varía desde suelos franco, arcilloso y la mayor parte de la zona es un suelo franco-arcilloso, presentan poca erosión de suelo debido vegetación en la zona. En el análisis de la Cuenca Baja se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la figura 4.3.

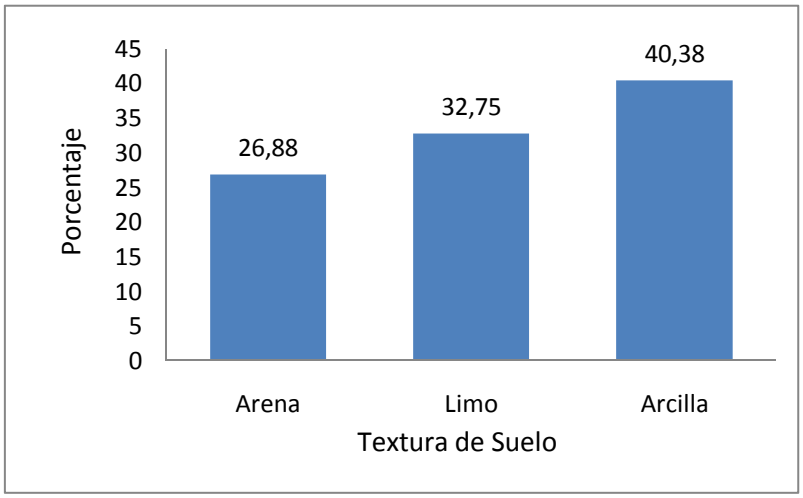


Figura 4.3. Porcentaje de textura promedio de la Cuenca Baja del río Valdivia – California

Entre las variables de textura del suelo se encontró mayor proporción al arcilla promedio con 40.38 %, limo promedio con 32.75 y arena promedio 26.88 %, dando un textura Franco-Arcilloso, esta clase de textura predomina en la cuenca Baja.

- En el análisis de toda la Cuenca del rio Valdivia - California se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la figura 4.4.

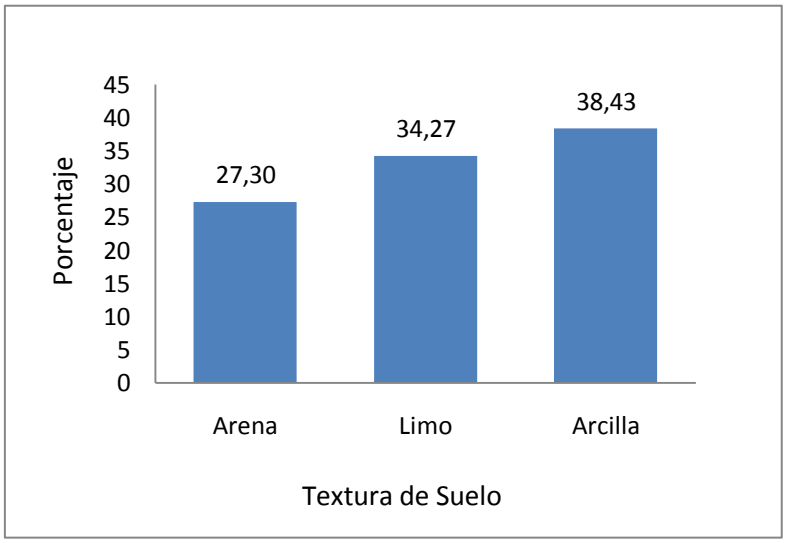


Figura 4.4. Porcentaje de textura promedio de la toda la Cuenca del rio Valdivia – California

Entre las variables de textura del suelo se encontró mayor proporción la arcilla promedio con 38.43 %, limo promedio con 34.27 y arena promedio 27.30 %, dando un textura Franco-Arcilloso, esta clase de textura predomina en la mayoría de sectores donde se extrajo muestras de suelo.

4.1.2 Tipos de Perfiles

La parte alta de la cuenca del río Valdivia-California presenta características de un suelo de tipo INCEPTISOL del gran Ustropept. Según la USDA esto se presenta debido al relieve escarpado del terreno, los colores van desde pardo oscuro, pardo amarillento oscuro, un pardo fuerte en el subsuelo. Los

suelos presentan drenaje excesivo, la permeabilidad es moderada y la pedregosidad es abundante.

La cuenca media rio Valdivia-California presenta características de un suelo de tipo Inceptisol del gran grupo de los Ustropept. Según la USDA esto se presenta debido al relieve escarpado del terreno, los colores van desde pardo oscuro, pardo amarillento oscuro, un pardo fuerte en el subsuelo. Los suelos presentan drenaje excesivo, la permeabilidad es moderada y la pedregosidad es abundante

La cuenca baja del río Valdivia-California presenta características de un suelo de tipo INCEPTISOL del gran grupo de los Eutropept. Según la USDA esto se presenta en relieve ondulado y plano del terreno, los colores van desde gris muy oscuro, pardo amarillento oscuro, pardo oscuro y pardo. Los suelos presentan buen drenaje y buena permeabilidad.

4.1.3 Materia Orgánica

El sector Bosque no perturbado existe bajo contenido de M.O. debido a las pendientes y irregularidad del terreno.

El tenor de Materia Orgánica (MO) en la Ponga oscila en el rango medio para un tipo de clima cálido donde se encuentra este sector y también debido poca cobertura muerta sobre el suelo (Anexo B).

La Materia Orgánica (MO) en la Huaca es de rango medio 3.5 % M.O., donde hay bosque y es de rango bajo 1.6 % M.O., donde se han realizado cultivos (Anexo C).

En la Ponga 1 hay 2.0% M.O. a profundidad X y de 3.4 % M.O. a profundidad 30 cm a 40 cm, debido a la cobertura vegetal existente.

4.1.4 Capacidad de Intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, merced a su contenido en arcillas y materia orgánica. Las arcillas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores. A mayor contenido de materia orgánica en un suelo aumenta su CIC.

Los cationes de mayor importancia con relación al crecimiento de las plantas son el calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), amonio (NH_4^+), sodio (Na) e hidrógeno (H). Los primeros cuatro son nutrientes y se encuentran involucrados directamente con el crecimiento de las plantas. El sodio y el hidrógeno tienen un pronunciado efecto en la disponibilidad de los nutrientes y la humedad. En los suelos ácidos, una gran parte de los cationes son hidrogeno y aluminio en diversas formas.

También contribuyen a la CIC las clases, cantidades y combinaciones de los minerales arcillosos y las cantidades de materia orgánica y su estado de descomposición. Los cationes no son retenidos con las mismas energías de enlace. Los sitios de intercambio de la materia orgánica, solo enlazan en forma débil a los cationes. Las arcillas con gran capacidad de intercambio tienden a enlazar los cationes bivalentes como el Ca^{++} y el Mg^{++}, con más energía que el K^+. Esta característica puede afectar la disponibilidad de los nutrientes. Los suelos con arcillas caolinìticas tienen una menor energía de enlace y, por lo tanto, para un nivel analítico determinado o un porcentaje de saturación de un elemento se mostrara una disponibilidad relativa mayor.

Si la CIC está neutralizada principalmente por calcio, magnesio, potasio y sodio, se dice que está saturada de bases. Sin embargo, si los cultivos o el lixiviado han removido la mayor parte de los cationes básicos, el suelo está bajo saturación de bases o alto en saturación ácida. Las cantidades totales de cationes ácidos relativas a la CIC son una medida de la saturación ácida. Ésta también es una medida de las necesidades de encalado de un suelo (aplicar cal).

4.2. Propiedades químicas evaluadas

4.2.1 Conductividad eléctrica

La Cuenca Alta tiene niveles normales de C.E. promedio de 0.41 mmhos, en cierto grado se debe Na promedio tiene valor de 1.25 meq/100gr se encuentra en parámetros normales, los suelos no presenta salinidad.

La Cuenca Media tiene niveles normales de CE promedio de 0.91 mmhos, el Na promedio tiene valor de 1.05 meq/100gr se encuentra en parámetros normales, los suelos no presenta salinidad.

La Cuenca Baja tiene niveles normales de CE promedio de 1.78 mmhos, el Na promedio tiene valor de 1.60 meq/100gr se encuentra en parámetros normales, los suelos no presenta salinidad

En general toda la Cuenca del rio Valdivia – Caifornia presenta niveles normales de CE promedio de 0.98 mmhos, en cierto grado se debe Na promedio tiene valor de 1.26 meq/100gr se encuentra en parámetros normales, los suelos no presenta salinidad.

4.2.2 Disponibilidad de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K)

En la Cuenca Alta el porcentaje del coeficiente de variación tanto en K y P son altos, se debe a la irregularidad del terreno de donde se extrajo la muestra, pero no son variables determinantes al clasificar el tipo de suelo en el sector o indique que los suelos no son semejantes, las demás características del suelo presentan porcentajes de coeficiente de variación normales. (Anexo I)

En la Cuenca Media los macronutrientes como el N promedio y K promedio dieron valores de 0.32 %, y 1.68 meq/100gr

respectivamente, estos nutrientes se encuentran en rangos medio de contenido en el suelo. Además el contenido de P promedio es 23.39 ppm, los suelos de la cuenca media contiene parámetros altos es de P. (Anexo J)

En la Cuenca Baja los macronutrientes como el N promedio y P promedio dieron valores de 0.11 %, y 9.94 ppm respectivamente, estos nutrientes se encuentran en rangos bajos de contenido en el suelo. Además el contenido de K promedio es 3.81 meq/100gr, los suelos de la cuenca contiene parámetros altos de K. (Anexo K)

La cuenca del rio Valdivia – California presenta macronutrientes como el N promedio y P promedio dieron valores de 0.17 % y 12.52 ppm respectivamente, estos nutrientes se encuentran en rangos medio de contenido en el suelo. Además el contenido de K promedio es 2.27 meq/100gr, los suelos de la cuenca contiene alto contenido de K. (Anexo L)

4.2.3 Tipo de pH

En la Cuenca Alta los suelos presenta un pH promedio de 6.66, son suelos de Ph neutros.

En la Cuenca Media los suelos presenta un pH promedio de 7.08, son suelos de Ph neutros.

En la Cuenca Baja los suelos presenta un pH promedio de 7.99, son suelos ligeramente alcalinos

Los suelos de la cuenca del rio Valdivia-California presenta un pH promedio de 7.18, son suelos ligeramente alcalinos

Comparado los suelos por sectores de la cuenca con el software Management Zone Analyst (MZA), determino agrupar en dos o tres zona para realizar el análisis de comparación de los suelos de la cuenca del río Valdivia – California. Se decidió agrupar los siete sectores en dos zonas (MZ2) para la comparación de los suelos presentes en la cuenca del río Valdivia-California, porque el *Coeficiente de Normalización de la entropía de clasificación y el Índice de rendimiento de borrosidad son igual a 0, son agrupados en dos o tres zonas. Si se aumenta a cuatro o cinco el número de grupos de los suelos, los coeficientes comienzan a incrementar y los grupos van a ser menos homogéneos, mínimos cambios en las variables indicaran suelos no similares a pesar de ser suelos con las características similares y el error al agruparlos aumentara. Observar la Figura 4.5.

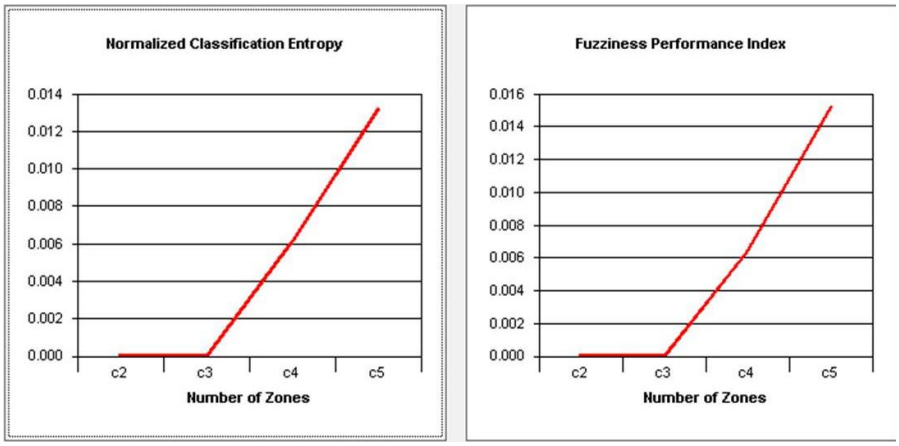


Figura 4.5. Coeficiente de Normalización de la entropía de clasificación y el índice de rendimiento de borrosidad para comparación de suelos.

El MZA determino que los suelos de la cuenca alta (bosque 1 hasta bosque 5) son similares a los suelos de la cuenca intermedia (Ponga, Huaca y Bramona), estos están en el grupo 1 de la columna MZ2 (Tabla 4), los suelos de la Cuenca Alta y Media presenta características de un suelo de tipo INCEPTISOL del gran grupo de los Ustropept.

Los suelos de las cuatro zonas en la cuenca Baja son similares entre sí, pero tienen diferencias significativas con los suelos de la Cuenca Alta y Media. Los suelos de Cuenca Baja está en el grupo 2 de la columna MZ (Tabla 4), Estos presenta características de un suelo de tipo INCEPTISOL del gran grupo de los Eutrop.

TABLA 4

COMPARACIÓN DE LOS SUELOS ENTRE LOS SECTORES DE LA CUENCA RÍO VALDIVIA-CALIFORNIA

Sectores	Profundidad	MZA 2	MZA 3	MZA 4	MZA 5
bosque 1	0	1	3	3	2
bosque 1	30	1	3	3	2
bosque 2	0	1	3	3	2
bosque 2	30	1	3	3	2
bosque 3	0	1	3	3	2
bosque 3	30	1	3	3	2
bosque 4	0	1	3	1	3
bosque 4	30	1	3	1	3
bosque 5	0	1	3	3	2
bosque 5	30	1	3	3	2
Sector Ponga 1	0	1	3	3	2
Sector Ponga 1	30	1	3	3	2
Sector Ponga 2	0	1	3	3	2
Sector Ponga 2	30	1	3	3	2
La Huaca 1	0	1	3	3	2
La Huaca 1	30	1	3	3	2
La Huaca 2	0	1	3	3	2
La Huaca 2	30	1	3	1	3
La Bramona 1	0	1	3	3	2
La Bramona 1	30	1	3	3	2
La Bramona 2	0	1	3	4	2
La Bramona 2	30	1	3	4	2
Cuenca baja 1	0	2	2	2	5
Cuenca baja 1	30	2	1	2	1
Cuenca baja 2	0	2	2	2	5
Cuenca baja 2	30	2	2	2	5
Cuenca baja 3	0	2	1	2	4
Cuenca baja 3	30	2	2	2	5
Cuenca baja 4	0	2	2	2	5
Cuenca baja 4	30	2	2	2	5

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La Cuenca Hidrográfica del rio Valdivia – California presenta suelos de tipo INCEPTISOL en todos los sectores donde se realizaron los muestreos.

La parte alta y media de la cuenca tienen características físico química de suelos similares, por presentar relieve escarpado, drenaje excesivo, deleznabilidad litológica, erosionabilidad de los suelos y el escurrimiento superficial característico de un suelo INCEPTISOL de orden USTROPEPT.

La parte baja de cuenca tienen características físico química de suelo diferentes con la cuenca alta y media por presentar relieve ondulado y plano del terreno, pero con similitud en la texturas, el tipo de suelo es igual INCEPTISOL pero el orden de la cuenca baja es EUTROPEPT.

En la cuenca alta la cantidad de nutrientes es baja de igual manera que la MO por la erosión natural y normal de suelo en montañas con pendientes pronunciadas.

La cuenca media presenta fertilidad normal del suelo en sectores donde no hay actividad agrícola o su cubierta vegetal ha sido poco intervenida, donde hay cultivos, zonas de pastoreo o tala de árboles el contenido nutrientes en especial de N, P, K, son bajos hay mayor erosión en estos sectores.

La cuenca baja tiene fertilidad moderada de sus suelos por la acumulación de nutrientes debido la erosión de la parte alta, esto solo ocurre la Zona 2 de la Cuenca Baja, donde no hay intensa actividad agrícola lo que degrada en menor magnitud al suelo por la erosión eólica.

La Zona 1, Zona 3 y Zona 4 de la cuenca Baja tiene pobres cantidades N y P, por las prácticas tradicionales de agricultura, la intensa actividad agrícola y ganadera del sector hay un inadecuado manejo del recurso suelo.

La cuenca baja tiene problemas de poca aireación del suelo debido a la compactación del terreno por el uso de maquinaria en una zona con capa arable menores a un metro, provocando un incremento de Cu^{+} y Zn^{2+} en este sector.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar reforestación en la cuenca intermedia para evitar la degradación de los suelos, que está provocando la erosión por la falta de cobertura vegetal, se puede evitar cubriendo el suelo con una densa capa vegetal de raíces profundas para acelerar la formación de MO en el suelo.

Utilización de labranza cero para no compactar mas las capas de suelo y así reducir la toxicidad en los cultivos de limón, que se observa en las hojas de color bronceado lo que reduce el crecimiento del árbol y la producción.

Colocar cortinas rompe vientos con especies arboleas endémicas de la zona, en diversos sectores de la cuenca para evitar la erosión.

Debido a la presencia excesiva de Cu, se debe realizar un encalado para inactivar el exceso de Cu, así se evitara la deficiencia de Fe en la planta.

La cuenca baja es apta para los cultivos de ciclo corto, frutales, cítricos, hortalizas y asociaciones de cultivos con árboles debido a las condiciones del suelo

Bibliografía

1. Antonio Flores, Salinidad un nuevo concepto, universidad de Colima, Colima, Mexico, 1996

2. Bommathanahalli Ramakrishna, Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas Conceptos y Experiencias, IICA, San José, Costa Rica, Mayo 1997.

3. Carlos Escobar, Mecánica de suelos y cimentaciones, Limusa 3 edición, México 2004.

4. Crespo Villalaz, Mecánica de suelos y cimentaciones, Limusa 5 edición, México 2004.

5. Eulalio Juárez Badillo, Mecánica de suelos, Volumen 1, Limusa, México 2005

6. FAO, Los fertilizantes y su uso, cuarta edición , Roma, Italia, 2002.

7. Fassbender y Greenland, Bases edafológicas de los sistemas de producción agroforestales, Catie, Costa Rica, 1984.

8. Franco Muñoz, Manejo de cuencas hidrográficas tropicales, Gustavo Serrano, Loja, Ecuador, Septiembre 2007.

9. Fundación Moisés Berton, "Manual básico de cuencas hidrográficas", Asunción, Paraguay 2003.

10. Ginés Navarro, Química agrícola, Mundi-Prensa, segunda edición, Madrid, España, 2003.

11. Gonzalo de las Salas, Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América tropical, IICA primera edición, San Jose, Costa Rica 1987.

12. J Raeburn, Agricultura: bases, principios y desarrollo, Reverte, Barcelona, España, 1997.

13. Jorge Núñez Solís. Fundamentos de Edafología, Universidad estatal a distancia San José, Costa Rica, 2000.

14. Luis Hidalgo,José Hidalgo, Ingeniería y mecanización vitícola, Mundi_Prensa, España, 2001.

15. Mariano Seoánez Calvo, Tratado de reciclado y recuperación de productos, Mundi-Prensa, Barcelona, España, 2000.

16. Mario Blasco, Curso de microbiologia de Suelos, Instituto interamericano de ciencias agrícolas, Turrialba, Costa Rica, 1970.

17. Norman Hudson, Conservación del suelo, Reverte S.A., España, Junio 2006.

18. Ray F. Evert,Susan E. Eichhorn, Biología de las plantas, Reverte S.A., Barcelona, España, 1992.

19. Seoánez Calvo, Tratado de reciclado y recuperacion de productos, Mundi-Prensa, España 2000.

20. SHENG, T. C., Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Guía FAO Conservación, Roma, Italia. 1992.

21. Thompson,Frederick R. Troeh, Los suelos y su fertilidad, Reverte, cuarta edición, McGraw-Hill, New York, USA, Junio 2002

22. Wightman K.E., ¡Plantemos madera!: manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana, ICRAF, Lima, Perú 2006

23. Wild,E.J. Russell, Alan Wild, Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas, Longman group Uk, España, 1998.

24. Articulo "Aguas salvajes y torrentes" Accesible en world wide web at http://www.kalipedia.com/popup/popupWindow.html, revisado en Junio del 2010.

25. Articulo "Análisis de Amenazas, Oportunidades y Limitaciones para la Conservación" Accesible en world wide web at http://www.ambiente. gob.ec/ userfiles/3797/file/An%C3%A1lisis%20de%20Amenazas, %20Oportunidades 20y%20limitaciones%20para%20la%20Conservaci%C3%B3n.pdf, revisado Junio del 2010

26. Articulo "Factores que influyen en el contenido de materia orgánica" Accesible en world wide web at http://af2.wikispaces.com/file/view/mater ia+org+C+N.doc revisado Agosto del 2010

27. Articulo “Management Zone Analyst (MZA).” Accesible en world wide web at http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/36221500 /briefs/Brief-MZA.pdf revisado Agosto del 2010

28. Articulo “Manejo de recursos naturales y planeación ambiental” Accesible en world wide web at http://elearning.semarnat.gob.mx/cte/MATERIALESAPOYO/manejo%20de%20recursos%20naturales%20y%20planeaci%C3%B3n%20ambiental/BASICO/1.html, revisado Junio del 2010.

29. Articulo “metodología para la elaboración de planes maestros de cuencas” Accesible en world wide web at http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/ metodologia_planes_maestros/metodologia_planes_maestros1.pdf, revisado en Junio del 2010

30. Articulo “Perfiles de suelos”, Juan José Ibáñez Accesible en world wide web at http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/10/02/102439 revisado en Junio del 2010

31. Articulo “Practicas de edafologicas” Accesible en world wide web at http://pdf. rincondelvago.com/muestreo-de-suelo.html, revisado Junio del 2010.

32. Articulo "¿Qué es una cuenca hidrográfica?" Accesible en world wide web at http://www.marc.org/Environment/water/Espanol/watershed_espanol.htm, revisado en Junio del 2010

33. Articulo "Sub Cuenca del Río Grande de Carazo" Accesible en world wide web at http://www.adeca.org.ni/museo_eco/indexhidrologia. htm, revisado en Junio del 2010

34. Articulo "Suelo" Accesible en world wide web at http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/suelos.html, revisado Junio del 2010.

35. Articulo "Textura de suelo" Accesible en world wide web at http://en. wikipedia . org/ wiki/ Soil_texture, revisado en Junio del 2010.

ANEXOS

Anexo A

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR LA BRAMONA

Prmt.	Unid.	#lab. 2010105	# 5	2010106	6	2010107	7	2010108	8
Arena	%	40		41		25		30	
Limo		33		33		29		30	
Arcilla		27		26		46		40	
Clase	------	FA/F		F		A		A/FA	
DA	gr/cm3	1,05		1,05		1,36		1,37	
pH	u.	7,1	lalc	6,9	lac	7,1	lalc	6,9	lac
CE 1:1	mmhos	1,05	N	0,68	N	0,88	N	0,71	N
MO	%	2,2	b	1,4	b	2,5	M	2,3	b
N		0,13	b	0,09	b	0,15	M	0,14	b
CIC	meq /	48,2	a	51,3	a	40,4	A	40,1	a
Na	100 gr	0,68	N	1,07	ant	0,61	N	0,67	N
K int.		0,98	b	1,02	b	0,98	B	0,78	b
Ca		30,5	m	32,3	m	23,5	M	24,1	m
Mg		14,3	a	15,0	a	8,4	A	8,7	a
P	ppm	18,3	m	18,4	m	68,9	A	73,0	a
Fe		66,7	a	66,7	a	66,2	A	9,5	b
Mn		30,5	a	23,8	a	16,9	a	16,8	a
Zn		5,5	m	2,9	b	1,8	b	3,4	b
Cu		11,9	a	8,7	a	7,0	a	9,5	a
	Unidad	1		1		2		2	
	Sitio	La Bramona		La Bramona		La Bramona		La Bramona	
	Profundidad	0-30		30-40		0-30		30-40	

Anexo B

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR LA HUACA

Prmt.	Unid.	#lab. 2010101	# 1	2010102	2	2010103	3	2010104	4
Arena	%	12		10		12		12	
Limo		36		29		28		31	
Arcilla		52		61		60		57	
Clase	------	A		A		A		A	
DA	gr/cm3	1,25		1,31		1,36		1,37	
pH	u.	6,9	lac	6,9	lac	7,0	n	7,0	n
CE 1:1	mmhos	0,66	N	0,63	N	0,65	N	0,58	N
MO	%	3,5	m	2,3	b	1,6	b	1,8	b
N		0,21	m	0,14	b	0,10	b	0,11	b
CIC	meq /	46,6	a	47,0	a	46,9	a	49,0	a
Na	100 gr	0,78	N	0,80	ant	0,80	N	0,60	N
K int.		1,02	b	0,78	b	1,32	m	1,21	m
Ca		26,9	m	27,6	m	28,4	m	30,2	m
Mg		14,0	a	13,7	a	13,7	a	14,1	a
P	ppm	10,2	m	7,9	b	6,4	b	10,1	m
Fe		40,0	m	61,1	a	44,1	a	116,8	a
Mn		8,8	m	8,5	m	8,5	m	19,7	a
Zn		2,1	b	1,9	b	1,6	b	2,0	b
Cu		7,3	a	8,0	a	5,1	a	5,8	a
	Unidad	1		1		2		2	
	Sitio	La Huaca Bosque		La Huaca Bosque		La Huaca Cultivo		La Huaca Cultivo	
	Profundidad	0-30 (X)		30-40 (Z)		0-30		30-40	

Anexo C

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR LA PONGA

Prmt.	Unid.	2010145 13	2010146 14	2010147 15	2010148 16
Arena	%	30	37	35	35
Limo		42	37	32	23
Arcilla		28	26	33	42
Clase	------	FA	F	FA	A
Grava	%	58,6	66,3	1,1	15,7
DA	gr/cm3	1,30	1,35	1,30	1,35
Ph	u.	7,1 lalc	7,4 lalc	7,3 lalc	7,4 lalc
CE 1:1	Mmhos	2,40 LS	0,88 N	1,18 N	0,63 N
MO	%	2,0 a	3,4 m	4,5 m	2,2 b
N		1,82 a	0,32 m	0,45 m	0,13 b
CIC	meq / 100 gr	39,5 a	34,5 a	35,8 a	38,7 a
Na		0,67 N	0,64 N	2,34 N	2,89 N
K int.		3,15 a	3,03 a	3,05 a	2,84 a
Ca		24,5 m	23,5 m	18,7 m	15,1 b
Mg		8,0 m	2,9 m	7,5 m	5,7 m
P	ppm	18,6 m	6,4 b	26,9 a	15,6 m
Fe		23,1 m	13,3 b	21,5 m	14,1 b
Mn		26,2 a	9,3 m	14,6 m	6,1 m
Zn		6,3 m	2,4 b	5,4 m	2,4 b
Cu		3,6 m	3,0 m	3,8 m	3,9 m
	Parcela	Sector Ponga	Sector Ponga	Sector Ponga	Sector Ponga
	Unidad	1	1	2	2
	Profundidad	0-30	30-40	0-30	30-40

Anexo D

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR BOSQUE PRIMARIO

Prmt.	Unid.	#lab.	#	2010134	2010135	2010136	2010137	2010138	2010141	2010142	2010143	2010144
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arena	%	22		27	31	35	34	39	25	21	22	29
Limo		47		36	38	33	35	29	40	32	50	43
Arcilla		31		37	31	32	31	32	35	47	28	28
Clase	------	FA		FA	FA	FA	FA	FA	FA	A	FA	FA
Grava	%			28,4	23,8	33,2	63,2	28,0	5,1	5,6	14,1	45
DA	gr/cm3	1,20		1,10	1,20	1,23	1,15	1,20	1,20	1,20	1,15	1,15
pH	u.	6,8	lac	6,8 lac	7,0 n	6,8 lac	6,9 lac	6,9 lac	6,4 lac	6,0 lac	6,5 lac	6,5 lac
CE 1:1	mmhos	0,75	N	0,24 N	0,74 N	0,28 N	0,47 N	0,22 N	0,3 N	0,15 N	0,68 N	0,3 N
MO	%	1,5	b	0,7 b	1,1 b	0,8 b	1,0 b	0,6 b	1,1 b	0,8 b	1,4 b	0,7 b
N		0,09	b	0,04 b	0,06 b	0,05 b	0,06 b	0,03 b	0,07 b	0,05 b	0,09 b	0,04 b
CIC	meq /	40,4	a	51,8 a	40,4 a	42,5 a	49,6 a	45,9 a	37,2 a	38,8 a	43,0 a	47,9 a
Na	100 gr	0,96	ant	0,95 ant	1,27 N	1,23 N	1,32 N	1,45 N	0,81 N	1,09 N	1,32 ant	2,08 ant
K int.		0,32	b	0,23 b	4,05 a	4,27 a	1,67 m	1,60 m	3,20 a	1,07 m	0,89 b	0,33 b
Ca		19,6	m	24,4 m	22,5 m	23,5 m	32,9 m	32,2 a	14,2 b	14,2 b	17,7 m	19,7 m
Mg		7,4	m	10,4 m	7,2 m	6,9 m	9,2 m	7,4 m	5,2 m	5,0 m	6,7 a	8,7 a
P	ppm	1,0	b	0,3 b	1,5 b	3,4 b	2,3 b	2,6 b	0,8 b	0,5 b	1,8 b	1,3 b
Fe		66,7	a	54,5 a	58,3 a	56,9 a	52,2 a	41,7 a	91,7 a	100,0 a	60,9 a	34,8 m
Mn		40,0	a	20,9 a	50,8 a	25,2 a	24,3 a	5,7 b	33,3 a	16,7 a	26,1 a	12,2 m
Zn		1,9	b	1,1 b	1,3 b	1,3 b	1,5 b	1,1 b	2,4 b	1,2 b	1,6 b	1,3 b
Cu		5,4	a	5,2 a	5,0 a	4,6 a	8,3 a	6,8 a	6,9 a	7,3 a	6,3 a	7,2 a
	Parcela	1		1	2	2	3	3	4	4	5	5
	Profundidad	0-30		30-40	0-30	30-40	0-30	30-40	0-30	30-40	0-30	30-40

Anexo E

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR CUENCA BAJA ZONA 1

Prmt.	Unid.	#lab. 2010183	# 1	2010184	2
Arena	%	29		45	
Limo		34		10	
Arcilla		37		45	
Clase	------	FA		A/AAr	
DA	gr/cm3	1,28		1,22	
pH	u.	8,1	alc	8,1	Alc
CE 1:1	mmhos	0,90	N	1,38	N
MO	%	1,2	b	0,9	B
N		0,07	b	0,06	B
CIC	meq / 100 gr	36,7	a	40,7	a
Na		1,85	N	2,29	N
K int.		2,50	a	2,73	A
Ca		35,8	a	41,8	A
Mg		5,6	m	8,0	M
P	ppm	4,4	b	3,4	B
Fe		85,9	a	188,5	A
Mn		21,1	a	26,2	A
Zn		117,2	a	114,8	A
Cu		273,4	a	418,0	A
	Muestra	1		1	
	Profundidad	0-30		30-40	

Anexo F

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR CUENCA BAJA ZONA 2

Prmt.	Unid.	2010185 3	2010186 4
Arena	%	17	24
Limo		43	40
Arcilla		40	36
Clase	------	AL/FAL	FA
DA	gr/cm3	1,20	1,30
pH	u.	7,9 lalc	8,0 alc
CE 1:1	mmhos	1,33 N	1,18 N
MO	%	2,6 m	1,5 b
N		0,16 m	0,09 b
CIC	meq / 100 gr	39,2 a	40,3 a
Na		0,85 N	0,78 N
K int.		7,47 a	5,91 a
Ca		49,4 a	43,8 a
Mg		4,2 m	6,3 m
P	ppm	20,0 m	11,4 m
Fe		83,3 a	100,0 a
Mn		62,5 a	42,3 a
Zn		183,3 a	138,5 a
Cu		266,7 a	238,5 a
	Muestra	2	2
	Profundidad	0-30	30-40

Anexo G

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR CUENCA BAJA ZONA 3

Prmt.	Unid.	2010187	5	2010188	6
Arena	%	11		15	
Limo		39		32	
Arcilla		50		53	
Clase	------	A		A	
DA	gr/cm3	1,35		1,32	
pH	u.	8,1	alc	7,9	lalc
CE 1:1	mmhos	1,95	N	3,90	LS
MO	%	2,1	b	1,5	b
N		0,13	b	0,09	b
CIC	meq /	42,1	a	37,6	a
Na	100 gr	2,03	N	2,43	N
K int.		3,13	a	3,39	a
Ca		42,1	a	42,5	a
Mg		6,0	m	6,8	m
P	ppm	8,1	b	7,5	b
Fe		163,0	a	143,9	a
Mn		51,9	a	40,2	a
Zn		170,4	a	136,4	a
Cu		355,6	a	272,7	a
	Muestra	3		3	
	Profundidad	0-30		30-40	

Anexo H

CARACTERISICAS FISICO QUIMICAS SECTOR CUENCA BAJA ZONA 4

Prmt.	Unid.	2010189 7		2010190 8	
Arena	%	40		34	
Limo		33		31	
Arcilla		27		35	
Clase	------	FAL/F		FA	
DA	gr/cm3	1,34		1,26	
pH	u.	7,9	lalc	7,9	lalc
CE 1:1	mmhos	1,68	N	1,93	N
MO	%	2,3	b	1,8	b
N		0,14	b	0,11	b
CIC	meq / 100 gr	31,1	a	35,2	a
Na		1,17	N	1,43	N
K int.		2,77	a	2,54	a
Ca		37,6	a	41,3	a
Mg		2,4	b	9,0	a
P	ppm	14,3	m	10,3	m
Fe		104,5	a	103,2	a
Mn		50,7	a	35,7	a
Zn		126,9	a	127,0	a
Cu		186,6	a	254,0	a
	Muestra	4		4	
	Profundidad	0-30		30-40	

ANEXO I

ESTADISTICA DESCIPTIVA DE LAS VARIABLES DE LAS CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA ALTA DEL RIO VALDIVIA-CALIFORNIA

Estadistica Descriptiva

Numero de Observaciones	10
Numero de Variables	18

Media

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
28,50	38,30	33,20	1,18	6,66	0,41	0,97	0,06	43,75	1,25	1,76	22,09	7,41	1,55	61,77	25,52	1,47	6,30

Deviacion Standard

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
6,19	6,73	5,57	0,04	0,31	0,23	0,31	0,02	4,86	0,35	1,54	6,52	1,68	0,99	20,26	13,25	0,41	1,20

Coeficiente de Variacion (%)

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
21,71	17,58	16,79	3,30	4,60	55,41	31,51	35,24	11,12	28,43	87,35	29,50	22,63	63,60	32,79	51,93	27,78	19,09

Valores Minimos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
21,00	29,00	28,00	1,10	6,00	0,15	0,60	0,03	37,20	0,81	0,23	14,20	5,00	0,30	34,80	5,70	1,10	4,60

Valores Maximos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
39,00	50,00	47,00	1,23	7,00	0,75	1,50	0,09	51,80	2,08	4,27	32,90	10,40	3,40	100,00	50,80	2,40	8,30

ANEXO J

ESTADISTICA DESCIPTIVA DE LAS VARIABLES DE LAS CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA MEDIA DEL RIO VALDIVIA-CALIFORNIA

Estadistica Descriptiva

Numero de Observaciones	12
Numero de Variables	18

Media

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
26,58	31,92	41,50	1,29	7,08	0,91	3,98	0,32	43,18	1,05	1,68	25,44	10,49	23,39	45,25	15,80	3,15	6,47

Deviacion Standard

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
11,97	4,89	13,62	0,12	0,19	0,50	5,12	0,49	5,61	0,75	1,00	4,98	4,08	23,06	31,73	7,98	1,65	2,75

Coeficiente de Variacion (%)

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
45,04	15,32	32,82	8,99	2,68	55,42	128,57	153,64	12,99	72,00	59,60	19,60	38,87	98,61	70,13	50,47	52,31	42,44

Valores Minimos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
10,00	23,00	26,00	1,05	6,90	0,58	1,43	0,09	34,50	0,60	0,78	15,10	2,90	6,38	9,49	6,10	1,62	3,00

Valores Maximos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
41,00	42,00	61,00	1,37	7,40	2,40	20,00	1,82	51,33	2,89	3,15	32,30	14,96	73,03	116,79	30,48	6,30	11,90

ANEXO K

ESTADISTICA DESCIPTIVA DE LAS VARIABLES DE LAS CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA BAJA DEL RIO VALDIVIA-CALIFORNIA

Estadistica Descriptiva

Numero de Observaciones	8
Numero de Variables	18

Media

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
26,88	32,75	40,38	1,28	7,99	1,78	1,73	0,11	37,86	1,60	3,81	41,78	6,04	9,94	121,54	41,32	139,29	283,18

Deviacion Standard

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
12,28	10,14	8,55	0,05	0,10	0,93	0,58	0,04	3,53	0,64	1,85	4,08	2,07	5,42	38,77	13,73	24,82	71,80

Coeficiente de Variacion (%)

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
45,68	30,96	21,18	4,24	1,24	52,20	33,56	32,97	9,32	39,86	48,68	9,77	34,27	54,51	31,90	33,22	17,82	25,36

Valores Minimos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
11,00	10,00	27,00	1,20	7,90	0,90	0,92	0,06	31,11	0,78	2,50	35,80	2,43	3,43	83,33	21,09	114,75	186,57

Valores Maximos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
45,00	43,00	53,00	1,35	8,10	3,90	2,63	0,16	42,05	2,43	7,47	49,43	9,03	20,00	188,52	62,50	183,33	418,03

ANEXO L

ESTADÍSTICA DESCIPTIVA DE LAS VARIABLES DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN TODA LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA-CALIFORNIA

Estadistica Descriptiva

Numero de Observaciones	30
Numero de Variables	18

Media

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
27,30	34,27	38,43	1,25	7,18	0,98	2,38	0,17	41,95	1,26	2,27	28,68	8,28	12,52	71,10	25,85	38,89	80,20

Deviacion Standard

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
10,17	7,52	10,59	0,09	0,57	0,78	3,45	0,32	5,35	0,64	1,68	9,66	3,45	17,36	43,37	15,23	62,78	129,41

Coeficiente de Variacion (%)

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
37,25	21,93	27,54	7,54	7,90	80,00	145,19	185,31	12,76	50,39	73,93	33,68	41,67	138,62	60,99	58,93	161,42	161,35

Valores Minimos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
10,00	10,00	26,00	1,05	6,00	0,15	0,60	0,03	31,11	0,60	0,23	14,20	2,43	0,30	9,49	5,70	1,10	3,00

Valores Maximos

Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
45,00	50,00	61,00	1,37	8,10	3,90	20,00	1,82	51,80	2,89	7,47	49,43	14,96	73,03	188,52	62,50	183,33	418,03

ANEXO M

CORRELACIÓN VARIABLES DE LOS ANÁLISIS DE SUELO

Matrix de Correlaccion

	Arena	Limo	Arcilla	DA	pH	CE 1:1	MO	N	CIC	Na	K int.	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu
Arena	1,00	-0,31	-0,74	-0,34	0,10	-0,10	0,02	0,05	-0,18	0,22	0,03	-0,05	-0,21	0,06	-0,17	-0,07	-0,11	-0,02
Limo	-0,31	1,00	-0,41	-0,26	-0,27	-0,02	0,19	0,19	0,00	-0,32	0,10	-0,17	-0,21	-0,19	-0,25	0,37	-0,03	-0,23
Arcilla	-0,74	-0,41	1,00	0,51	0,09	0,12	-0,15	-0,18	0,17	0,01	-0,10	0,17	0,35	0,07	0,33	-0,20	0,13	0,18
DA	-0,34	-0,26	0,51	1,00	0,39	0,33	0,21	0,20	-0,50	0,06	0,20	0,09	-0,25	0,37	0,03	-0,10	0,22	0,19
pH	0,10	-0,27	0,09	0,39	1,00	0,65	0,04	0,03	-0,44	0,36	0,57	0,80	-0,29	0,07	0,49	0,46	0,85	0,85
CE 1:1	-0,10	-0,02	0,12	0,33	0,65	1,00	0,39	0,37	-0,44	0,29	0,37	0,56	-0,20	0,09	0,44	0,48	0,63	0,60
MO	0,02	0,19	-0,15	0,21	0,04	0,39	1,00	1,00	-0,17	-0,19	0,13	-0,08	-0,01	0,18	-0,28	-0,02	-0,09	-0,13
N	0,05	0,19	-0,18	0,20	0,03	0,37	1,00	1,00	-0,18	-0,16	0,13	-0,11	-0,04	0,15	-0,29	-0,04	-0,10	-0,14
CIC	-0,18	0,00	0,17	-0,50	-0,44	-0,44	-0,17	-0,18	1,00	-0,22	-0,50	-0,06	0,79	-0,15	-0,14	-0,34	-0,44	-0,38
Na	0,22	-0,32	0,01	0,06	0,36	0,29	-0,19	-0,16	-0,22	1,00	0,12	0,08	-0,29	-0,23	0,23	-0,02	0,29	0,40
K int.	0,03	0,10	-0,10	0,20	0,57	0,37	0,13	0,13	-0,50	0,12	1,00	0,48	-0,54	-0,08	0,23	0,60	0,62	0,50
Ca	-0,05	-0,17	0,17	0,09	0,80	0,56	-0,08	-0,11	-0,06	0,08	0,48	1,00	-0,02	-0,03	0,60	0,53	0,85	0,81
Mg	-0,21	-0,21	0,35	-0,25	-0,29	-0,20	-0,01	-0,04	0,79	-0,29	-0,54	-0,02	1,00	0,08	-0,12	-0,38	-0,41	-0,34
P	0,06	-0,19	0,07	0,37	0,07	0,09	0,18	0,15	-0,15	-0,23	-0,08	-0,03	0,08	1,00	-0,26	-0,10	-0,06	-0,11
Fe	-0,17	-0,25	0,33	0,03	0,49	0,44	-0,28	-0,29	-0,14	0,23	0,23	0,60	-0,12	-0,26	1,00	0,54	0,69	0,79
Mn	-0,07	0,37	-0,20	-0,10	0,46	0,48	-0,02	-0,04	-0,34	-0,02	0,60	0,53	-0,38	-0,10	0,54	1,00	0,69	0,56
Zn	-0,11	-0,03	0,13	0,22	0,85	0,63	-0,09	-0,10	-0,44	0,29	0,62	0,85	-0,41	-0,06	0,69	0,69	1,00	0,94
Cu	-0,02	-0,23	0,18	0,19	0,85	0,60	-0,13	-0,14	-0,38	0,40	0,50	0,81	-0,34	-0,11	0,79	0,56	0,94	1,00