



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO  
DE RIESGOS NATURALES**

**GASTERÓPODOS COMO INDICADORES DE  
CALIDAD DEL SUELO EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA PINDO  
MIRADOR**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

**CLAUDIA RENATA MOSQUERA CAÑIZARES**

**DIRECTORA: BIOL. ANITA ARGÜELLO M.**

**Quito, febrero 2015**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015.

Reservados todos los derechos de reproducción

# DECLARACIÓN

Yo **CLAUDIA RENATA MOSQUERA CAÑIZARES**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Claudia Mosquera Cañizares

171672655-7

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Gasterópodos como indicadores de calidad del suelo en la Estación Biológica Pindo Mirador**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales** fue desarrollado por **Claudia Mosquera Cañizares**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

Biol. Anita Argüello

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

170586143-1

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanas, por su incondicional apoyo a lo largo de mi vida, en especial en este importante paso que me lleva hacia el gran futuro que siempre he anhelado.

A mi angelito que desde el cielo me ha estado cuidando y ayudando todos los días, y hoy más que nunca siento que me acompaña.

# AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la oportunidad de alcanzar este sueño.

A mis padres, quienes con su amor y apoyo me han impulsado a seguir adelante y lograr este objetivo.

A mis hermanas, gracias por vivir conmigo esta gran experiencia y por cada palabra que me impulsó a lograrlo.

A mis abuelitos porque su experiencia y sabios consejos han sido mi guía durante todo el camino.

A todos quienes integran mi hermosa familia porque de una u otra forma fueron el motor que me impulsó a alcanzar este objetivo.

A Anita, por su paciencia e ilimitada ayuda durante el desarrollo de la tesis.

A mis amigos de siempre, quienes forman parte de mi familia, por el apoyo y los momentos compartidos.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.2. OBJETIVOS .....	4
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.3. ALCANCE .....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. SUELO .....	6
2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO .....	8
2.1.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO .....	17
2.1.3. PROPIEDADES BIO-ORGÁNICAS DEL SUELO .....	21
2.2. FERTILIDAD .....	23
2.3. PRODUCTIVIDAD .....	25
2.4. CALIDAD DEL SUELO .....	26
2.5. SALUD DEL SUELO .....	28
2.6. INDICADORES DE CALIDAD .....	29
2.6.1. BIOINDICADORES .....	32
2.7. MARCO LEGAL .....	34
3. METODOLOGÍA .....	37
3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS .....	37
3.1.1. MAPEO .....	37
3.1.2. MUESTREO .....	38

3.1.3. ANÁLISIS DE MUESTRAS .....	39
3.2. COMPARACIÓN DEL SUELO .....	40
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT .....	42
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	43
4.1. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS ANALIZADOS .....	43
4.1.1. pH.....	43
4.1.2. MATERIA ORGÁNICA .....	44
4.1.3. NITRÓGENO .....	45
4.1.4. FÓSFORO .....	46
4.1.5. POTASIO .....	47
4.1.6. CALCIO.....	48
4.1.7. MAGNESIO.....	49
4.1.8. HIERRO .....	50
4.1.9. MANGANESO .....	51
4.1.10. COBRE .....	52
4.1.11. ZINC.....	53
4.1.12. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....	54
4.2. COMPARACIÓN DE SUELO .....	55
4.3. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT .....	58
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
5.1. CONCLUSIONES .....	62
5.2. RECOMENDACIONES .....	64
GLOSARIO .....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS.....	73



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Definición de los separados del suelo .....	9
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de las partículas del suelo .....	10
<b>Tabla 3.</b> Rango de variación de contenidos de arena, limo y arcilla en diferentes clases texturales de suelo .....	11
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de los poros del suelo según su tamaño .....	13
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de los suelos según el pH.....	18
<b>Tabla 6.</b> Clasificación de los suelos según su salinidad .....	19
<b>Tabla 7.</b> Resumen del marco legal aplicable .....	34
<b>Tabla 8.</b> Parámetros físico-químicos analizados .....	40
<b>Tabla 9.</b> Rangos de concentración de los parámetros físico-químicos medidos .....	41
<b>Tabla 10.</b> Clases de calidad del suelo .....	42
<b>Tabla 11.</b> Resultados de los parámetros físico químicos medidos .....	43
<b>Tabla 12.</b> Valores promedio de los parámetros físico-químicos medidos en el área de los cuadrantes donde existía la presencia del gasterópodo <i>Lissachatina fulica</i> .....	56
<b>Tabla 13.</b> Valores medidos de los parámetros físico-químicos para las muestras testigo donde no existía la presencia del gasterópodo .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Triángulo de clase textural .....	11
<b>Figura 2.</b> Tablas de color Munsell .....	16
<b>Figura 3.</b> Naturaleza y uso de los indicadores ambientales .....	31
<b>Figura 4.</b> Ubicación de los puntos de muestreo .....	38
<b>Figura 5.</b> Parámetro pH.....	44
<b>Figura 6.</b> Parámetro materia orgánica.....	45
<b>Figura 7.</b> Parámetro nitrógeno .....	46
<b>Figura 8.</b> Parámetro fósforo .....	47
<b>Figura 9.</b> Parámetro potasio.....	48
<b>Figura 10.</b> Parámetro calcio .....	49
<b>Figura 11.</b> Parámetro magnesio.....	50
<b>Figura 12.</b> Parámetro hierro .....	51
<b>Figura 13.</b> Parámetro manganeso.....	52
<b>Figura 14.</b> Parámetro cobre .....	53
<b>Figura 15.</b> Parámetro zinc .....	54
<b>Figura 16.</b> Parámetro conductividad eléctrica .....	55
<b>Figura 17.</b> <i>Lissachatina fulica</i> .....	59

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b>	
Área de estudio, zona con gasterópodo <i>Lissachatina fulica</i>	74
<b>ANEXO II</b>	
Zona de recolección de muestra testigo X	74
<b>ANEXO III</b>	
Zona de muestreo de muestra testigo Y	75
<b>ANEXO IV</b>	
Zona de recolección de muestra testigo Z	75
<b>ANEXO V</b>	
Delimitación de la zona de estudio, metodología sugerida por el INTA	76
<b>ANEXO VI</b>	
Materiales utilizados para la delimitación del área de estudio	76
<b>ANEXO VII</b>	
Recolección de las muestras de suelo	77
<b>ANEXO VIII</b>	
Ficha de campo utilizada para la observación de aspectos macroscópicos del lugar de estudio	78

## **ANEXO IX**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A1, hoja 1 79

## **ANEXO X**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A1, hoja 2 80

## **ANEXO XI**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A2, hoja 1 81

## **ANEXO XII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A2, hoja 2 82

## **ANEXO XIII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A3, hoja 1 83

## **ANEXO XIV**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A3, hoja 2 84

## **ANEXO XV**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B1, hoja 1	85
--	----

## **ANEXO XVI**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B1, hoja 2	86
--	----

## **ANEXO XVII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B2, hoja 1	87
--	----

## **ANEXO XVIII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B2, hoja 2	88
--	----

## **ANEXO XIX**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B3, hoja 1	89
--	----

## **ANEXO XX**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B3, hoja 2	90
--	----

## **ANEXO XXI**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C1, hoja 1	91
--	----

## **ANEXO XXII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C1, hoja 2	92
--	----

## **ANEXO XXIII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C2, hoja 1	93
--	----

## **ANEXO XXIV**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C2, hoja 2	94
--	----

## **ANEXO XXV**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C3, hoja 1	95
--	----

## **ANEXO XXVI**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C3, hoja 2	96
--	----

## **ANEXO XXVII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra X, hoja 1 97

## **ANEXO XXVIII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra X, hoja 2 98

## **ANEXO XXIX**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Y, hoja 1 99

## **ANEXO XXX**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Y, hoja 2 100

## **ANEXO XXXI**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Z, hoja 1 101

## **ANEXO XXXII**

Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Z, hoja 2 102

## **ANEXO XXXIII**

Guía de control del gasterópodo *Lissachatina fulica* 103

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la región Amazónica, en la provincia de Pastaza, cantón Mera, en la Estación Biológica Pindo Mirador ubicada en el kilómetro 14 vía Puyo - Baños, a 1153 metros sobre el nivel del mar. Con temperatura que oscila de 20 a 25°C, y un porcentaje de humedad promedio de 88% debido a las constantes lluvias que fluctúan entre los 4500 milímetros cúbicos. Posee clima cálido - húmedo, condiciones que permiten la aparición de una gran cantidad de especies animales y vegetales en la zona. El muestreo se realizó en un área ubicada a 500 metros a la redonda del Centro de Interpretación de la Estación Biológica. El estudio busca determinar la calidad del suelo mediante el uso de bioindicadores. Los resultados obtenidos muestran que los parámetros físico-químicos medidos en el laboratorio, son favorables para el desarrollo de la especie de gasterópodo *Lissachatina fulica*. La materia orgánica, nitrógeno, fósforo, hierro, manganeso, cobre y zinc, presentaron resultados similares en las muestras tomadas en el área del cuadrante principal. El magnesio reflejó un comportamiento inverso, los rangos de concentración medidos en las muestras testigo fueron menores que los de las demás muestras. El potasio y el calcio mostraron similitudes entre los valores medidos en el cuadrado donde existía el gasterópodo identificado y las muestras testigo. La conductividad eléctrica mostró no ser representativa para el estudio. El cálculo del Índice de Calidad del Suelo (ICS), mostró una clara diferencia entre la zona que presentó el gasterópodo (0.23) y la zona donde los macroinvertebrados estaban ausentes (0.57); lo que demuestra que el único molusco encontrado *Lissachatina fulica* fue indicador de baja calidad del suelo. La Zona 1 de muestreo, reflejó diferencias claras con las zonas de muestreo de testigos debido a la competencia por nutrientes que se generó entre los moluscos y las plantas existentes y las que podrían desarrollarse de no existir *Lissachatina fulica*.



## ABSTRACT

This study was carried out in the Amazonian region, in Pastaza province, in the Mera District, in Pindo Mirador Biological Station, located in the 14<sup>th</sup> km Puyo- Baños highway, at 1153 meters above sea level. The area has temperature ranges 20 and 25°C, and a humidity percentage of 88% in average, and due to continuous rains that can reach 4500 cubic millimeters, it has a warm-humid climate; conditions that allow the apparition of a large number of animal and plant species. The sample was realized in an area located at 500 meters around of the Center of Interpretation of the Biological Station. The study intent to determine the quality of the soil by using bio-indicators. The results show that the physico-chemical parameters measured in laboratory, are favorable for the development of *Lissachatina fulica*. The organic matter, nitrogen, phosphorus, iron, magnesium, copper and zinc showed similar results in samples of the main quadrant. The magnesium reflected inverse behavior; because of the concentration ranks measured in the control samples were lower than the rest of the samples collected. The potassium and calcium showed similarities between the values measured in the square where were the gastropod identified and the control sample existed. Electric conductivity showed not to be representative for the study. The calculus of the Soil Quality Indicator (SQI) revealed a clear difference between the area were the gastropod were present (0.23) and the other were the macroinvertebrates were absent (0.57); which shown that the gastropods mollusks wee an indicator of a low quality of the soil. The area 1 of the sample exposed clear differences with the control sample zones, due to the competitiveness for nutriments that was generated between the mollusks and the existing plants and those that could grow if there was no *Lissachatina fulica*.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

Los indicadores biológicos no han sido ampliamente difundidos, debido a que presentan cierto grado de incertidumbre poco favorable para definir el nivel de contaminación ambiental; sin embargo, las desventajas que presenta el uso de bioindicadores son fácilmente superables, por lo que no representa una limitación para utilizarlos.

El uso de organismos vivos como indicadores de la calidad del suelo han sido empleados en sectores donde la influencia humana es considerable, puesto que pueden adaptarse fácilmente a condiciones de contaminación extremas; además de reflejar condiciones de contaminación persistente y continua, pues al adaptarse sin problemas a este tipo de condiciones, permiten identificar el grado de contaminación del suelo y estimar cuál es el tiempo de existencia de la contaminación en el sector.

La influencia de las actividades humanas en la calidad del suelo ha sido significativa puesto que ha modificado las características del mismo, además ha alterado las condiciones de vida que regían la supervivencia de los organismos que ahí habitan, obligándolos a adaptarse al nuevo ecosistema, representando un indicio del grado de contaminación existente en el lugar.

Se relaciona el uso de este tipo de indicadores con la calidad del suelo, que se refiere a la capacidad del recurso para funcionar dentro de un ecosistema natural o la capacidad de sostener la productividad de plantas y animales, guardando siempre la relación con los otros elementos ecosistémicos; al mismo tiempo que debe encaminarse a sustentar la salud humana y contribuir y brindar las condiciones necesarias para habitar este ecosistema.

Los gasterópodos son un indicativo de la calidad edáfica pues en su mayoría se encuentran en lugares donde la contaminación es evidente, presentando además determinadas características específicas que también permiten determinar el nivel de contaminación de la zona. La determinación de las especies de la zona de estudio permitirá tener una guía sobre niveles de contaminación.

Al hablar de calidad del suelo, también es necesario definir los niveles de contaminación que posee un sector ya que es muy probable que la contaminación afecte a la población del lugar, alterando las condiciones de vida en las que normalmente se desarrollan.

La relación que guardan los componentes del ecosistema ocasiona que la existencia de contaminación en cualquiera de ellos afecte también a los demás, es por esto que es necesario mencionar también la incidencia de la contaminación del suelo en otros recursos naturales, al igual que se debe tomar en cuenta el grado de afectación que representa dicha contaminación para la población aledaña.

El capítulo 1 del presente trabajo de titulación presenta una breve introducción al tema de estudio. El marco teórico es abarcado en el capítulo 2, que señala los conceptos más importantes respecto al tema de estudio. En el capítulo 3 se muestra la metodología utilizada en el trabajo; se detalla el método de mapeo, muestreo, y los análisis de muestras realizados por el laboratorio de Agrocalidad. El cuarto capítulo señala los resultados obtenidos fruto del trabajo de campo. Finalmente, en el capítulo quinto del trabajo de titulación se mencionan las conclusiones obtenidas y las recomendaciones aplicables del mismo.

## **1.1. JUSTIFICACIÓN**

La calidad del suelo es un problema que no distingue lugar, es por eso que se hace indispensable definir los niveles de contaminación que posee determinado sector ya que es muy probable que esta contaminación afecte a la población del lugar, alterando las condiciones de vida que normalmente se desarrollan.

La relación que guardan los componentes del ecosistema ocasiona que la existencia de contaminación en cualquiera de ellos afecte también a los demás, es por esta razón que es necesario considerar también la incidencia de la contaminación del suelo, principalmente en aguas subterráneas, ya que éstos guardan una estrecha relación y por obvias razones la contaminación edáfica ocasiona modificaciones en la calidad del agua, afectando directamente a la población que accede a este recurso.

En la Universidad Tecnológica Equinoccial no se han realizado anteriormente investigaciones acerca del problema tratado, por lo que es importante desarrollarlo para resolver el mismo. Si el problema se trata oportunamente se podrá determinar a tiempo las características que presenta el suelo, el nivel de contaminación y las acciones a tomarse para evitarla.

Se debe prestar atención al problema planteado en el presente trabajo para evitar que la población de zonas aledañas se vean afectadas por la contaminación del suelo que a su vez puede afectar fuentes de agua subterránea. Por este motivo la investigación es realmente importante para cuidar no se modifiquen las condiciones de vida de poblaciones cercanas.

La presente investigación tendrá aplicación inmediata ya que una vez realizados los estudios y determinadas las condiciones de contaminación, se podrán tomar medidas para aplicarlas. Esta investigación tiene importancia teórica para el debate académico porque presenta una guía de control de la única especie de gasterópodo encontrada; la cual es una plaga a nivel de Neotrópico.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la calidad del suelo a través del estudio de los gasterópodos en la Estación Biológica Pindo Mirador.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Establecer las características físico-químicas del suelo en el cuadrante de estudio, donde existe la presencia del gasterópodo *Lissachatina fulica*.

Analizar comparativamente la relación de las características físico-químicas del suelo donde hay la presencia del gasterópodo *Lissachatina fulica* y las características físico-químicas del suelo testigo.

Establecer las características del hábitat de la especie *Lissachatina fulica* como único espécimen encontrado en el área de estudio.

### **1.3. ALCANCE**

El estudio fue realizado en la Estación Biológica Pindo Mirador ubicada a 1153 metros sobre el nivel del mar en el cantón Mera en la provincia de Pastaza, kilómetro 14 vía Puyo - Baños. Debido a las constantes lluvias, la estación posee una humedad entre el 88%, una temperatura promedio que varía entre los 20 y 25°C. Tiene precipitaciones anuales de 4500 milímetros cúbicos aproximadamente. Pindo Mirador recibe las aguas provenientes del río Pindo Grande y del río Plata, lo que da origen a la aparición de gran cantidad de especies, animales y vegetales, por las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las mismas (Universidad Tecnológica Equinoccial, 2009).

Mediante el uso de bioindicadores se pretende determinar la calidad del suelo del área ubicada 500 metros a la redonda del Centro de Interpretación de la Estación Biológica Pindo Mirador.

Se determinan propiedades físico-químicas mediante la medición de indicadores de calidad del suelo relacionados con el desarrollo y crecimiento de las especies indicadoras. Los parámetros físicos y químicos que se miden en el laboratorio permitirán determinar cuáles son las diferencias nutricionales importantes respecto a un suelo donde se encuentra el gasterópodo y otro donde no hay presencia significativa del mismo; dichos parámetros además serán de utilidad para establecer las características del hábitat de estudio, específicamente relacionadas con la especie identificada.

## **2. MARCO TEÓRICO**



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. SUELO

Existen varias definiciones respecto al recurso suelo, entre las principales destacan:

“Suelo deriva del latín '*solum*', que significa piso, se define como la capa superior de la Tierra que se distingue de la roca sólida y donde las plantas crecen, los suelos son formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo condiciones muy diversas de clima y materiales de origen” (Navarro & Navarro, 2003).

“El suelo es un cuerpo natural que se extiende fundamentalmente en forma horizontal, formando la capa más superficial de la tierra. Es el medio en el que crecen y se desarrollan las plantas superiores a la intemperie. Es una colección de cuerpos naturales, que poseen una morfología, estructura, características y propiedades que reflejan las condiciones en las cuales se formaron” (Abraham, Sergio, Laura, Artigas, & Álvaro, 2011).

Este recurso es definido por Bautista-Cruz, Etchevers-Barra, del Castillo, & Gutiérrez (2004) como "el sustrato básico para las plantas; capta, retiene y emite agua; y es un filtro ambiental efectivo"; es un componente ecosistémico indispensable para el desarrollo de la vida, y a pesar de la importancia de éste, no se le ha dado la atención que debería. La terrible degradación que ha venido surgiendo en el suelo representa una amenaza para la supervivencia humana, por lo mismo es necesario implementar medidas de prevención y mitigación de la contaminación que tiene lugar en la zona.

Navarro & Navarro (2003), considera al suelo como un sistema disperso, constituido por tres fases (sólida, líquida y gaseosa) donde se pueden distinguir cuatro grandes componentes mezclados e íntimamente ligados: materia mineral, materia orgánica, agua y aire, constituyendo un medio ideal para el crecimiento de las plantas.

Un concepto relacionado con el suelo es el perfil del mismo, definido como “la exposición vertical de una porción superficial de la corteza terrestre que incluye todas las capas u horizontes que han sido alteradas durante el período de su formación, junto con las más profundas que influyeron en su génesis” (Navarro & Navarro, 2003).

“El perfil del suelo, incluye el conjunto de todos los horizontes genéticos, las capas orgánicas sobre la superficie, y el material madre u otras capas debajo del “*solum*”, que influyen en la génesis y en el comportamiento del suelo” (Abraham, Sergio, Laura, Artigas, & Álvaro, 2011).

“La identificación de los diferentes horizontes se basa principalmente en las diferencias de color, consistencia, textura, estructura, elementos gruesos, modelo de distribución de las raíces entre otras características” (Porta Jaume, López, & Poch, 2011).

En Ecuador, un importante instrumento legal que trata sobre el recurso suelo es el TULSMA, que menciona que el suelo es todo tipo de medios porosos formados en la superficie terrestre debido a los procesos biológicos, geológicos e hidrológicos que un largo período de tiempo producen meteorización, dando origen a este componente del ecosistema. También son considerados sistemas biogeoquímicos, multicomponentes y abiertos que continuamente está expuesto a cambios de composición variable con el paso del tiempo; también sufre cambios por la interacción con la atmósfera, biósfera e hidrósfera (TULSMA, 2010).

El TULSMA (2010) además menciona que el suelo es un recurso, definido como tierras continentales e industriales que tienen diferentes usos, por ejemplo agricultura, ganadería, forestación de reservas naturales, áreas protegidas, asentamientos humanos, y otros tantos más.

### **2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**

Las propiedades físicas del suelo pueden verse modificadas debido al uso y manejo que reciba el suelo, pues principalmente éstas son el resultado de la acción de factores que intervienen en la formación del suelo. Las propiedades físicas permiten conocer y determinar la dinámica que tiene lugar en el suelo. Algunas de las características que dependen de las propiedades físicas del suelo son: rigidez, drenaje, aireación, retención de nutrientes, capacidad de almacenamiento de agua (Méndez-Estrada & Monge-Nájera, 2007).

#### **2.1.1.1. Textura**

La FAO, (2014) define la textura como la proporción de componentes inorgánicos de distintas formas y tamaños, por ejemplo: limo, arcilla y arena que tiene incidencia en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades.

La textura, medida como porcentaje en peso, es una propiedad importante pues es la responsable de la proporción y magnitud de reacciones físicas, químicas y biológicas que tienen lugar en el suelo, principalmente debido a que ésta determina el tamaño de la superficie sobre la que ocurren dichas

reacciones; además regula la plasticidad, permeabilidad, sequedad, fertilidad y productividad según la región geográfica (Huerta, 2010).

Chávez Toledo (2009) define la textura como la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que constituyen el suelo, guarda relación con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas. Esta propiedad del suelo ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de la planta.

Las partículas menores a 2 milímetros que forman el suelo, llamadas separados, han sido agrupadas en tres grupos por instituciones internacionales como se muestra en la Tabla 1. Igualmente se ha realizado una clasificación más específica de las partículas del suelo como se observa en la Tabla 2, de acuerdo al Sistema del Departamento de Agricultura de Estados Unidos y al Sistema Internacional.

**Tabla 1.** Definición de los separados del suelo

SEPARADO	RANGO DE DIÁMETRO DE PARTÍCULA (mm)		
	USDA	ISSS*	DIN y BSI**
ARENA	2 - 0.05	2 - 0.02	2 - 0.08
LIMO	0.05 - 0.002	0.02 - 0.002	0.08 - 0.002
ARCILLA	<0.002	<0.002	<0.002

\*Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo

\*\*DIN: Instituto Alemán de Estándares; BSI: Instituto Británico de Estándares

Montenegro & Malagón (1990)

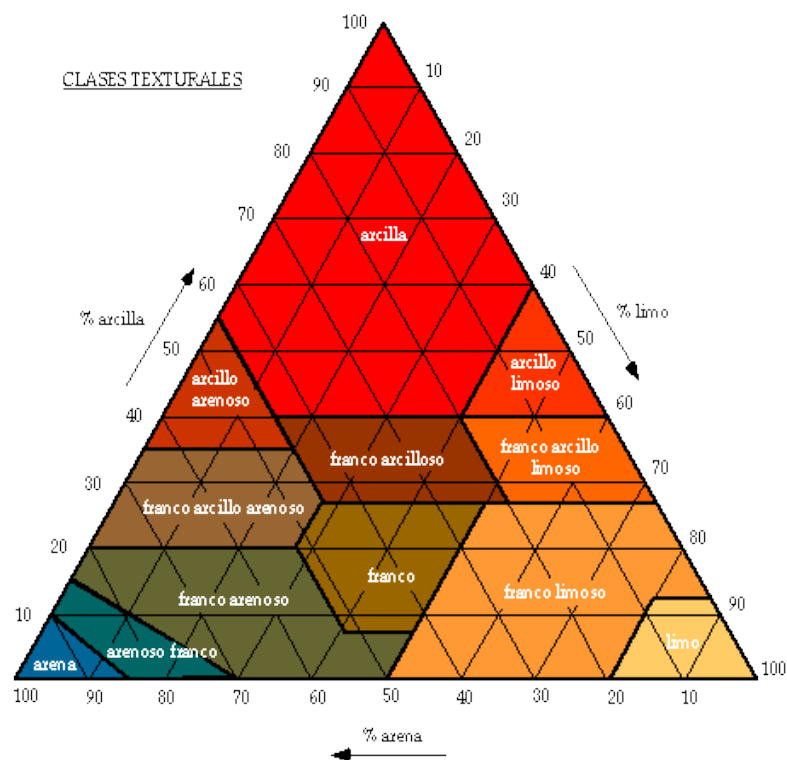
**Tabla 2.** Clasificación de las partículas del suelo

	<b>Sistema del Depto. de Agricultura de EE.UU</b>	<b>Sistema Internacional</b>
<b>Fracción del suelo</b>	<b>Diámetros límites en mm</b>	<b>Diámetros límites en mm</b>
Arena muy gruesa	2.00 - 1.00	
Arena gruesa	1.00 - 0.50	2.00 - 0.20
Arena media	0.50 - 0.25	
Arena fina	0.25 - 0.10	0.20 - 0.002
Arena muy fina	0.10 - 0.05	
Limos	0.05 - 0.002	0.02 - 0.002
Arcilla	Menos de 0.002	Menos de 0.002

Rucks, García, Kaplán, Ponce de León, & Hill (2004)

Uno de los principales métodos para determinar la textura es el uso del tacto que permite identificar 6 tipos de textura de suelo: arenosa, franco arenosa, franco limosa, franca, franco arcillosa y arcillosa, conocidas como familias texturales (SAP, 2005).

En el Gráfico 1 se observa el triángulo de clase textural, que es aquel que define las posibles combinaciones de los porcentajes de partículas constituyentes del suelo, estableciendo la textura mediante tacto (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León, & Hill, 2004).



**Figura 1.** Triángulo de clase textural

Crespo Pichardo (2008)

De acuerdo a la Tabla 3 se identifican las diferentes clases texturales del suelo, según los porcentajes de las partículas constituyentes del mismo.

**Tabla 3.** Rango de variación de contenidos de arena, limo y arcilla en diferentes clases texturales de suelo

CLASE TEXTURAL	RANGO (%) EN EL CONTENIDO DE		
	ARENA	LIMO	ARCILLA
Arenosa	100 – 85	15 – 0	10 – 0
Arenosa franca	90 – 70	30 – 0	15 – 0
Franco arenosa	85 – 43	50 – 0	20 – 0
Franca	52 – 23	50 – 32	27 – 7
Franco limosa	50 – 0	87 – 50	27 – 0
Limosa	20 – 0	100 – 80	12 – 0
Franco arcillo arenosa	80 – 45	28 – 0	35 – 20
Franco arcillosa	45 – 20	53 – 15	40 – 27
Franco arcillo limosa	20 – 0	73 – 40	40 – 27
Arcillo arenosa	67 – 45	20 – 0	55 – 35
Arcillo limosa	20 – 0	60 – 40	60 – 40
Arcillosa	45 – 0	40 – 0	100 – 40

Jaramillo (2002)

### 2.1.1.2. Porosidad

Jaramillo (2002) menciona que la porosidad del suelo es el volumen que no está ocupado por sólidos, y que está disponible para líquidos y gases.

El tamaño de los poros está determinado por el tipo de suelo y el grado de compactación de la estructura del suelo, es decir por la textura, contenido de materia orgánica y estructura como tal. La porosidad condiciona la movilidad de compuestos solubles y volátiles dentro del suelo (Chávez Toledo, 2009).

La fórmula con la que se calcula la porosidad de un suelo expresada en porcentaje es (Aguilar Alínquer, 2011):

$$EP = \frac{[100(Dr - Da)]}{Dr}$$

[1]

Donde:

EP= porosidad o espacio poroso (%)

Dr= densidad real (g/cc), relación entre masa de los sólidos y el volumen ocupados por las mismas, excluyendo el espacio de los poros, este valor suele ser 2.65 g/cm<sup>3</sup>

Da= densidad aparente (g/cc), relación entre masa de las partículas sólidas y el volumen total que ocupan, incluyendo el espacio poroso.

En la Tabla 4 se hace referencia a la clasificación de los poros del suelo según su diámetro.

**Tabla 4.** Clasificación de los poros del suelo según su tamaño

<b>TIPO DE POROS</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>
Muy gruesos	>10
Gruesos	10 - 5
Medios	5 - 2
Finos	2 - 0.5
Muy finos	<0.5

USDA (1993)

Un concepto relacionado con la porosidad es la densidad del suelo, un suelo muy poroso es menos denso. A mayor contenido de materia orgánica existe mayor porosidad (FUNPROVER, 2008).

### **2.1.1.3. Estructura**

La estructura del suelo es la forma en la que las partículas primarias (arcilla, arena y limo), se asocian para formar agregados y unidades de mayor tamaño llamadas PED; depende principalmente de las fuerzas de cohesión de las partículas finas y de las fuerzas de organización de las partículas en unidades estructurales mayor tamaño (Aguilar Alínquer, 2011).

La estructura del recurso suelo está definida por la forma, tamaño y grado de manifestación de los agregados; además depende del contenido de materia orgánica, calcio, sodio, arcilla (principalmente coloidal o arcilla fina), y las condiciones de humedad (SAP, 2005).



El agua es el principal elemento que afecta la estructura del suelo, debido a su solución y precipitación de minerales, al igual que sus efectos sobre las plantas; además esta propiedad afecta la aireación, movimiento del agua en el suelo, conducción térmica, crecimiento radicular y resistencia a la erosión (FAO, 2014).

La estructura del recurso suelo determina el espacio entre las partículas del suelo, definiendo de esta manera microestructura (arreglo de partículas primarias para formar las secundarias), y macroestructura (arreglo de partículas secundarias y primarias visibles, a simple vista). El comportamiento de la microestructura muestra que los componentes coloidales del suelo actúan como esqueleto de los granos más gruesos (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León, & Hill, 2004).

Cuando las partículas del suelo no forman agregados se dice que el suelo no posee estructura; esta situación se observa en suelos gredosos y en suelos arenosos, donde las arenas no están reunidas en granos pequeños (FUNACH - ASCAPAM, 2002).

#### **2.1.1.4. Consistencia**

"Es la propiedad que define la resistencia del suelo a la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él". Según el contenido de humedad la consistencia del suelo puede ser: dura, muy dura o suave. Además puede medirse mediante niveles de humedad: aire-seco, húmedo y mojado (FAO, 2014).

La consistencia es una deformación puede manifestarse como ruptura, fragmentación o flujo de los materiales del suelo, esta propiedad depende del contenido de humedad y de materia orgánica del suelo, y también del contenido y tipo de arcilla (Jaramillo, 2002).

Dependiendo del contenido de humedad del suelo, éste presenta varios estados de consistencia que le dan ciertas propiedades y definen su comportamiento mecánico; estos estados ponen de manifiesto la relación de las fuerzas de cohesión (atracción entre partículas o moléculas homogéneas) y de adhesión (atracción entre partículas o moléculas heterogéneas) en el suelo (Jaramillo, 2002).

La consistencia se ve modificada con la textura, materia orgánica, cantidad y naturaleza del material coloidal, estructura hasta cierto punto, y con el contenido de humedad. Involucra algunas propiedades del suelo como: resistencia a la compresión, plasticidad, coherencia, viscosidad, friabilidad, capilaridad y expansividad (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León, & Hill, 2004).

“La consistencia del suelo posee dos puntos máximos: uno cuando está en estado seco debido a cohesión y otro cuando húmedo que depende de la adhesión” (Navarro & Navarro, 2003).

#### **2.1.1.5. Color**

El color del suelo depende de los componentes que lo integran, varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de los minerales presentes. Esta propiedad es útil para distinguir las secuencias de un perfil del suelo, determinar el origen de material parental, presencia de

materia orgánica, estado de drenaje y presencia de sales y carbonato (FAO, 2014).

El color del suelo es una propiedad que no puede ser evaluada con precisión al ser una apreciación subjetiva, es por eso que se hacen comparaciones mediante una carta de colores, normalmente se usa la Tabla de colores Munsell” (Aguilar Alínquer, 2011).

En el Gráfico 2 se observa la tabla Munsell, que Jaramillo (2002) la define como un catálogo que agrupa una serie de colores utilizados para calificar el color del suelo, caracterizada por tres parámetros: matiz (Hue), brillo (Value) y pureza (Chroma).



**Figura 2.** Tablas de color Munsell

Departamento de Edafología y Química Agrícola: Universidad de Granada (2014)

#### **2.1.1.6. Profundidad efectiva**

La FAO (2014) menciona que la profundidad efectiva del suelo es la espesura del suelo, que toma en cuenta los horizontes hasta el C que es aquel donde se encuentran las raíces de plantas (en busca de agua y alimentos) y la actividad biológica.

Algunas de las limitaciones para que la profundidad sea limitada son: capas de suelo endurecidas, presencia de rocas, agua o sales dañinas (FUNACH - ASCAPAM, 2002).

La profundidad es una característica que condiciona el volumen de agua que el suelo es capaz de retener para las plantas. Generalmente, a mayor profundidad, hay mayor capacidad de retener agua, mayor densidad aparente, y menor porosidad (FUNPROVER, 2008).

### **2.1.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO**

#### **2.1.2.1. pH del Suelo**

El pH es una propiedad que mide la cantidad concentrada de iones e hidrógeno existente en el suelo, indicando la acidez o alcalinidad; se mide en una escala que va de 0 a 14. Según el valor que muestra el suelo se pueden identificar tres tipos de suelos: neutro, 7; ácido, menor a 7; y básico, superior a 7 (Avenza Álvarez, 2014). En la Tabla 5 se hace referencia a la clasificación del suelo de acuerdo al pH que posee el suelo.

**Tabla 5.** Clasificación de los suelos según el pH

< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 - 5,5	Fuertemente ácido
5,6 - 6	Medianamente ácido
6,1 - 6,5	Ligeramente ácido
6,6 - 7,3	Neutro
7,4 - 7,8	Medianamente básico
7,9 - 8,4	Básico
8,5 - 9	Ligeramente alcalino
9,1 - 10	Alcalino
>10	Fuertemente alcalino

USDA (1993)

El pH de los suelos modifica el grado de solubilidad de los minerales, lo que permite que las plantas puedan absorber dichos minerales. Esta propiedad química del suelo involucra procesos ácido-base que también influyen en el grado de descomposición de la materia orgánica y de los minerales (Chávez Toledo, 2009).

En suelos con pH ácido no se realizan las actividades microbianas, lo que no permite un buen funcionamiento del suelo (Avenza Álvarez, 2014).

La acidez o la basicidad del suelo es una propiedad que afecta tanto a otras propiedades químicas, como a propiedades físicas y biológicas. Estos cambios afectan también a la solubilidad de nutrientes disponibles para las plantas, en ciertos casos dificulta su absorción, y en otros provoca una alta concentración de determinado nutriente, ocasionando toxicidad (Alcoverro Pedrola, 2011).

### 2.1.2.2. Salinidad

La salinidad es una propiedad que tiene origen en la acumulación de sales solubles en el suelo (Alcoverro Pedrola, 2011).

Guarda una relación directa con la conductividad eléctrica, generando así varios tipos de suelos como se observa en la Tabla 6, uno de los principales son los suelos salinos cuya característica principal es que poseen un exceso de sales solubles que impide o dificulta el desarrollo de plantas (Institut Horticultura i Jardineria de Reus, 2014).

**Tabla 6.** Clasificación de los suelos según su salinidad

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA</b>
Suelo normal	< 2 dS/m
Suelo salino	> 2 dS/m
Salinidad ligera	2 - 4 dS/m
Salinidad mediana	4 - 8 dS/m
Salinidad fuerte	8 - 16 dS/m
Salinidad extrema	>16 dS/m

Institut Horticultura i Jardineria de Reus (2014)

### 2.1.2.3. Capacidad de Intercambio iónico (catiónico y aniónico)

El intercambio iónico se refiere a la cantidad de iones metálicos que cierta cantidad de suelo es capaz de intercambiar. "Estos intercambios son vitales

para que los iones metálicos pueden acceder a la planta" (Chávez Toledo, 2009).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es un conjunto de procesos reversibles que permite que las partículas sólidas del suelo (orgánicas y minerales) absorban iones de la solución del suelo, lo que libera otros iones y establece un equilibrio dinámico (Casas Flores, 2011).

El intercambio catiónico aparece por la propiedad coloidal que poseen las partículas finas del suelo, debido a la carga negativa de éstas y la capacidad de atraer iones positivos. Los cationes cambiabiles son hidrógeno, calcio, magnesio, potasio y sodio, éstos se encuentran en equilibrio con los cationes de la solución del suelo (Alcoverro Pedrola, 2011).

Por otro lado, el intercambio aniónico (CIA) es la medida de la capacidad que posee un suelo de adsorber aniones intercambiabiles, es equivalente a la carga positiva del mismo. Esta capacidad es importante porque afecta a ciertos nutrientes que son requeridos por las plantas y se presentan en forma aniónica, al igual que la CIC guarda estrecha relación con el pH, pero en este caso el incremento de la carga positiva depende de la disminución del pH (Jaramillo, 2002).

#### **2.1.2.4. Nutrientes para las plantas**

Los nutrientes presentes en los suelos determina la capacidad que posee para brindar alimento a organismos vivos. Según la FAO (2014), existen 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas, entre los macronutrientes están: carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio,

calcio, magnesio y azufre; y entre los micronutrientes: hierro, zinc, boro, manganeso, cobre, molibdeno, cloro.

#### **2.1.2.5. Reacciones REDOX**

Las reacciones REDOX son aquellas producto del metabolismo de los microorganismos del suelo, que afectan a elementos naturales y contaminantes (Chávez Toledo, 2009).

### **2.1.3. PROPIEDADES BIO-ORGÁNICAS DEL SUELO**

#### **2.1.3.1. Materia orgánica**

La materia orgánica del suelo está formada por sustancias de origen animal (restos animales y excreciones que se transforman rápidamente en el suelo), o vegetal (residuos de plantas superiores, raíces y partes aéreas, cuerpos sin vida de la microflora, bacterias, hongos y algas) que se acumulan en el suelo (Institut Horticultura i Jardineria de Reus, 2014).

"La materia orgánica se encuentra en un proceso constante de acumulación y descomposición, de tal manera que se libera carbono a la atmósfera en forma de dióxido de carbono que mediante el proceso de fotosíntesis es de nuevo capturado" (Almorox, López, & Rafaelli, 2010).

Los microorganismos del suelo influyen enormemente sobre la cantidad de materia orgánica del suelo, pues la descomponen y transforman en otra



materia mediante dos procesos: mineralización y humificación (Institut Horticultura í Jardineria de Reus, 2014).

- **Mineralización:** los residuos orgánicos se descomponen completamente y se transforman en sustancias minerales como: agua, dióxido de carbono, nitratos, etc.
- **Humificación:** los residuos orgánicos se transforman primero en otro tipo de materia orgánica muy descompuesta en forma de coloide, el humus; después se transforma lentamente en sustancias minerales. Las ligninas, ceras, taninos, resinas y grasas son la base del humus por la resistencia que presenta a la actividad microbiana.

#### 2.1.3.2. Organismos en el suelo

El suelo es un medio apto para la vida y brinda las condiciones necesarias para que se desarrollen en él varios seres que se agrupan en 2:

- **Macroorganismos:** los pequeños mamíferos, insectos, lombrices, entre otros, influyen en las transformaciones químicas del suelo debido a los procesos digestivos que realizan o por su acción sobre los microorganismos. Las raíces y partes aéreas de plantas son otro tipo de macroorganismos que transforman ciertos materiales insolubles, en solubles y asimilables gracias la excreción de sustancias ácida (Institut Horticultura í Jardineria de Reus, 2014).

- **Microorganismos:** deben ser tomados en cuenta porque constituyen una buena cantidad de biomasa del suelo, pueden causar problemas fitosanitarios en cultivos, intervienen en los ciclos geoquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre y también actúan en la mayoría de los procesos y reacciones que se relacionan con la alimentación vegetal (Jaramillo, 2002). Los factores que influyen en las variaciones de la población microbiana son: constitución física del suelo, acidez, profundidad, temperatura y humedad. Los principales microorganismos que habitan el suelo son: amebas, bacterias, algas, levaduras, hongos y actinomicetos (Institut Horticultura í Jardineria de Reus, 2014).

## 2.2. FERTILIDAD

Algunas definiciones importantes sobre fertilidad son:

Sánchez V. (2007) define la fertilidad del suelo como una cualidad que resulta de la interacción de las características físicas, químicas y biológicas del mismo, consiste en la capacidad que posee el suelo para brindar las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Todas las propiedades del suelo actúan en forma conjunta y armónica para determinar su fertilidad.

Kass (2012) menciona que la fertilidad del suelo es un grupo de parámetros que evalúa el suelo utilizando tablas de fertilidad, de acuerdo al suelo del país en estudio, para lo cual se aplica una escala establecida previamente.

En Ecuador, uno de los instrumentos legales más importantes relacionado con el suelo es el Anexo 2 del Libro VI del TULSMA (2010), que menciona

que la fertilidad del suelo es la "capacidad de producción del suelo, gracias a la disponibilidad equilibrada de elementos químicos, microorganismos y otros factores".

El análisis de la fertilidad del suelo debe realizarse tomando en cuenta estudios de laboratorio, evaluaciones de biomasa, patrones de crecimiento de plantas indicadoras en invernadero y evaluaciones realizadas en esos cultivos y otros de interés. Los análisis de laboratorio son los instrumentos más importantes para medir la fertilidad del suelo puesto que miden los elementos esenciales del suelo, indicando la disponibilidad para las plantas y organismos, además indica su capacidad de retención y disponibilidad de los mismos a mediano y largo plazo (Kass, 2012).

La constitución adecuada que un suelo debe poseer, en volumen, para ser considerado fértil, está marcada por una proporción 45-48% de partículas minerales, 5-2% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua (Sánchez V., 2007).

Otros conceptos relacionados con la fertilidad del suelo son: evaluación de la fertilidad, que se refiere a la determinación de la capacidad del suelo para suministrar nutrientes a las plantas; y manejo de la fertilidad que son los medios prácticos que permiten mantener o mejorar las habilidades del suelo para aportar nutrientes, conservando la calidad del suelo y del ambiente (Sánchez V., 2007).

Para realizar un correcto manejo de la fertilidad del suelo, se deben tomar en cuenta tanto la acumulación de nutrientes inmóviles (fósforo y potasio) en las capas superficiales del suelo, como la acumulación del nitrógeno que

permanece en la solución del suelo, que a su vez debe ser manejado mediante técnicas como: inmovilización, generada por microorganismos que absorben todas las formas de nitrógeno; mineralización, proceso de transformación del nitrógeno orgánico a amonio y después a nitrato por parte de microorganismos del suelo; volatilización, transformación del amonio en gas que viaja a la atmósfera (FAO, 2014).

### **2.3. PRODUCTIVIDAD**

La productividad del suelo es un concepto que viene ligado estrechamente a la fertilidad, medio físico, sus propiedades, características, dinámica y evolución, para mantener un desarrollo sostenible del recurso, de tal manera que se logre el máximo aprovechamiento de los recursos naturales y para evitar el deterioro irreversible o la aparición de fenómenos que causen efectos negativos para el medio natural o las actividades humanas (Ramírez Ospitia, 2005).

Pese a que ciertos autores consideran a la productividad como un concepto meramente económico, existen otros autores que la analizan desde el sentido de potencial de producción agraria que permite evaluar la susceptibilidad de aprovechamiento del suelo, relacionándola también con el clima. Existen varias metodologías que están destinadas a evaluar la productividad agraria y forestal del suelo (Junta de Andalucía: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio, 2005).

Según la FAO (2014), la productividad del suelo también está relacionada con el rendimiento de los cultivos, que al mismo tiempo depende del manejo que el suelo reciba. Los factores que el recurso suelo debe tener en buenas

condiciones para el correcto comportamiento del suelo son: capacidad de retención del agua, densidad, porosidad, estructura y salud.

En Ecuador, el TULSMA (2010) considera a la capacidad agrícola del suelo como la aptitud para mantener una productividad sostenida de uso, tomando en cuenta las limitaciones, requerimientos de manejo y necesidades de conservación, recuperación, prevención y control de deterioro y contaminación.

## **2.4. CALIDAD DEL SUELO**

Una de las definiciones más recientes de calidad del suelo se basa en la multifuncionalidad del suelo y no en un uso específico (Singer & Ewing, 2000). El Comité para la Salud del Suelo define la calidad del suelo como la capacidad del suelo para actuar dentro de los límites de un ecosistema, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del agua y aire, y sostener la salud de los seres humanos y del hábitat (Bautista Cruz, Etchevers Barra, del Castillo, & Gutiérrez, 2004).

La calidad del suelo es definida como la utilidad del suelo para determinado fin específico, en un amplio período de tiempo. La capacidad para funcionar de la manera correcta según el uso previsto para dicho suelo también es otra definición de calidad del suelo. Además se considera también como "la capacidad de funcionar dentro de un ecosistema para sostener la productividad de plantas y animales, mejorar la calidad del aire y del agua y sostener la salud humana y del hábitat" (TULSMA, 2010).

La calidad del suelo se basa en el concepto de que su manejo puede deteriorar, estabilizar o mejorar las funciones del suelo como ecosistema.

Recientemente se ha hablado de mantener la calidad del recurso edáfico por la importancia de la condición del recurso para la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola y la calidad ambiental (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial parroquia Madre Tierra, 2009).

La evaluación de la calidad del suelo es un proceso a través del cual, se analizan los recursos edáficos mediante las funciones vitales del suelo, los cambios de dichas funciones en respuesta a un estrés natural o introducido, o de una práctica de manejo. Cabe recalcar que para la evaluación de la calidad se debe considerar las propiedades y los procesos biológicos, químicos y físicos (Muro, 2009).

Existen dos formas básicas para evaluar la calidad del suelo: hacer mediciones periódicamente para monitorear cambios o tendencias en la calidad del suelo; y comparar valores medidos con los de una condición del suelo estándar o de referencia. Estas formas de evaluar la calidad del suelo permiten: realizar comparaciones para determinar efectos sobre la calidad edáfica, realizar mediciones para verificar la tendencia de calidad del suelo según el uso y manejo que reciba, comparar valores medidos con ciertas condiciones de referencia o el ecosistema (Muro, 2009).

En este caso, para medir la calidad del suelo es necesario considerar factores biológicos, y ciertos parámetros físicos - químicos que en conjunto reflejen el verdadero estado del suelo. Se hace necesario también que los procesos sean analizados de forma conjunta, pero analizando principalmente los factores biológicos (Barreta, Brown, & Cardoso, 2010).

En el pasado se mantenía la idea de que la calidad del suelo se relacionaba con la productividad, es decir, que mientras más cultivos se producían el

suelo era de mejor calidad; sin embargo, con el avance en del concepto de desarrollo sostenible, se empezó a considerar al suelo como parte del sistema ecológico que mantiene interacción constante con otros componentes de la naturaleza. Por lo tanto, la calidad es considerada como la capacidad de producir sin resultar degradado ni perjudicando al ambiente (Muro, 2009).

## **2.5. SALUD DEL SUELO**

El TULSMA (2010) define la salud del suelo como "las propiedades dinámicas del suelo, entre las principales: contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo específico".

La salud de un suelo se determina por la evaluación a través del tiempo de su calidad. Los indicadores de calidad y salud permiten cuantificar las propiedades positivas y negativas de la función del suelo según el uso que se le dé. Se pueden mantener estas condiciones del suelo mediante su cuidado y su uso sostenible, es decir, trabajar y utilizar este recurso de una manera que se pueda preservar para las futuras generaciones (Muro, 2009).

Es importante tomar en cuenta que la salud de los seres humanos está estrechamente relacionada con la salud del suelo, puesto que de éste recibimos los alimentos que consumimos (Costa, 2013), e incluso nos brinda vivienda. En el pasado, se consideraba al suelo como medio de soporte únicamente para plantas, pero con el avance de los conocimientos sobre ambiente, se ha cambiado de mentalidad hasta llegar al concepto de que el suelo cumple con varias funciones más, por lo que es necesario mantener el cuidado de su salud.

Las actividades como la agricultura, asentamientos humanos y otras actividades antropogénicas degradan la salud del suelo, por eso es necesario tomar en cuenta medidas en todos estos aspectos para preservar las condiciones del suelo; específicamente para la agricultura es necesario considerar acciones como el uso de fertilizantes verdes, añadiendo materia orgánica (principal mantenedor de la estructura del suelo), evitando el uso de pesticidas, entre otros.

## **2.6. INDICADORES DE CALIDAD**

Continuamente los ecosistemas se modifican por la exposición a factores tanto bióticos como abióticos, estos cambios han tenido importancia vital para las especies que ahí viven debido a que les han permitido reaccionar y adaptarse a condiciones de estrés, así como existen especies que han podido adaptarse fácilmente a los cambios del ecosistema, la influencia de los seres humanos también en los últimos años ha provocado la desaparición de varias especies que no han sido capaces de adaptarse a estas condiciones de estrés (Ramírez-Cañada, 2009).

Los indicadores de calidad del suelo permiten identificar el grado de contaminación del lugar y al mismo tiempo, permite determinar su relación directa con aspectos sociales y económicos que son afectados también por la contaminación de este recurso natural. Es importante que los resultados que se obtendrán del estudio sean utilizados para la elaboración de políticas y la toma de decisiones sobre las acciones que se deberán tomar con el fin de evitar o reducir la contaminación en el sector (Bautista Cruz, Etchevers Barra, del Castillo, & Gutiérrez, 2004).



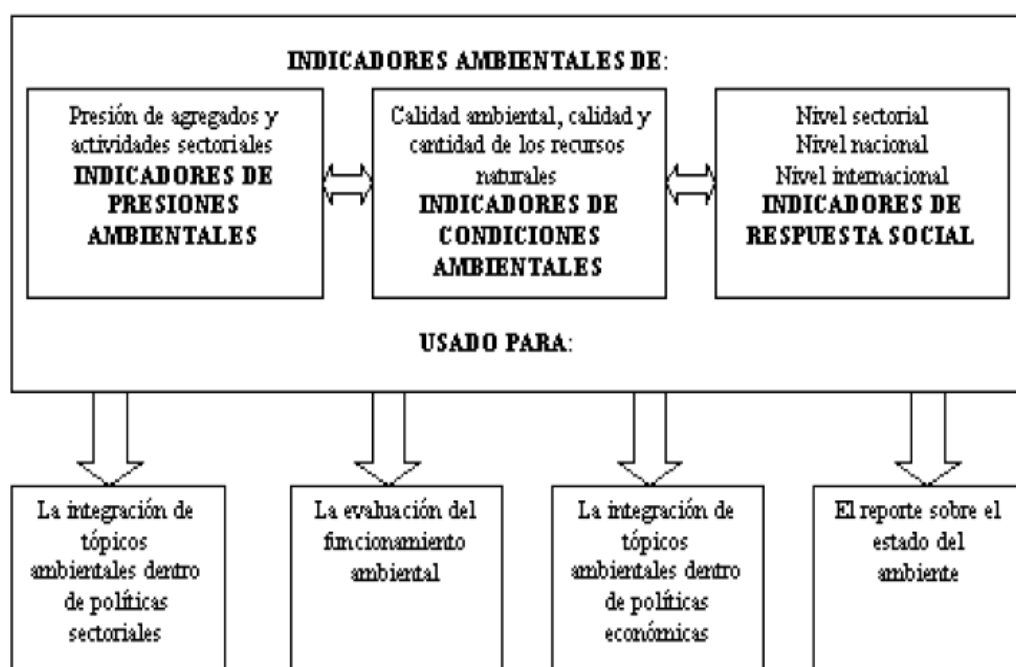
Existen estudios realizados sobre el desarrollo de indicadores de calidad del suelo, los mismos que se basan en el uso de este recurso, y la relación entre los indicadores y la función del suelo que se esté evaluando. Deben considerarse propiedades edáficas que cambien en un período de tiempo relativamente corto (Barreta, Brown, & Cardoso, 2010).

Los procesos edáficos que tienen lugar en el sector en estudio son fácilmente identificables mediante el uso de la macrofauna debido a que intervienen en la descomposición y mineralización de la materia orgánica, también influyen en el mantenimiento de la estructura del suelo (Barreta, Brown, & Cardoso, 2010).

Los indicadores de calidad edáfica varían de acuerdo a la localidad, el tipo y el uso, la función y factores de formación del suelo calidad; por lo que es importante seleccionar los indicadores apropiados dependiendo de la función del suelo, considerando también el aspecto productivo y sobre todo el ambiental (Bautista Cruz, Etchevers Barra, del Castillo, & Gutiérrez, 2004).

Existen ciertas propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de calidad pues reflejan la manera en que el suelo acepta, retiene y transmite agua a las plantas, al igual que las limitaciones de crecimiento de las raíces, y la infiltración o movimiento del agua. Las principales propiedades usadas como indicadores de calidad edáfica son: estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad, capacidad de almacenamiento de agua, entre otras (Bautista Cruz, Etchevers Barra, del Castillo, & Gutiérrez, 2004).

La OECD desarrolló un enfoque presión-estado-respuesta que se basa en una cadena de causalidades que menciona indicadores de presión que son actividades humanas que causan presión sobre el ambiente, éstas modifican la calidad y cantidad de los recursos naturales, que constituyen indicadores de estado, generando indicadores de respuesta que son aquellos que producen una respuesta que modula la presión ambiental. En el Gráfico 3 se identifican algunos indicadores ambientales de calidad del suelo que se basan en este sistema (Bautista Cruz, Etchevers Barra, del Castillo, & Gutiérrez, 2004).



**Figura 3.** Naturaleza y uso de los indicadores ambientales

OECD: Organization for Economic Co-Operation and Development (1993)

Bautista Cruz, Etchevers Barra, del Castillo, & Gutiérrez (2004) menciona que existen también indicadores químicos de calidad del suelo, que son las condiciones que afectan la relación suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y microorganismos que habitan el suelo. Algunos de estos

indicadores son la disponibilidad de nutrientes, carbono orgánico total, carbono lábil, pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio de cationes, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total, entre otros.

### **2.6.1. BIOINDICADORES**

Según Oxford Dictionary of Zoology (2009), una especie indicadora es aquella que presenta una amplitud reducida respecto a ciertos factores ambientales, por lo tanto su presencia indica una situación ambiental particular del hábitat en estudio.

Molero Baltanás (2009) menciona a los bioindicadores como organismos, animales y vegetales, cuya presencia o ausencia en el medio determina la calidad del mismo. Los parámetros físico-químicos representan la situación ambiental solo el momento del muestreo, mientras que los organismos están condicionados directamente por las características del medio. Cuando más larga sea la vida de un organismo, brindará más información sobre las características y la calidad del lugar. También los define como definidos como las nuevas características y adaptaciones que presentan los organismos o conjunto de organismos como respuesta a la variación de factores bióticos y abióticos del ecosistema; los organismos también pueden ser considerados bioindicadores puesto que la presencia de de estas especies presentan el estado del medio.

Al hablar de indicadores biológicos, es importante tomar en cuenta que este concepto puede incluir a un grupo de especies, no solamente una; además la presencia de organismos permite medir otros parámetros de ayuda para determinar la calidad ambiental (Molero Baltanás, 2009).

Se han realizado varios estudios que muestran la relación existente entre la calidad ambiental y organismos bioindicadores; entre los principales estudios recopilados están:

Estudio realizado por Moreira Rovedder, Foletto Eltz, Drescher, Bergamo Schenato, & Antonioli (2009), indica que los organismos edáficos son sensibles a cambios en el ambiente, por eso han sido utilizados como indicadores de los cambios en los niveles de calidad del suelo que pueden tener origen por degradación o agradación. En este caso, la densidad y la diversidad de poblaciones de bioindicadores muestran las condiciones del suelo, los niveles de perturbación y los niveles de equilibrio de la zona.

Otro estudio realizado muestra que la presencia de tres comunidades de organismos terrestres nativos en paisajes culturales, se han utilizado como indicadores debido a su fácil identificación y fácil muestreo; particularmente se utilizaron varios niveles de sensibilidad para medir el impacto en la biota ocasionado por la actividad humana. Los resultados muestran que los organismos con menor capacidad de movimientos son los más sensibles a las perturbaciones (González Valdivia, y otros, 2011).

Un concepto relacionado con los bioindicadores es ecotoxicología que es el estudio de los principios científicos y métodos que hacen posible identificar y evaluar la interferencia causada por sustancias que aparecen el hábitat debido a intervención humana; basado en la utilización de organismos vivos como herramientas esenciales para la evaluación de la calidad ambiental (Ramírez-Cañada, 2009).

## 2.7. MARCO LEGAL

En la Tabla 7 se muestra un resumen sobre los instrumentos legales que abalan la investigación realizada; se mencionan los artículos más importantes respecto a calidad del suelo.

**Tabla 7.** Resumen del marco legal aplicable

INSTRUMENTO LEGAL	ARTÍCULOS	COMENTARIO
Constitución de la República de Ecuador	<p><b>Art. 14.-</b> <i>Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.</i></p>	<p>Derecho de los ecuatorianos y residentes de vivir en un ambiente con las condiciones óptimas y necesarias para vivir bien. El Gobierno central tomará medidas de protección de todo tipo de ecosistemas, prevenir la contaminación y recuperar ecosistemas afectados.</p>
	<p><b>Art. 264.-</b> <i>Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:</i></p> <p><b>Num. 2.-</b> <i>Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.</i></p>	<p>Los Gobiernos Autónomos Descentralizados se ocuparán de controlar el uso de suelo del cantón.</p>

**Tabla 7. Resumen del marco legal aplicable continuación...**

<b>INSTRUMENTO LEGAL</b>	<b>ARTÍCULOS</b>	<b>COMENTARIO</b>
Constitución de la República de Ecuador	<b>Art. 409.-</b> <i>Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.(...)</i>	Se declara como prioridad la conservación del suelo y la elaboración de un marco legal que sustente la misma.
Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente, TULSMA	Libro VI <b>Anexo 2:</b> Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados	Establece normas de aplicación general para distintos usos de suelos, criterios de calidad del suelo y de remediación para suelos contaminados.
Ley de Gestión Ambiental	<b>Art. 13.-</b> (...) <i>Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos del suelo y consultarán a los representantes de los pueblos indígenas, afroecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica.</i>	El Art. 13 de la Ley de Gestión Ambiental menciona que se deben determinar los usos del recurso suelo dentro de las Áreas Naturales Protegidas, incluyendo la participación de grupos humanos vulnerables.
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	<b>Art. 10.-</b> <i>Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.</i>	Se evita todo tipo de descargas contaminantes que alteren el equilibrio ecosistémico del suelo, y que causen afectaciones a la salud humana, flora, fauna u otros.

**Tabla 7. Resumen del marco legal aplicable continuación...**

<b>INSTRUMENTO LEGAL</b>	<b>ARTÍCULOS</b>	<b>COMENTARIO</b>
<p>Ordenanza del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mera</p>	<p><b>Art. 78.- Uso de suelo de protección ecológica.-</b> <i>Es el destinado a la conservación y protección del medio ambiente del cantón. En el que se permitirán únicamente usos agrícolas y forestales. Su uso será reglamentado a través de planes de manejo específicos, en concordancia a las políticas locales que especifiquen los organismos pertinentes sobre el medio ambiente.</i></p>	<p>El suelo utilizado para el presente estudio se encuentra dentro de esta clasificación, por lo que es importante tomar en cuenta este concepto.</p>

### **3. METODOLOGÍA**



### **3. METODOLOGÍA**

La investigación de campo del trabajo de titulación "*Gasterópodos como indicadores de calidad del suelo en la Estación Biológica Pindo Mirador*" se realizó en la provincia de Pastaza, cantón Mera, en la Estación Biológica Pindo Mirador, en un área de 500 metros a la redonda del Centro de Interpretación de la estación.

#### **3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

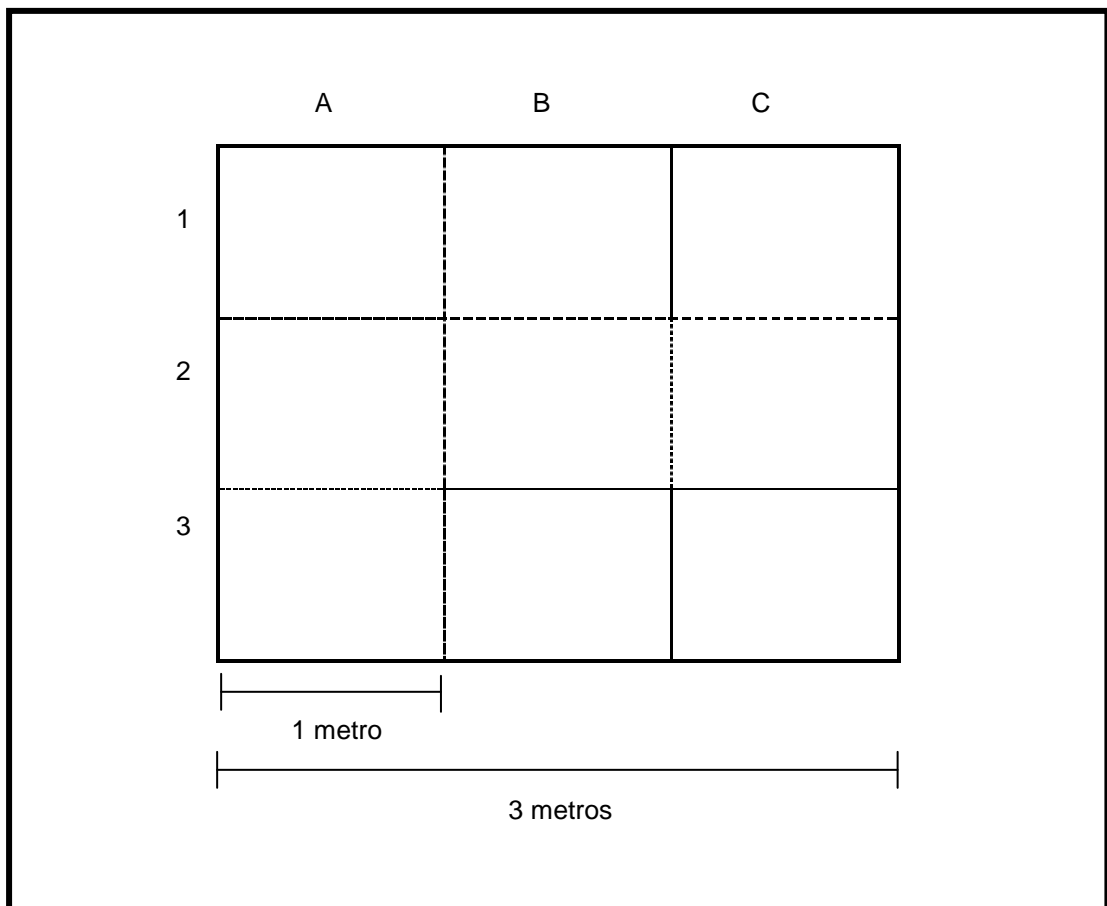
##### **3.1.1. MAPEO**

Previamente, con la ayuda de la Doctora Carmen Luzuriaga, Directora de la Estación Biológica Pindo Mirador, se identificó la zona donde existía la presencia del molusco gasterópodo *Lissachatina fulica*; una vez identificado el lugar de muestreo, se realizó un mapeo de la zona donde se tomaron las muestras. Con la ayuda de un GPS se tomaron las coordenadas del área de estudio que fueron útiles para la realización del mapa de muestreo. El terreno seleccionado para el muestreo estaba ubicado a 500 metros a la redonda del Centro de Interpretación de la Estación Biológica.

Adicionalmente se tomaron fotografías de la zona de estudio (Anexo I, Anexo II, Anexo III, Anexo IV) que permitan ver a breves rasgos las características del lugar que fueron de utilidad para la caracterización del lugar. También se tomaron fotografías del gasterópodo encontrado en esa zona, evidencia que permitió identificar la especie de macroinvertebrado terrestre.

### 3.1.2. MUESTREO

Para la recolección de muestras de suelo, en primer lugar se realizó una cuadrícula grande de 3 metros cuadrados (Anexo V), dentro del cual se procedió a realizar una división más pequeña cada metro, obteniendo así 9 cuadrantes donde se realizó la recolección de muestras como se puede observar en la Figura 4; metodología recomendada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.



**Figura 4.** Ubicación de los puntos de muestreo

Para la realización del cuadrado se utilizaron 4 estacas de madera para fijar los límites de la zona de estudio, piola para establecer el área del cuadrante donde se realizó el muestreo y un flexómetro con el cual se dividió cada uno de los lados del cuadrado principal en 3 segmentos secundarios, se realizó cada división cada metro, lo que generó 9 cuadrantes (Anexo VI).

Para la recolección de muestras de suelo se utilizó una pala, fundas Ziploc medianas con cierre hermético de manera que permitan conservar las muestras de suelo sin alteraciones, además de que se pueda almacenar la cantidad necesaria para después enviarla al laboratorio (Anexo VII).

La toma de muestra de suelo se realizó a una profundidad de 10 centímetros, como recomienda el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; la cantidad de suelo recolectada por cada metro cuadrado fue de 1 kilogramo de suelo húmedo, cantidad recomendada por el laboratorio donde se realizaron los ensayos físico-químicos.

### **3.1.3. ANÁLISIS DE MUESTRAS**

Una vez recolectadas las muestras, fueron ingresadas a laboratorio de Agrocalidad para realizar la medición de los parámetros físico-químicos del suelo.

En la Tabla 8 se muestra los parámetros medidos en las muestras de suelo enviadas al laboratorio, señalando el método de análisis y la unidad de medición de dicho parámetro.

**Tabla 8.** Parámetros físico-químicos analizados

<b>Parámetro</b>	<b>Método de Análisis</b>	<b>Unidad</b>
pH	Potenciómetro	
Materia Orgánica	Volumétrico	%
Nitrógeno	Volumétrico	%
Fosforo (P)	Colorímetro	ppm
Potasio (K)	Absorción Atómica	cmol/kg
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	cmol/kg
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	cmol/kg
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm
Conductividad eléctrica	Conductímetro	dS/m

### **3.2. COMPARACIÓN DEL SUELO**

Para realizar la comparación de resultados se recolectaron 3 muestras testigo en una zona donde no existía la presencia del gasterópodo, el lugar presentaba a simple vista características diferentes al del lugar de estudio.

Para la determinación de la influencia del gasterópodo en la calidad del suelo se realizó la compilación de tablas que contengan los rangos de concentración de los parámetros físico-químicos medidos en el laboratorio, como muestra la Tabla 9.

**Tabla 9.** Rangos de concentración de los parámetros físico-químicos medidos

Parámetro	Rango de concentración				
	Alcalino	Ligeramente alcalino	Neutro	Ligeramente ácido	Ácido
Potencial Hidrógeno (pH)	>8.50	7.50-8.00	6.60-7.40	5.60-6.50	<5.50

Conductividad Eléctrica (C.E.)	No salino	Ligeramente salino	Salino	Muy salino
	<2.000	<4.000	<8.000	>8.000

Materia orgánica (M.O.)	Bajo	Óptimo	Alto
	<1.00	1.50 - 2.50	>3.00
Nitrógeno	<29.00	30.00 - 59.00	>60.00
Fósforo	<10.0	11.0 - 20.0	>21.0
Potasio	<0.20	0.21 - 0.40	>0.50
Calcio	<3.00	4.00 - 10.00	>11.00
Magnesio	<0.99	1.00 - 2.00	>2.50
Hierro	<10.0	20.0 - 50.0	>55.0
Manganeso	<5.00	20.00 - 50.00	>55.00
Cobre	<1.80	1.90 - 3.50	>4.00
Zinc	<1.00	1.50 - 4.00	>4.50

Bertsch (1986), INIAP (2013)

En la Tabla 10 se muestra la clasificación de suelos establecida por Tamayo (2002), misma que se utilizó para establecer la calidad del suelo según los parámetros medidos en laboratorio.

**Tabla 10.** Clases de calidad del suelo

<b>Índice de calidad de suelos</b>	<b>Escala</b>	<b>Clases</b>
Muy alta calidad	0.80 - 1.00	1
Alta calidad	0.60 - 0.79	2
Moderada calidad	0.40 - 0.59	3
Baja calidad	0.20 - 0.39	4
Muy baja calidad	0.00 - 0.19	5

Tamayo Segarra (2002)

### **3.3. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT**

Para la caracterización del hábitat se utilizó una ficha de campo (ANEXO VIII); donde se colocó la información recolectada durante el mapeo de la zona de estudio, se identificaron y se escribieron los aspectos macroscópicos más relevantes del lugar.

La caracterización del hábitat de acuerdo a la especie identificada se realizó en base a recopilación bibliográfica y de información relevante de fuentes fidedignas en la red.

## **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS ANALIZADOS

En la tabla 11 se muestra los resultados generales de los parámetros físico-químicos medidos en las muestras enviadas al laboratorio de Agrocalidad (ANEXOS del IX al XX). Para el parámetro pH se observa que en general tienen una tendencia a ser un suelo ligeramente ácido. En lo referente a materia orgánica, se verifica que las muestras testigo son aquellas que muestran los valores más altos; el nitrógeno, fósforo, hierro, manganeso, cobre y zinc muestran un comportamiento similar al de la materia orgánica.

**Tabla 11.** Resultados de los parámetros físico químicos medidos

CÓDIGO	pH
A1	5,41
A2	5,39
A3	5,39
B1	5,28
B2	5,58
B3	5,45
C1	5,35
C2	5,35
C3	5,44
X	5,43
Y	4,94
Z	5,65

Parámetro	Rango de concentración				
Potencial Hidrógeno (pH)	Alcalino	Ligeramente alcalino	Neutro	Ligeramente ácido	Ácido
	>8.50	7.50-8.00	6.60-7.40	5.60-6.50	<5.50



CÓDIGO	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
A1	2,72	0,14	4,1	0,14	17,10	3,44	102,2	32,55	4,86	2,31
A2	5,51	0,28	>3,5	0,17	14,30	3,52	160,8	32,73	5,78	2,71
A3	5,56	0,28	5,1	0,17	14,40	3,37	256,8	59,23	6,28	2,59
B1	4,54	0,23	>3,5	0,15	14,10	3,96	183,9	42,03	5,50	2,82
B2	3,85	0,19	3,6	0,11	7,56	3,08	225,7	22,72	5,58	2,46
B3	6,44	0,32	>3,5	0,22	11,70	4,26	184,7	63,69	6,36	2,96
C1	6,99	0,35	>3,5	0,26	14,20	3,39	234,6	42,05	6,41	3,31
C2	5,76	0,29	>3,5	0,18	13,90	3,69	172,6	45,57	6,40	3,72
C3	4,20	0,21	3,5	0,14	13,50	4,30	157,6	73,56	5,32	2,58
X	4,20	0,21	6,7	0,09	6,98	1,40	336,3	35,94	6,93	2,92
Y	15,09	0,75	7,3	0,17	2,75	1,24	555,2	21,50	6,63	2,55
Z	19,30	0,96	12,3	0,25	11,50	1,29	812,5	89,04	11,15	5,82

Parámetro	Rango de concentración		
	Bajo	Óptimo	Alto
Materia orgánica (M.O.)	<1.00	1.50 - 2.50	>3.00
Nitrógeno	<29.00	30.00 - 59.00	>60.00
Fósforo	<10.0	11.0 - 20.0	>21.0
Potasio	<0.20	0.21 - 0.40	>0.50
Calcio	<3.00	4.00 - 10.00	>11.00
Magnesio	<0.99	1.00 - 2.00	>2.50
Hierro	<10.0	20.0 - 50.0	>55.0
Manganeso	<5.00	20.00 - 50.00	>55.00
Cobre	<1.80	1.90 - 3.50	>4.00
Zinc	<1.00	1.50 - 4.00	>4.50

CÓDIGO	C.E.
A1	0,135
A2	0,126
A3	0,112
B1	0,143
B2	0,059
B3	0,091
C1	0,152
C2	0,116
C3	0,090
X	0,051
Y	0,141
Z	0,162

Conductividad Eléctrica (C.E.)	No salino	Ligeramente salino	Salino	Muy salino
	<2.000	<4.000	<8.000	>8.000

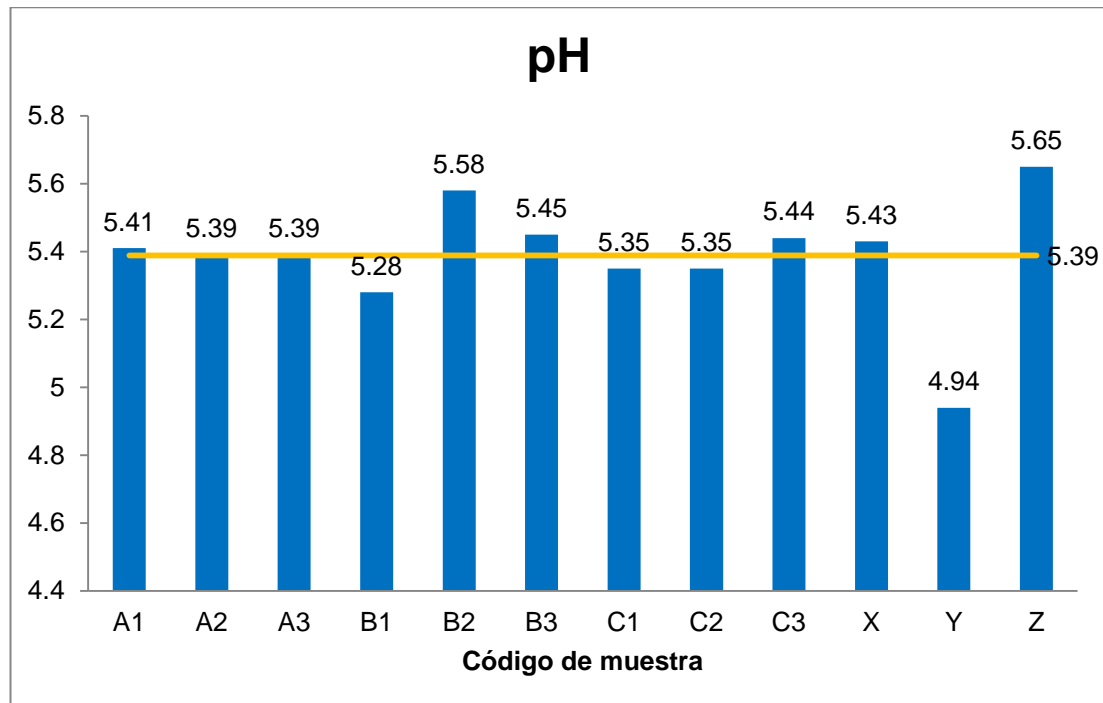
La conductividad eléctrica es un parámetro que muestra un comportamiento completamente diferente al de los otros medidos, se observan valores que no muestran una tendencia común, sino más bien un comportamiento aleatorio.

Por otro lado, el potasio y el calcio, muestran valores similares entre las muestras testigo y las muestras de suelo recogidas en el cuadrado donde existía la presencia de *Lissachatina fulica*. En el caso del magnesio, éste refleja un comportamiento inverso al del común de los parámetros, los testigo muestran valores más bajos que de los de la zona de estudio con el macroinvertebrado terrestre identificado.

#### 4.1.1. pH

En la figura 5 se puede evidenciar que se registra un comportamiento similar en todas las muestras, tienen un pH que va entre ligeramente ácido y ácido en la muestra Y. El valor mínimo se registra en la muestra testigo "Y" donde también existe una deficiencia de magnesio y calcio, asociando a dicho valor la deficiencia de los dos nutrientes esenciales. Por otro lado, el valor máximo

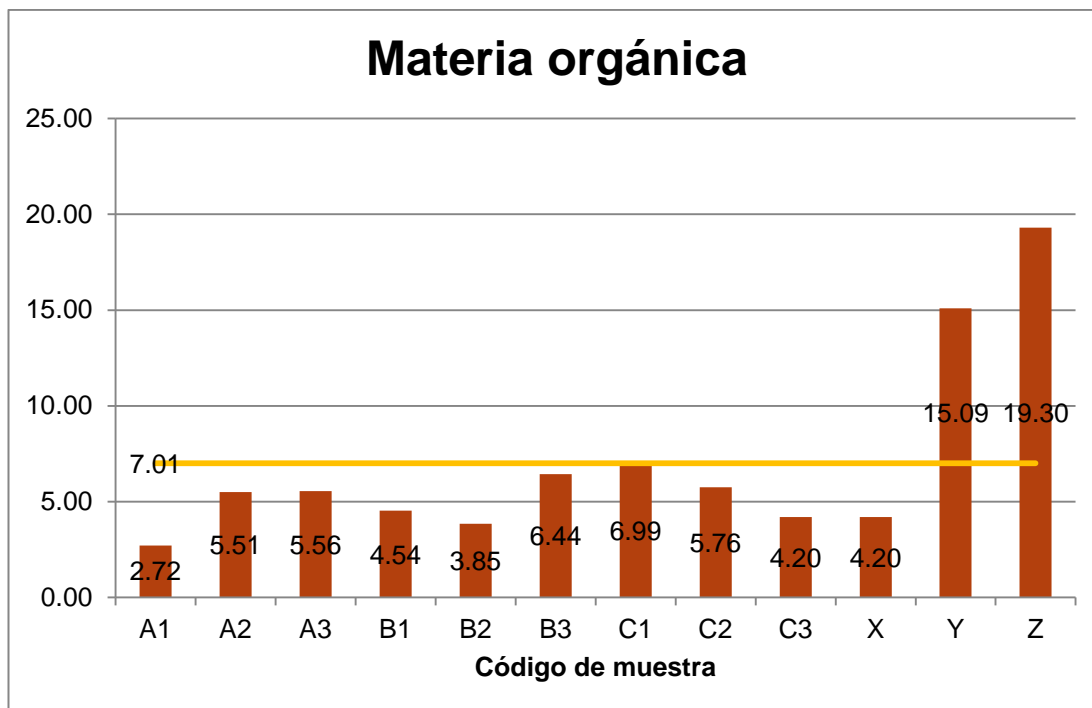
se registra en la muestra testigo “Z” que suplente las deficiencias de nutrientes como el magnesio con un alto valor de potasio. El pH promedio es 5.39.



**Figura 5.** Parámetro pH

#### 4.1.2. MATERIA ORGÁNICA

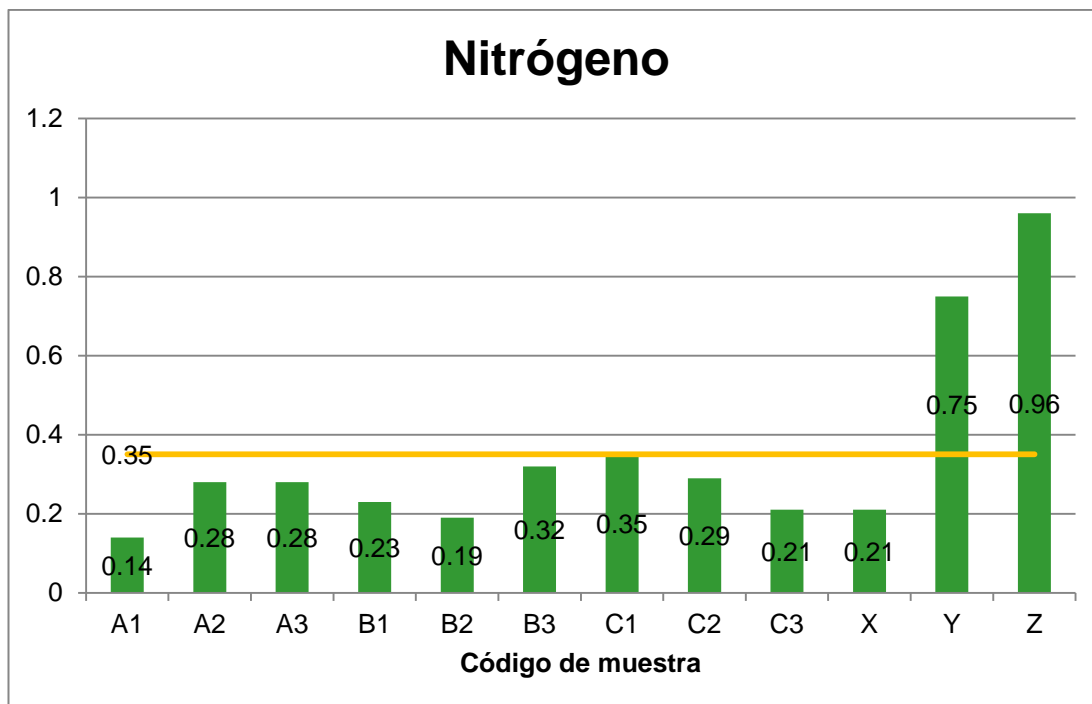
Como se observa en la Figura 6, los valores de materia orgánica registrados en las muestras de suelo son bajos debido a la necesidad del gasterópodo de consumir dicha materia como alimento; en las muestras testigo Y y Z, se evidencian valores altos de materia orgánica debido a la presencia de hojarasca; por otro lado, la muestra testigo X tiene un valor similar al registrado en las muestras obtenidas del cuadrante, puesto que en esta zona no existía presencia de hojarasca, sino que por el contrario había solamente rocas. El valor máximo registrado es 19.30 en la muestra testigo Z; la muestra A1 muestra el valor de materia orgánica mínimo que es 2.72. El valor promedio de materia orgánica es 7.01.



**Figura 6.** Parámetro materia orgánica

#### 4.1.3. NITRÓGENO

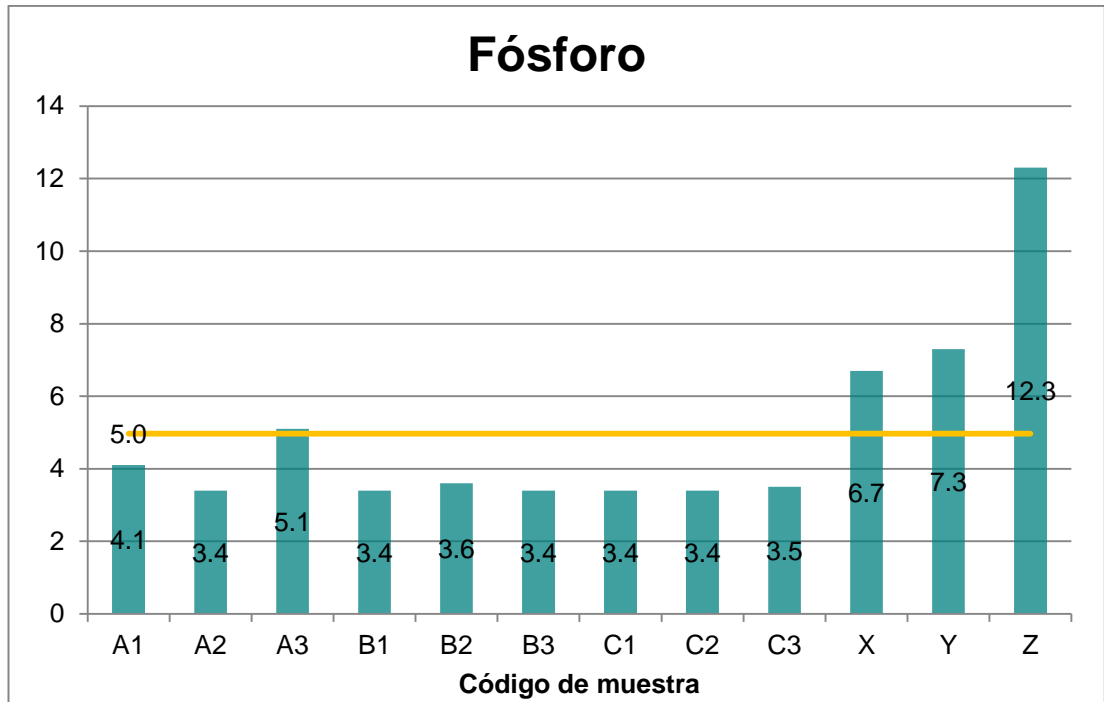
El nitrógeno es utilizado por el molusco gasterópodo encontrado en forma de ácido úrico como medio de protección frente a la escasez de agua, lo que se ve reflejado en la Figura 7 que muestra valores bajos desde el suelo del cuadrante A1 hasta el cuadrante C3. El autor Hill define esta deficiencia de nitrógeno como evidencia de la acumulación de éste en forma de ácido úrico y purinas como guanina y xantina en los riñones del gasterópodo terrestre encontrado. La muestra X también registra un valor bajo de nitrógeno debido principalmente a que ésta fue la muestra testigo más cercana a la zona de muestreo. El valor máximo registrado es 0.96 que se identifica en la muestra testigo Z; la medición mínima se registra en la muestra A1 con un valor de 0.14, en este cuadrante se identificó uno de los ejemplares más grandes del lugar de estudio. El nivel de excreción de nitrógeno de *Lissachatina fulica* es bastante bajo en relación con la excreción del elemento fósforo. El valor promedio para el parámetro nitrógeno es 0.35.



**Figura 7.** Parámetro nitrógeno

#### 4.1.4. FÓSFORO

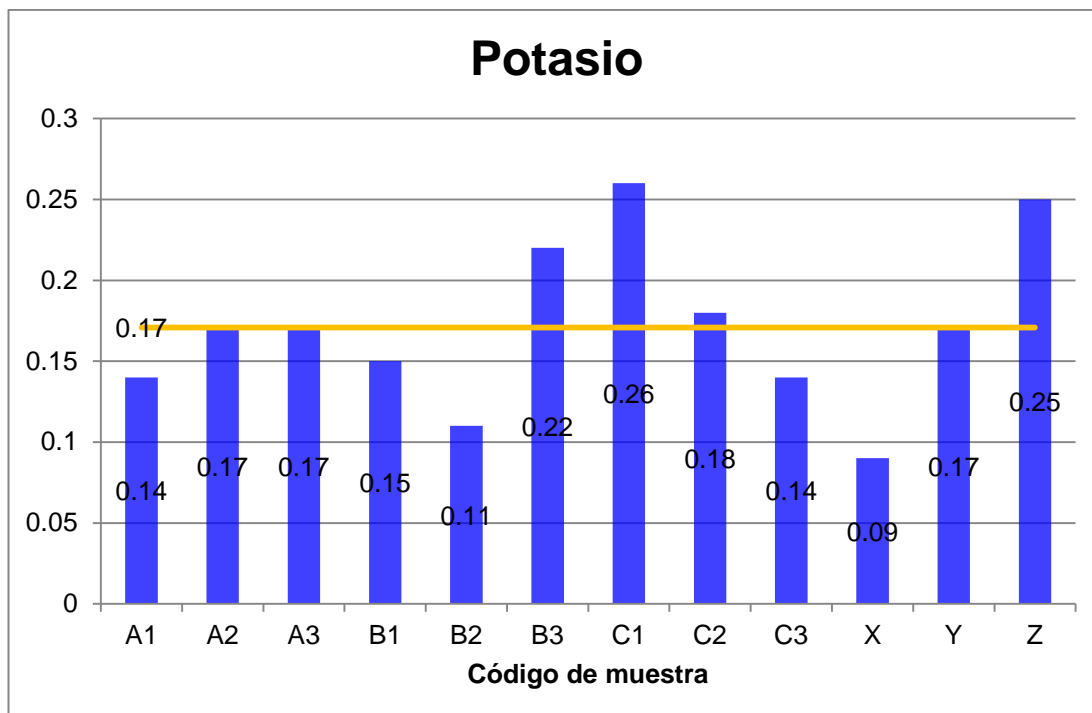
En la Figura 8 se observa que las muestras A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2 y C3 están bajo el valor promedio que es 5.0, principalmente debido a que el fósforo también forma parte de la dieta de *Lissachatina fulica*; sin embargo, presenta valores mucho más elevados que los del nitrógeno puesto que éste no es un nutriente retenido en el organismo de los macroinvertebrados. El fósforo como producto de la excreción del molusco muestra niveles más altos que los del nitrógeno. En las muestras testigo X, Y, Z, existe mayor concentración de este elemento debido a la ausencia de *Lissachatina fulica*, evitando de esta manera la competencia que se genera entre dicha especie y plantas, permitiendo que el nutriente se encuentre disponible en formas solubles solamente para las plantas, convirtiéndose también en un elemento limitante del crecimiento del espécimen invertebrado. El promedio de fósforo es 5.0. El valor más alto, 12.3, se registra en la muestra Z y el valor mínimo, 3.4, se registra en las muestras A2, B1, B3, C1 y C2.



**Figura 8.** Parámetro fósforo

#### 4.1.5. POTASIO

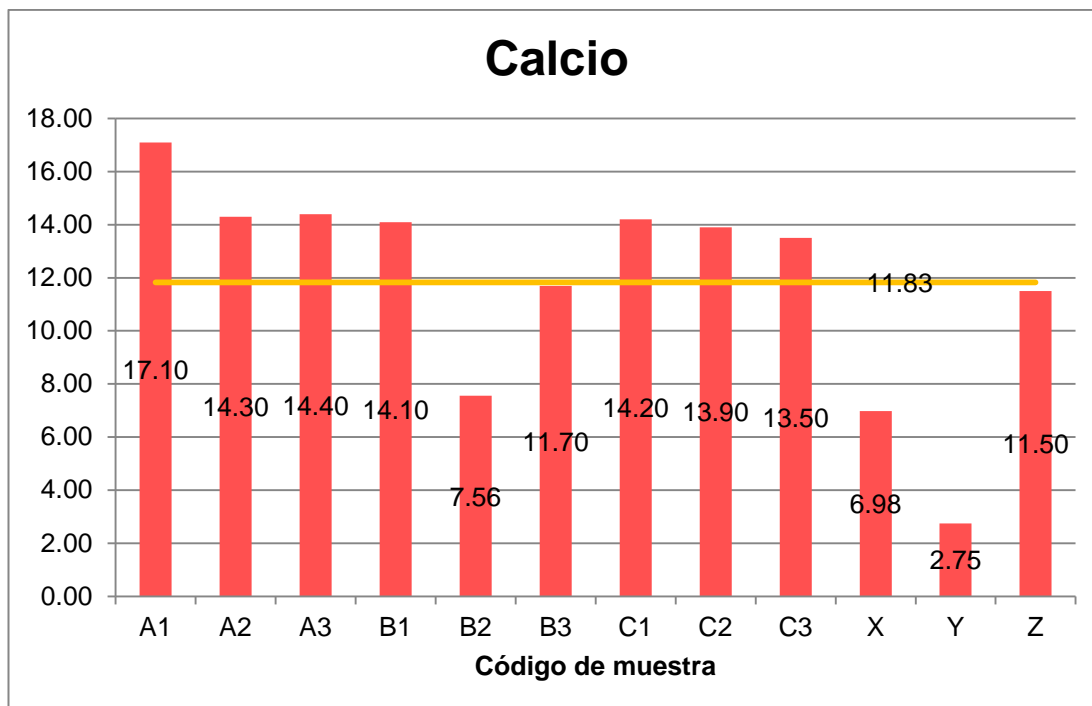
No existen estudios que muestren que el potasio es un nutriente esencial para el gasterópodo, por lo que no se puede identificar claramente si su ausencia puede mostrar cambios significativos en la composición edáfica, como se verifica en la Figura 9. La variación de los valores medidos de este nutriente se debe a que, al no ser utilizado en gran medida por el macroinvertebrado encontrado, se encuentra disponible para las plantas que sí lo utilizan para su crecimiento y desarrollo, es decir que la distribución de este nutriente a través del terreno en estudio varía según las necesidades de las plantas cercanas. El valor de potasio más alto es 0.26 y se registra en la muestra *C1*; mientras que el valor mínimo, 0.09, se presenta en la muestra testigo *X* que básicamente era un suelo sin plantas, solamente con rocas. El promedio de potasio es 0.17.



**Figura 9.** Parámetro potasio

#### 4.1.6. CALCIO

Como se detalla en la Figura 10, los altos valores de calcio en las muestras A1, A2, A3, B1, C1, C2 y C3 se encuentran sobre el promedio que es 11.83; dicho comportamiento se debe a que este nutriente no es de utilidad cuando el molusco gasterópodo *Lissachatina fulica* ya alcanza la madurez y tiene formada la concha que es parte de su anatomía y, al mismo tiempo, constituye su vivienda. El calcio en general muestra altos valores ya que estos moluscos no lo utilizan como parte de su alimentación; además, este nutriente es de lenta movilidad en las plantas, por eso es que existe acumulación del elemento. El valor mínimo registrado es 2.75 y se encuentra en la muestra testigo Y, por otro lado el valor máximo se registra en la muestra A1, el mismo que es 17.10.

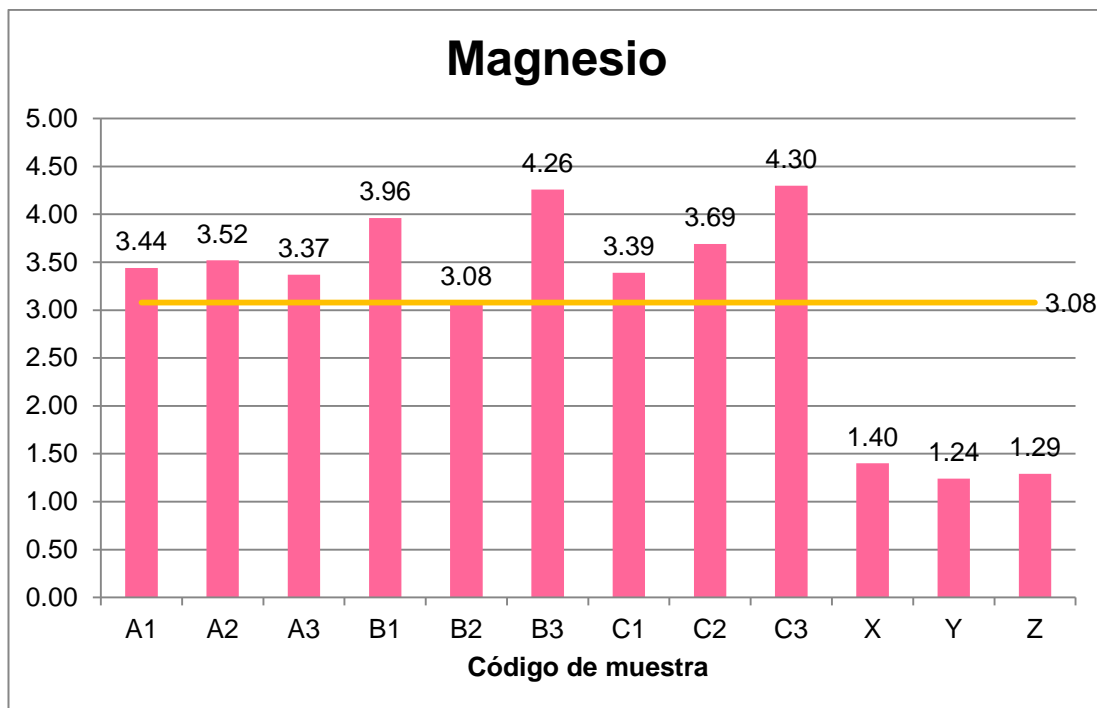


**Figura 10.** Parámetro calcio

#### 4.1.7. MAGNESIO

En la Figura 11 se muestra el comportamiento inverso del magnesio con relación a la utilización del mismo como parte del metabolismo del macroinvertebrado identificado. En la zona de muestreo, donde existía la presencia de dicho moluscos se observan altos valores de magnesio, incluso sobre el promedio 3.08; indicando que no es un elemento esencial para la nutrición de estos animales. Contrario a eso, en las muestras testigo, se observa un valor inferior puesto que es un nutriente indispensable para las plantas, sobre todo en lo referente al proceso de fotosíntesis, por lo tanto no existe gran cantidad disponible del elemento. La muestra C3 tiene el valor más alto registrado, 4.30, mientras que la muestra Y tiene un valor de 1.24 que se registra como el valor mínimo del parámetro magnesio.

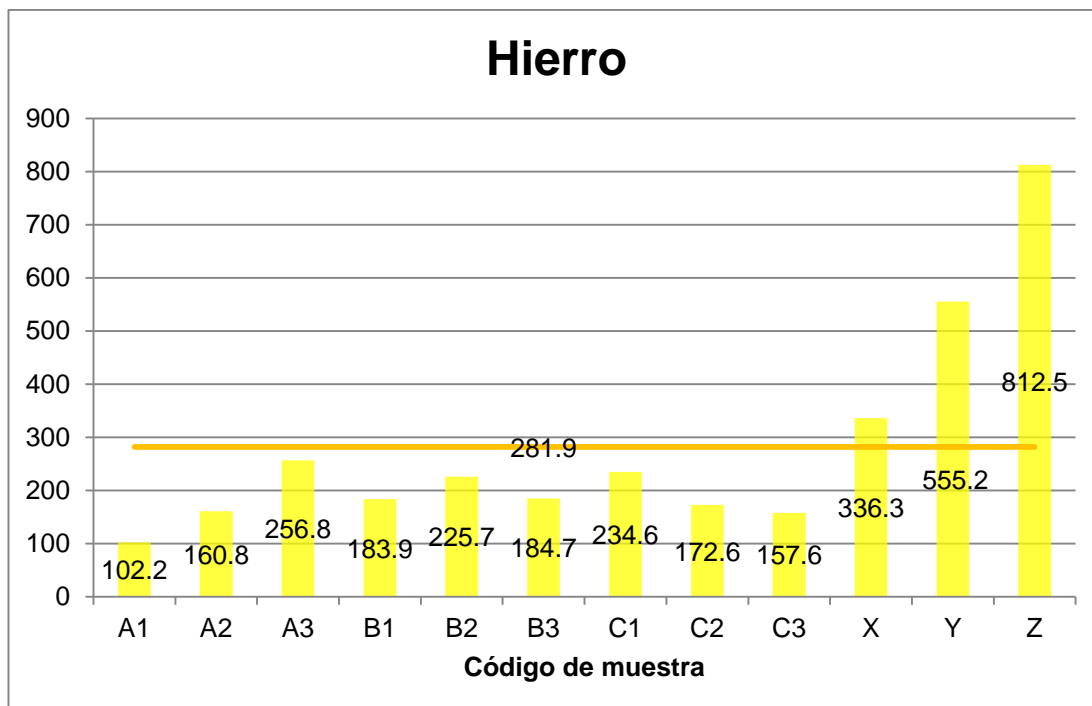




**Figura 11.** Parámetro magnesio

#### 4.1.8. HIERRO

El hierro muestra un comportamiento similar a la mayoría de los elementos; como se muestra en la Figura 12, la cantidad de hierro en el área de los cuadrantes refleja valores inferiores al promedio, 281.9, debido a que el hierro es necesario para la formación de las hileras de dientes que componen la rádula, estos dientes poseen una capa de hierro que les brinda resistencia. Esta estructura está localizada en la base de la boca del gasterópodo, lo que facilita su alimentación pues raspa el alimento y le permite digerirlo. El valor de hierro es bastante alto para las muestras X, Y y Z debido a que este elemento se encuentra presente en la capa terrestre como  $Fe^{3+}$ , misma que no es de utilidad para las plantas, pues necesitan hierro de forma ferrosa que es fisiológicamente más útil y necesaria. El valor más bajo de hierro se observa en la muestra A1 que es 102.2, y el valor más alto es 812.5 que se identifica en la muestra Z.

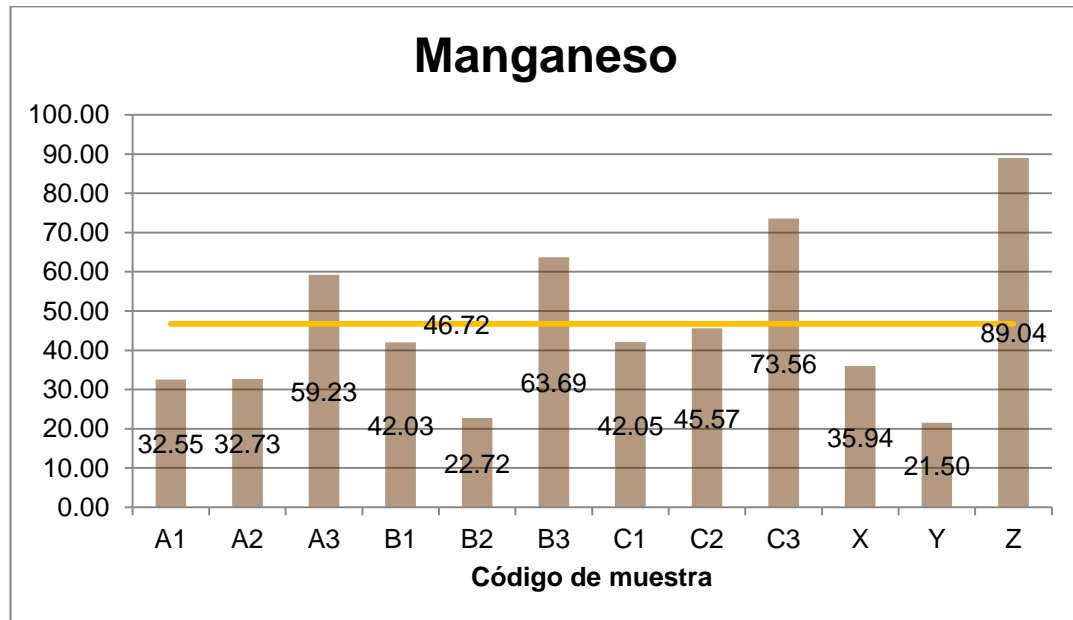


**Figura 12.** Parámetro hierro

#### 4.1.9. MANGANESO

El manganeso no muestra un comportamiento similar en todas las muestras recolectas, como se muestra en la Figura 13. Se observa que el promedio de medición del parámetro es 46.72; los valores más alto y más bajo son 21.50 y 89.04, registrados en las muestras Y y Z, respectivamente. A pesar de que existe una estrecha relación entre el hierro y el manganeso, en este caso no se puede establecer dicha relación pues los valores emitidos para el manganeso son muy dispersos. Los valores bajos de este nutriente se registran en los cuadrantes A y B que fueron los que mostraron mayor presencia del gasterópodo, mismo que utiliza el nutriente como parte de su alimentación. Los valores del cuadrante C muestran altos valores debido a que en esa zona no existían muchos ejemplares del macroinvertebrado. En la muestra X el valor de manganeso medido es inferior al promedio debido a la presencia de pocas plantas pequeñas que utilizan el elemento como nutriente. El valor de la muestra Y también se encuentra bajo el promedio,

pero muestra un rango de concentración mayor que el anterior debido a la presencia de gran cantidad de plantas cuyas hojas y raíces lo utilizan.

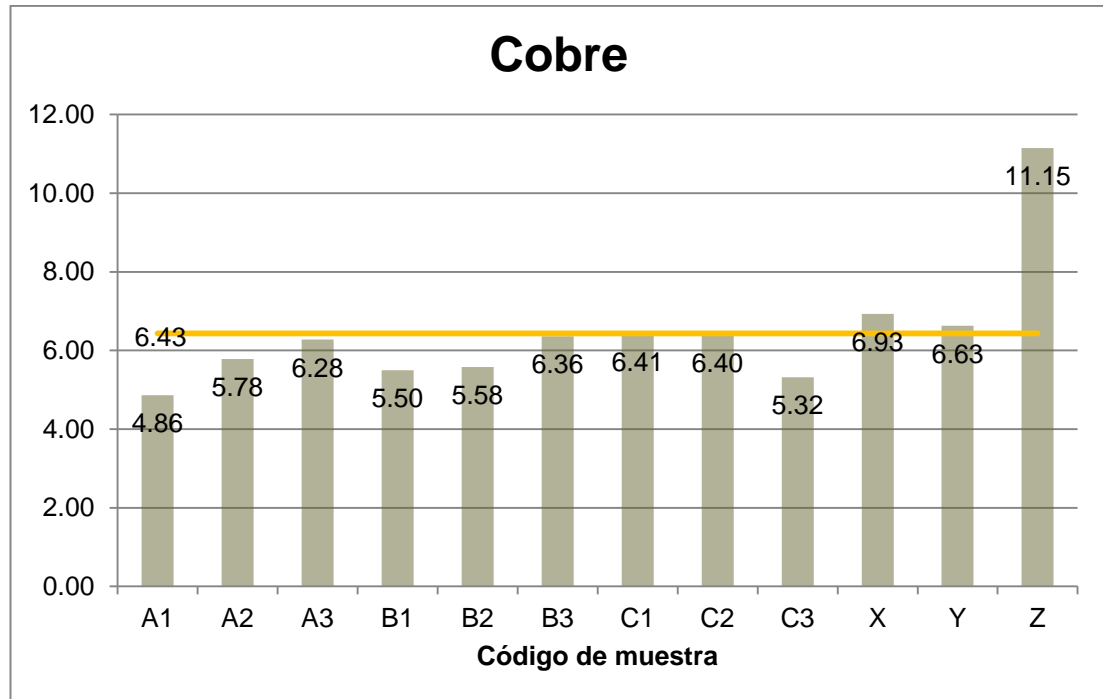


**Figura 13.** Parámetro manganeso

#### 4.1.10. COBRE

Como se evidencia en la Figura 14, las muestras de los 9 cuadrantes de muestreo se encuentran bajo el promedio que es 6.43; situación que se debe a que este metal es utilizado en la dieta alimenticia de la especie de molusco gasterópodo encontrada, y al mismo tiempo se almacena en el hígado de éste, por lo que no produce elementos de excreción. Las muestras testigo reflejan valores sobre el promedio debido a que en estos suelos ligeramente ácidos no es posible que este elemento sea absorbido fácilmente por las plantas que se encuentran en cada zona testigo. Existen varios estudios que declaran que existe un comportamiento antagónico entre el cobre y el zinc; sin embargo, en este caso específico muestran la misma forma de actuar, principalmente debido a que no existen organismos que compitan por

cualquiera de los nutrientes, además de que no son nutrientes indispensables tanto para el gasterópodo como para las plantas.

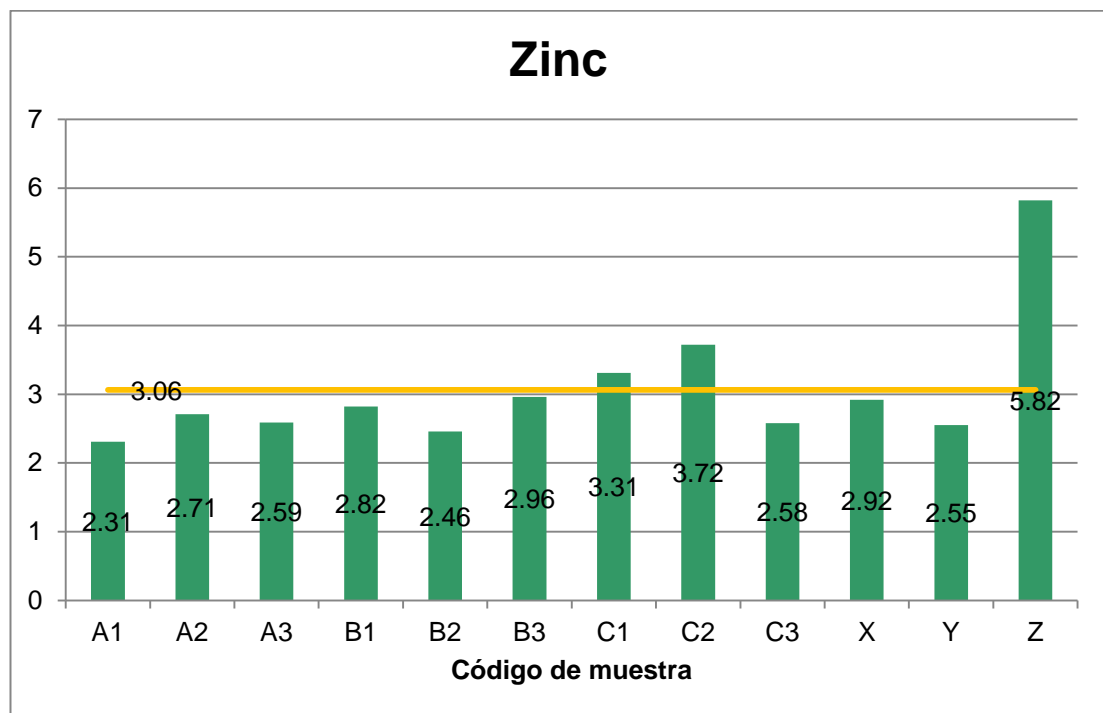


**Figura 14.** Parámetro cobre

#### 4.1.11. ZINC

En la Figura 15 se observa que el promedio de las mediciones realizadas del parámetro zinc es 3.06. La mayoría de muestras se encuentran bajo el promedio, excepto el valor más alto que se registra en la muestra Z que tiene un rango de concentración de 5.82 porque en esa zona en específico no existía la presencia del macroinvertebrado, y las plantas que se encuentran en el lugar utilizan este micronutriente esencial en cantidades muy pequeñas. Las muestras C1 y C2 también se encuentran sobre el promedio, reflejando la ausencia del molusco gasterópodo terrestre de la zona de estudio. Las muestras que registran valores bajo el promedio muestran ese comportamiento debido a que dicho gasterópodo utiliza el

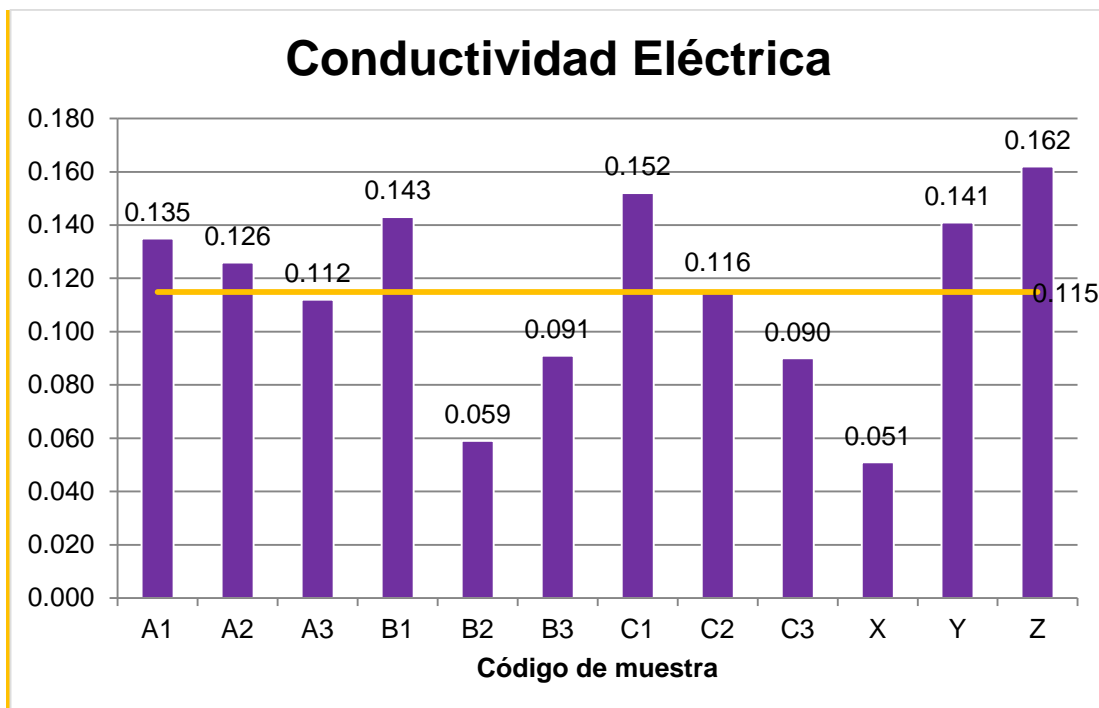
nutriente como parte de su alimentación, almacenándolo también en el hígado y músculo, además de que no genera productos de excreción que contengan residuos de zinc. El valor mínimo registrado es 2.31 que es el de la muestra A1.



**Figura 15.** Parámetro zinc

#### 4.1.12. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica, como se muestra en la Figura 16, muestra un comportamiento bastante desigual debido a la concentración de sales en el suelo; pero no muestra una tendencia lineal, por el contrario refleja un comportamiento bastante alterado. Los cambios drásticos muestran que las sales se encuentran distribuidas de manera indistinta, y que realmente no son indispensables para el desarrollo tanto de plantas como de *Lissachatina fulica*.



**Figura 16.** Parámetro conductividad eléctrica

## 4.2. COMPARACIÓN DE SUELO

Para el análisis y comparación que existe entre el suelo con presencia del gasterópodo, y el que no tiene la especie identificada se contó con el parámetro de la calidad de dichos suelos mediante la calificación otorgada en las Tablas 12 y 13.

**Tabla 12.** Valores promedio de los parámetros físico-químicos medidos en el área de los cuadrantes donde existía la presencia del gasterópodo *Lissachatina fulica*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor indicador promedio</b>
pH	5.40
Materia orgánica	5.06
Nitrógeno	0.25
Fósforo	3.7
Potasio	0.17
Calcio	13.42
Magnesio	3.67
Hierro	186.5
Manganeso	46.01
Cobre	5.83
Zinc	2.83
Conductividad eléctrica	0.114

**Tabla 13.** Valores medidos de los parámetros físico-químicos para las muestras testigo donde no existía la presencia del gasterópodo

<b>Parámetro</b>	<b>Valor indicador promedio</b>
pH	5.34
Materia orgánica	12.86
Nitrógeno	0.64
Fósforo	8.77
Potasio	0.17
Calcio	7.08
Magnesio	1.31
Hierro	568.0
Manganeso	48.83
Cobre	8.24
Zinc	3.76
Conductividad eléctrica	0.118

Las Tablas 12 y 13 respectivamente muestran los valores promedio de las zonas con presencia del gasterópodo encontrado y los de la zona que no mostraba la existencia de los mismos. Obteniendo así los siguientes resultados:

ICS Zona 1 (gasterópodo presente) = 0.23

ICS Zona 2 (sin gasterópodo) = 0.57



La clara diferencia existente entre el ICS de la Zona 1 y de la Zona 2 indica que *Lissachatina fulica* crea competencia por los nutrientes disponibles en el suelo, obteniendo una ventaja que permite su crecimiento y desarrollo, revelando que dicho suelo es de baja calidad.

### **4.3. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT**

La ficha de campo utilizada para la descripción del lugar muestra a nivel macroscópico que la Zona 1 posee vegetación representativa bastante grande que brinda sombra al lugar, presencia de musgos y plantas que dan aspecto de un lugar húmedo.

En la zona de muestreo de los testigos se identificó que:

- X, no mostraba presencia de muchas especies vegetales grandes, más bien era un suelo con gran cantidad de rocas donde se deduce que la mayoría de nutrientes provienen del lavado de las rocas provocado por las constantes lluvias que tienen lugar en el sector.
- Y, indicaba la presencia de árboles endémicos de la zona, sin embargo son árboles que no reciben la ayuda de fertilizantes para su crecimiento, las diferencias claras entre los parámetros medidos en laboratorio radican en que las plantas no utilizan esos nutrientes en grandes cantidades, sino más bien en proporciones pequeñas que no representan cambios significativos en la composición del suelo.

- Z, esta área de muestreo mostraba la presencia de cañaverales silvestres que tampoco reciben intervención humana con la adición de fertilizantes o productos químicos. Las diferencias de nutrimentos de esta muestra con las de los cuadrantes, radica en la producción de azúcares por parte de los cultivos de caña, los valores registrados para esta muestra son en general elevados debido a que la caña no necesita de grandes cantidades de nutrientes para su desarrollo.

La especie de gasterópodo identificada fue *Lissachatina fulica*.



**Figura 17.** *Lissachatina fulica*

Correoso (2011)

Esta especie está clasificada dentro de:

**Reino:** Animalia

**Phyllum:** Mollusca

**Clase:** Gastropoda

**Subclase:** Pulmonata (Pulmonada)

**Orden:** Stylommatophora

**Suborden:** Sigmurethra

**Superfamilia:** Achatinoidea

**Familia:** Achatinoidea

**Género:** Lissachatina

**Especie:** *Lissachatina fulica* (*Achatina fulica*)

Esta especie endémica de África fue introducida en varias regiones tropicales alrededor del mundo, es indicadora del estado y funcionamiento de los ecosistemas frente a modificaciones debido a que tiene estrecha relación con las sales del suelo, por esta razón es utilizado como bioindicador ecológico confiable. Además permite prevenir enfermedades endémicas transmisibles puesto que esta especie es un vector de las mismas.

El ciclo biológico de la especie consiste en 5 fases: cópula, fecundación, oviposición, incubación y eclosión o período embrionario. Su vida se desarrolla en un ambiente húmedo que cuente con nutrientes importantes como calcio, mismo que es necesario para la creación de su concha. Además necesita de materia orgánica que consume como alimento.

El hábitat donde esta especie se encuentra tiene un rango de temperatura entre 20 y 26°C, un pH entre 5 y 6 (ligeramente ácido), y un alto contenido de humedad que va desde 73% hasta 87%. El suelo del lugar debe tener gran contenido de calcio, materia orgánica, y otros nutrientes que son utilizados como parte de su alimentación.

El ecosistema donde se desarrolla *Lissachatina fulica* presenta macroscópicamente rocas, ramas, restos de cosecha, musgos y hojas secas en descomposición. Las partes subterráneas de los árboles son destruidos por la especie de caracol hallada, utilizando los nutrientes e incluyéndolos en su metabolismo, pero al mismo tiempo va dañando y destruyendo las plantaciones. Es un lugar donde hay gran cantidad de árboles, creando un ambiente húmedo y oscuro donde el gasterópodo puede realizar sus hábitos de vida con normalidad.

El lugar donde habita esta especie de macroinvertebrado está protegida de las fuertes corrientes de aire gracias a los grandes árboles que lo rodean; aunque en gran parte los árboles son útiles para el caracol, también constituyen una especie con la que tienen que competir por nutrientes esenciales que se encuentran en el suelo, por ejemplo: hierro, magnesio, manganeso, zinc, entre otros.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

El molusco gasterópodo *Lissachatina fulica* es considerado indicador de baja calidad del suelo, principalmente porque consume los nutrientes del suelo, generando competencia y evitando de esa manera el desarrollo de otras especies, especialmente vegetales que de existir podrían contribuir a mejorar la calidad del suelo. De acuerdo a las características físico-químicas de calidad de suelo analizadas se puede concluir que por las variaciones obtenidas en las muestras testigo (zona 2) en comparación con las muestras del cuadrante principal donde existía el gasterópodo (zona 1), algunos de los indicadores constituyen la confirmación de lo anteriormente dicho:

El pH es ligeramente ácido en toda el área de estudio, lo que propicia el crecimiento del gasterópodo. La materia orgánica muestra valores bajos en el cuadrante principal debido a que ésta es utilizada por los macroinvertebrados para su alimentación. El nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio y manganeso son los principales nutrientes utilizados por el gasterópodo, dadas las variaciones encontradas, identificándolo como elemento indicador de la calidad edáfica por estar involucrados en el metabolismo del caracol. El potasio y el hierro registran valores similares en todas las muestras pues no es un elemento esencial para el desarrollo del gasterópodo. Los metales cobre y zinc también muestran comportamiento parecido ya que no son nutrientes esenciales ni para la especie en estudio ni para las plantas. En el estudio la conductividad eléctrica es un parámetro que no guarda relación con la variabilidad de la calidad del suelo porque no señala específicamente la relación entre las sales del suelo y el crecimiento de *Lissachatina fulica*.

El suelo en el que habitan es húmedo (73% a 87%) y tiene una temperatura que va de 20 a 25°C. Es un sustrato con gran cantidad de nutrientes, principalmente calcio, que es utilizado para la formación de la concha; materia orgánica utilizada para su alimentación y otros como zinc, hierro, magnesio, manganeso, cobre, y otros que intervienen en el metabolismo del gasterópodo. Las características de la zona de muestreo que mostraba la presencia del gasterópodo *Lissachatina fulica* fueron: grandes árboles que generan sombra, gran cantidad de agua, suelo bastante profundo y horizontes poco definidos.

Realizada la comparación de las zonas 1 (presencia del gasterópodo *Lissachatina fulica*) y 2 (no presencia de gasterópodos) se puede determinar lo siguiente: la zona 1 muestra en su mayoría valores promedio de indicadores inferiores a los de la zona 2. La materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, manganeso, cobre, zinc y la conductividad eléctrica son los parámetros físico-químicos que registran valores debajo del valor promedio registrado en la zona 2. El calcio y el magnesio de igual forma muestran valores promedio inferiores en la zona 2. En cuanto al pH de la zona 1 es mayor que el pH de la 2.

De acuerdo a lo anteriormente señalado y con base a la metodología establecida por Tamayo Segarra (2002), los valores promedio de cada zona se utilizaron para el cálculo del ICS y se registró un valor de 0.23 en la zona donde habitaba el molusco gasterópodo, señalando que la calidad edáfica es **baja**; por otro lado la zona que no mostraba la presencia del macroinvertebrado mostró **moderada calidad del suelo**, registrando un valor de 0.57.

La especie de gasterópodo correspondía a *Lissachatina fulica*. Tiene una concha externa muy grande que puede llegar a medir hasta 25 centímetros, el caracol africano es una especie invasora (plaga) de los cultivos y del suelo sobre el que viven.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Mantener un control riguroso de esta especie de gasterópodo pues, al mostrar que son indicadores de baja calidad edáfica, son considerados una plaga que puede fácilmente invadir otros lugares de la Estación Biológica y afectar la vegetación del lugar; se ha establecido una guía de control de la misma (ANEXO XXXIII).

Considerar otros parámetros físico-químicos que tengan más influencia sobre el gasterópodo para la determinación de la calidad del suelo, pues el potasio y la conductividad eléctrica no fueron parámetros de mucha utilidad para el estudio.

Llevar un registro sobre el crecimiento poblacional del gasterópodo para establecer líneas de acción y estrategias que permitan controlar esta plaga que puede resultar bastante perjudicial para las plantas del lugar.

Establecer con claridad dónde se encuentra la mayor población de este macroinvertebrado terrestre para determinar cuáles son las condiciones que permiten el desarrollo de esta especie animal.

Si se desea eliminar a *Lissachatina fulica* es necesario evitar el riego de la zona donde se encuentran pues prefiere zonas húmedas, aplicar cal y evitar por completo tener contacto directo con éstos. Si es necesario recogerlos, se debe utilizar guantes y colocarlo en un recipiente cerrado para su posterior incineración. No se debe aplastarlos pues podría salpicar mucosa que puede ser el vector causante de varias enfermedades y de parásitos que generarían enfermedades graves para el ser humano.



## GLOSARIO

C.E.	Conductividad eléctrica
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
Fe <sup>3+</sup>	Hierro férrico
ICS	Índice de calidad de suelo
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos)
PED	Formaciones de agregados de mayor tamaño
PD Y OT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
SAP	Laboratorio de Relación Suelo - Agua - Planta
SSDS	Soil Survey Division Staff
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente
USDA	United States Department of Agriculture  (Departamento de Agricultura de Estados Unidos)

## BIBLIOGRAFÍA

Abraham, K., Sergio, L., Laura, R., Artigas, D., & Álvaro, C. (2011). *Guía para la descripción e interpretación del perfil del suelo*. Recuperado el 2014 de julio de 28, de <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Curso%202014/Material/Guia%20descrip.%20suelos.pdf>

Aguilar Alínquer, B. (2011). *El suelo de cultivo y las condiciones climáticas*. Málaga: ICE.

Alcoverro Pedrola, T. R. (2011). *Gobierno de Canarias. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias*. Obtenido de La agricultura ecológica en Canarias: <http://www.icia.es/icia/download/pvegetal/propiedades%20del%20suelo%20santa%20ursula.pdf>

Almorox, J., López, F., & Rafaelli, S. (2010). *La degradación de los suelos por erosión hídrica. métodos de estimación*. Murcia: Edit.um.

Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Ecuador.

Avenza Álvarez, Á. (2014). *Preparación del medio de cultivo*. Málaga: IC.

Barreta, D., Brown, G. G., & Cardoso, E. J. (2010). Potencial da Macrofauna e Outras Variáveis Edáficas como Indicadores da Qualidade do Solo em Áreas com Araucaria Angustifolia. *Acta Zoológica Mexicana* , 1-17.

Bautista Cruz, A., Etchevers Barra, J., del Castillo, J. F., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas* , 90-97.

Casas Flores, R. (2011). *El suelo de cultivo y las condiciones climáticas*. Paraninfo.

Chávez Toledo, C. (noviembre de 2009). Módulo VIII: Contaminación del Suelo. Hermosillo, Sonora, México.

Correoso, M. (2011). *Land Snails Ecuador*. Recuperado el 4 de noviembre de 2014, de [http://landsnailecuador.blogspot.com/p/moluscos-introducidos-plagas\\_02.html](http://landsnailecuador.blogspot.com/p/moluscos-introducidos-plagas_02.html)

Correoso, M. (2011). *Land Snails Ecuador*. Recuperado el 4 de noviembre de 2014, de [http://landsnailecuador.blogspot.com/p/moluscos-introducidos-plagas\\_02.html](http://landsnailecuador.blogspot.com/p/moluscos-introducidos-plagas_02.html)

Costa, Z. (2013). La salud del suelo primera parte. *Revista EcoHabitar* , 1 (28), 3-5.

Crespo Pichardo, G. (2008). Triángulo de clase textural. México.

Cuezzo, M. G. (2009). Mollusca Gastropoda. En E. Domínguez, & H. R. Fernández (Edits.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología* (págs. 595 - 629). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Departamento de Edafología y Química Agrícola: Universidad de Granada. (30 de septiembre de 2014). *Información acerca del suelo*. Obtenido de [http://edafologia.ugr.es/programas\\_suelos/practclas/taxoil/comun/munsells.htm](http://edafologia.ugr.es/programas_suelos/practclas/taxoil/comun/munsells.htm)

Díaz-Iglesias, E., Adriano Padron, R., Báez-Hidalgo, M., & Nodas Cubas, F. (2001). Análisis Bioenergético de la Alimentación Natural en Juveniles de la Langosta Común *Panulirus argus* (LATREILLE, 1804): 2. Gasteropoda . *Revista Investigación Marina* , 1 (22), 27-32.

FAO. (2014). *Conservation Agriculture: Fertilidad del Suelo*. Obtenido de [http://www.fao.org/ag/ca/training\\_materials/cd27-spanish/sf/soil\\_fertility.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sf/soil_fertility.pdf)

FAO. (s.f.). *La Biota del suelo y la biodiversidad*. Recuperado el 26 de agosto de 2014, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112s/i0112s07.pdf>

FAO. (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Roma.

FAO. (2014). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Portal de suelos de la FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

FUNACH - ASCAPAM. (2002). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria:

[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061024153344\\_caracteristicas%20del%20suelo%20propiedades%20fisico-quimicos.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024153344_caracteristicas%20del%20suelo%20propiedades%20fisico-quimicos.pdf)

FUNPROVER. (2008). *FUNPROVER: Fundación Produce Veracruz*. Obtenido de <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Propiedades%20Fisica%20del%20Suelo.pdf>

Garavito Neira, F. (1974). *Propiedades Químicas de los Suelos* (Vol. X). Bogotá D.E.: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".

Giorgi, A., & Tiraboschi, B. (2000). Evaluación experimental del efecto de dos grupos de macroinvertebrados (anfípodos y gasterópodos) sobre algas epífitas. *Ecología Austral*, 9 (35), 35-44.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Madre Tierra. (2009). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial parroquia Madre Tierra*. Madre Tierra, Pastaza, Ecuador.

González Valdivia, N., Ochoa Ganoa, S., Pozo, C., Gordon Ferguson, B., Rangel Ruiz, L. J., Arriaga Weiss, S. L., y otros. (2011). Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista Biológica Trópico*, 59 (3), 1433-1451.

H. Congreso Nacional. (10 de septiembre de 2004). Ley de Gestión Ambiental. 4. Quito, Ecuador.

H. Congreso Nacional. (10 de septiembre de 2004). Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Quito, Pichincha, Ecuador.

Hermida, J., Outeiro, A., & Rodríguez, T. (1993). Aspectos ecológicos de *Vallonia pulchella* (Müller, 1774) (Gastropoda, Pulmonata). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* (4), 129-135.

Hernández, V. (05 de mayo de 2010). Las lluvias traen más caracoles y crece un 60% la venta de químicos. *elalmeria.es*, pág. Sección Almería.

Hill, R. W. (1980). Excreción del nitrógeno y otros aspectos del metabolismo del nitrógeno. En P. Harper & Row (Ed.), *Fisiología Animal Comparada* (J. Palomeque Rico, Trad., págs. 326-328). New York, Estados Unidos: Editorial Reverté, S. A.

Huerta, H. (septiembre de 2010). *Determinación de Propiedades Físicas y Químicas de Suelos con Mercurio en la Región de San Joaquín, QRO., y su Relación con el Crecimiento Bacteriano*. Querétaro, México.

INIAP. (2013). Quito.

Innovación y Cualificación, S. L., & Target Asesores, S. L. (2014). *Experto en Gestión Medioambiental*. Málaga: IC.

Institut Horticultura i Jardineria de Reus. (2014). *Propiedades Químicas del Suelo*. Obtenido de <http://www.hortojardi.com/segismundo/apuntsuelos-2.pdf>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2012). *Técnicas de Toma y Remisión de Muestras de Suelos*. Recuperado el 8 de noviembre de 2014, de [http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos/at\\_multi\\_download/file/T%C3%A9nicas%20de%20toma%20y%20remisi%C3%B3n%20de%20muestras%20de%20suelos.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos/at_multi_download/file/T%C3%A9nicas%20de%20toma%20y%20remisi%C3%B3n%20de%20muestras%20de%20suelos.pdf)

Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellín, Colombia.

Junta de Andalucía: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio. (2005). *Medio Físico*. Obtenido de [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/temas\\_ambientales/biodiversidad/habitats\\_y\\_ecosistemas/habitats\\_y\\_paisaje/publicaciones\\_y\\_eventos/altiplano\\_estepario/09\\_ALTIPLANO\\_cap%207C.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/biodiversidad/habitats_y_ecosistemas/habitats_y_paisaje/publicaciones_y_eventos/altiplano_estepario/09_ALTIPLANO_cap%207C.pdf)

Kass, D. C. (2012). Evaluación e Interpretación de la Fertilidad de los Suelos. En *Fertilidad de Suelos* (págs. 184-195). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Méndez-Estrada, V. H., & Monge-Nájera, J. (2007). *Costa Rica. Historia Natural*. San Jose: Universidad Estatal a Distancia San José.

Ministério Da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. (2007). *Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica* (2º Edición ed.). (K. Gentil, Ed.) Brasília, Brasil: MS.

Ministério Da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. (2007). *Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica* (2º Edición ed.). (K. Gentil, Ed.) Brasília, Brasil: MS.

Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2010). TULSMA. *Libro VI. Anexo 2* , 9-30.

Molero Baltanás, R. (2009). Empleo de bioindicadores en estudios de evaluación de la calidad ambiental. *Universidad de Córdoba: Departamento de Zoología* , 1-48.

Montenegro, H., & Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC.

Moreira Rovedder, A. P., Foletto Eltz, F. L., Drescher, M. S., Bergamo Schenato, R., & Antonioli, Z. I. (2009). Organismos edáficos como

bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. *Ciencia Rural* , 39 (4), 1051-1058.

Muro, E. (2009). *Calidad y salud del suelo. Enciclopedia*. Obtenido de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/CalidSalSuelo.htm>

Navarro, G., & Navarro, S. (2003). *Química Agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida*. México: Mundi-Prensa.

OECD: Organization for Economic Co-Operation and Development. (1993). Environment Monographs No. 83. *Core set of indicators for Environmental Performance Reviews*. París, Francia.: OECD.

Oxford Reference. (2009). Biological Species concept. En M. Allaaby, *Dictionary of Zoology* (pág. 10). Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.

Porta Jaume, López, M., & Poch, R. (2011). *Introducción a la edafología. Uso y Protección de suelos*. MAdrid: Mundi-Prensa.

Ramírez Ospitia, G. S. (enero de 2005). *Productividad Y Riesgos de Erosión del Suelo como factores importantes en La Gestión de Cuencas Tropicales*. Obtenido de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong\\_nal\\_06/tema\\_03/12\\_gloria\\_ramirez.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_03/12_gloria_ramirez.pdf)

Ramírez-Cañada, R. (noviembre de 2009). (Tesis inédita de doctorado). *Moluscos gasterópodos como bioindicadores en el Archipiélago Canario: de procesos naturales a causas antropogénicas* . Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria: Instituto Universitario de Sanidad A.

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo, Uruguay.

Sánchez V., J. (enero de 2007). *Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral de las Plantas: Conceptos Básicos*. Obtenido de

<http://academic.uprm.edu/dpesante/docs-agricultura/fertilidad%20del%20suelo.pdf>

Sánchez, P. (1981). *Suelos del Trópico: Características y manejo*. Costa Rica: IICA.

SAP. (2005). *Propiedades Físicas del Suelo*. Chile.

Singer, M. J., & Ewing, S. (2000). *Handbook of Soil Science*. En M. E. Sumner (Ed.), *Soil Quality* (págs. 271-298). Boca Raton, Florida, Estados Unidos: CRC Press.

Tamayo Segarra, C. F. (2009 de julio de 2002). *Metodología para calcular el índice de calidad de suelo. Caso de estudio*. , 1-11. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Universidad Tecnológica Equinoccial. (2009). *Pindo Mirador*. Recuperado el 18 de 05 de 2014, de <http://www.ute.edu.ec/Default.aspx?idSeccion=221&idCategoria=240>

Ureña Robles, R. (2007). *Departamento de Biología Funcional y Antropología Física*. Recuperado el 15 de noviembre de 2014, de *Metalotioneínas en peces y gasterópodos: su aplicación en la evaluación de la contaminación:* <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/9493/urena.pdf;jsessionid=8b0696ec054930507fb45e3a21ee01e1.tdx1?sequence=1>

USDA. (1993). SOIL SURVEY DIVISION STAFF (SSDS). *Soil survey manual. Handbook No. 18* , 437.

Zabala, M. S. (2012). *Biblioteca Digital FCEN-UBA*. Recuperado el 01 de diciembre de 2014, de [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_5291\\_Zabala.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_5291_Zabala.pdf)



## **ANEXOS**

## ANEXOS

### ANEXO I

Área de estudio, zona con gasterópodo *Lissachatina fulica*



### ANEXO II

Zona de recolección de muestra testigo X



### **ANEXO III**

Zona de muestreo de muestra testigo Y



### **ANEXO IV**

Zona de recolección de muestra testigo Z



## **ANEXO V**

Delimitación de la zona de estudio, metodología sugerida por el INTA



## **ANEXO VI**

Materiales utilizados para la delimitación del área de estudio



## ANEXO VII

### Recolección de las muestras de suelo



## ANEXO VIII

Ficha de campo utilizada para la observación de aspectos macroscópicos del lugar de estudio

Muestra N°:	
REGISTRO Y UBICACIÓN	
Número de registro:	
Perfil:	
Descripción del perfil:	
Fecha:	
Autora:	
Ubicación:	
Coordenadas:	
Elevación:	
FACTORES FORMADORES DEL SUELO	
Clima:	
Geomorfología y Topografía:	
Uso de tierra y vegetación:	
Material parental:	
Características superficiales:	
Horizontes y capas:	
Características del horizonte donde fue tomada la muestra:	

## ANEXO IX

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A1, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0923  
 Fecha emisión informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante:** Claudía Mosquera  
**Dirección:** Alelías Oe4-18 y Gualaquiza  
**Provincia:** Pichincha                      **Cantón:** Quito  
**Teléfono:** 0984440091  
**Correo Electrónico:**  
**N° Orden de Trabajo:** SFA-14-DSL-1426  
**N° Factura/Documento:** 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

<b>Tipo de muestra:</b> Suelo		<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo:</b> Caña - Árboles			
<b>Provincia:</b> Pastaza		<b>Coordenadas:</b>	<b>X:</b>
<b>Cantón:</b> Mera			<b>Y:</b>
<b>Parroquia:</b>		<b>Altitud:</b>	
<b>Muestreado por:</b>			
<b>Fecha de muestreo:</b>		<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 09-10-2014	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 09-10-2014		<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14800	A 1	pH	Potenciométrico		5.41
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	2.72
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.14
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	4.1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.14
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	17.10
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.44
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	102.2
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	32.55
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.86
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.31
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.335

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO X

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A1, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. Rusbel Jardín Chaves  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliáres y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



## ANEXO XI

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A2, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0924  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Claudia Mosquera

Dirección: Alelíes Oe4-18 y Gualaquiza

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984440091

Correo Electrónico:

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-1426

N° Factura/Documento: 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Caña - Árboles			
Provincia: Pastaza		Coordenadas: X:	
Cantón: Mera		Y:	
Parroquia:		Altitud:	
Muestreado por:			
Fecha de muestreo:		Fecha de inicio de análisis: 09-10-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 09-10-2014		Fecha de finalización de análisis: 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14801	A 2	pH	Potenciométrico		5.39
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	5.51
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.26
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	< 3.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.17
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	14.30
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.52
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	160.8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	32.73
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.78
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.71
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.126

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A2, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NÓ SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1

  
**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 TUMBACO, ECUADOR  
 Ing. Rusbel Jaramillo Chamba  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliare y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XIII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A3, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-841/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0925  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante:** Claudia Mosquera

**Dirección:** Aielies Oe4-18 y Gualaquiza

**Provincia:** Pichincha

**Cantón:** Quito

**Teléfono:** 0984440091

**Correo Electrónico:**

**N° Orden de Trabajo:** SFA-14-DSL-1426

**N° Factura/Documento:** 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

<b>Tipo de muestra:</b> Suelo		<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo:</b> Caña - Árboles			
<b>Provincia:</b> Pastaza		<b>Coordenadas:</b>	<b>X:</b>
<b>Cantón:</b> Mera			<b>Y:</b>
<b>Parroquia:</b>			<b>Altitud:</b>
<b>Muestreado por:</b>			
<b>Fecha de muestreo:</b>		<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 09-10-2014	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 09-10-2014		<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14802	A 3	pH	Potenciométrico		5.39
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	5.56
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.28
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	5.1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.17
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	14.40
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.37
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	256.8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	59.23
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	6.28
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.59
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.112

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XIV

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra A3, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. *[Firma]*  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliares y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XV

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B1, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0926  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante:** Claudia Mosquera

**Dirección:** Alelles Oe4-18 y Gualaquiza

**Provincia:** Pichincha

**Cantón:** Quito

**Teléfono:** 0984440091

**Correo Electrónico:**

**N° Orden de Trabajo:** SFA-14-DSL-1426

**N° Factura/Documento:** 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

<b>Tipo de muestra:</b> Suelo		<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo:</b> Caña - Árboles			
<b>Provincia:</b> Pastaza		<b>Coordenadas:</b>	<b>X:</b>
<b>Cantón:</b> Mera			<b>Y:</b>
<b>Parroquia:</b>			<b>Altitud:</b>
<b>Muestreado por:</b>			
<b>Fecha de muestreo:</b>		<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 09-10-2014	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 09-10-2014		<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14803	B 1	pH	Potenciométrico		5.28
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	4.54
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.23
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	< 3.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.15
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	14.10
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.96
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	183.9
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	42.03
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.50
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.82
				Conductividad Eléctrica	Conductímetro

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XVI

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B1, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. Rusbel Espinoza Quispe  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliare y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XVII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B2, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Informe N°: LN-SFA-E14-0927  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Claudia Mosquera

Dirección: Alelías Oe4-18 y Gualaquiza

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984440091

Correo Electrónico:

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-1426

N° Factura/Documento: 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Caña - Árboles			
Provincia: Pastaza		Coordenadas: X:	
Cantón: Mera		Y:	
Parroquia:		Altitud:	
Muestreado por:			
Fecha de muestreo:		Fecha de inicio de análisis: 09-10-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 09-10-2014		Fecha de finalización de análisis: 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14804	B 2	pH	Potenciométrico		5.58
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	3.85
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.19
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	3.6
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.11
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	7.56
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.08
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	225.7
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	22.72
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.58
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.46
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.059

Analizado por: Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XVIII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B2, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3,1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1,6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. Rusbeltrón Chamba  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliare y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



## ANEXO XIX

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B3, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0928  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Claudia Mosquera

Dirección: Alelíos Oe4-18 y Gualaquiza

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984440091

Correo Electrónico:

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-1426

N° Factura/Documento: 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Caña - Árboles			
Provincia: Pastaza		X:	
Cantón: Mera		Y:	
Parroquia:		Altitud:	
Muestreado por:			
Fecha de muestreo:		Fecha de inicio de análisis: 09-10-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 09-10-2014		Fecha de finalización de análisis: 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14805	B3	pH	Potenciométrico		5.45
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	6.44
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.32
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	< 3.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.22
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	11.70
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	4.26
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	184.7
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	63.69
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	6.36
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.96
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.091

Analizado por: Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XX

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra B3, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 Ing. Rusbel Jarro Salazar  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliar y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXI

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C1, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E1A-0929  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

**DATOS DEL CLIENTE**

**Persona o Empresa solicitante:** Claudia Mosquera  
**Dirección:** Alelles De4-18 y Gualaquiza  
**Provincia:** Pichincha                      **Cantón:** Quito  
**Teléfono:** 0984440091  
**Correo Electrónico:**  
**N° Orden de Trabajo:** SFA-14-DSL-1426  
**N° Factura/Documento:** 19426

**DATOS DE LA MUESTRA:**

<b>Tipo de muestra:</b> Suelo		<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo:</b> Caña - Árboles			
<b>Provincia:</b> Pastaza	<b>Coordenadas:</b>	<b>X:</b>	
<b>Cantón:</b> Mera		<b>Y:</b>	
<b>Parroquia:</b>		<b>Altitud:</b>	
<b>Muestreado por:</b>			
<b>Fecha de muestreo:</b>		<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 09-10-2014	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 09-10-2014		<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 20-10-2014	

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-1480E	C 1	pH	Potenciométrico		5.35
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	6.99
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.35
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	< 3.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.26
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	14.20
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.39
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	234.6
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	42.05
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	6.41
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3.31
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.152

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C1, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. Rusbel Jaramilla Chamba  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliares y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXIII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C2, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0930  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Claudia Mosquera

Dirección: Alelías Oe4-18 y Gualaquiza

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984440091

Correo Electrónico:

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-1426

N° Factura/Documento: 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Caña - Árboles			
Provincia: Pastaza		X: _____	
Cantón: Mera		Coordenadas: Y: _____	
Parroquia: _____		Altitud: _____	
Muestreado por: _____			
Fecha de muestreo: _____		Fecha de inicio de análisis: 09-10-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 09-10-2014		Fecha de finalización de análisis: 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14807	C 2	pH	Potenciométrico		5.35
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	5.76
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.29
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	< 3.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.18
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	13.90
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3.69
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	172.6
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	45.57
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	6.40
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3.72
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.116

Analizado por: Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXIV

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C2, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1



**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. Rosbel Hernández  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliare y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXV

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C3, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E34-0931  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Claudia Mosquera

Dirección: Alelíos Oe4-18 y Gualaquiza

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984440091

Correo Electrónico:

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-1426

N° Factura/Documento: 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Caña - Árboles			
Provincia: Pastaza		X:	
Cantón: Mera		Y:	
Parroquia:		Altitud:	
Muestreado por:			
Fecha de muestreo:		Fecha de inicio de análisis: 09-10-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 09-10-2014		Fecha de finalización de análisis: 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14808	C 3	pH	Potenciométrico		5.44
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	4.20
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.21
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	3.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.14
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	13.5
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	4.30
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	157.6
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	73.56
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.32
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.58
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.090

Analizado por: Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXVI

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra C3, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,8 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Tumbaco - QUITO  
 Ing. Rusbel Jarapinto Chamba  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliares y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



## ANEXO XXVII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra X, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0932  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante:** Claudia Mosquera  
**Dirección:** Alelíos De4-18 y Gualaquiza  
**Provincia:** Pichincha      **Cantón:** Quito  
**Teléfono:** 0984440091  
**Correo Electrónico:**  
**N° Orden de Trabajo:** SFA-14-DSL-1426  
**N° Factura/Documento:** 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

<b>Tipo de muestra:</b> Suelo		<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo:</b> Caña - Árboles			
<b>Provincia:</b> Pastaza		<b>Coordenadas:</b> X:	
<b>Cantón:</b> Mera		Y:	
<b>Parroquia:</b>		Altitud:	
<b>Muestreado por:</b>			
<b>Fecha de muestreo:</b>		<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 09-10-2014	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 09-10-2014		<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14809	X	pH	Potenciométrico		5.43
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	4.20
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.21
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	6.7
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.09
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	6.98
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.40
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	336.3
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	35.94
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	6.93
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.92
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.051

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXVIII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra X, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F001
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 Ing. Rusbeerto Chamba  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliar y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXIX

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Y, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Informe N°: LN-SFA-E14-0933  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Claudia Mosquera

Dirección: Alelies Oe4-18 y Gualaquiza

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984440091

Correo Electrónico:

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-1426

N° Factura/Documento: 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Caña - Árboles			
Provincia: Pastaza			
Cantón: Mera		Coordenadas:	X:
Parroquia:			Y:
Muestreado por:		Altitud:	
Fecha de muestreo:		Fecha de inicio de análisis: 09-10-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 09-10-2014		Fecha de finalización de análisis: 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14810	Y	pH	Potenciométrico		4.94
		Materia Orgánica	Volúmetrico	%	15.09
		Nitrógeno	Volúmetrico	%	0.75
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	7.3
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.17
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	2.75
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.24
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	555.2
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	21.50
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	6.63
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.55
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.141

Analizado por: Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXX

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Y, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.6	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. Rusbel Jaramila Cárdena  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliar y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXXI

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Z, hoja 1

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Informe N°: LN-SFA-E14-0934  
 Fecha emisión Informe: 20/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Claudia Mosquera

Dirección: Alelís Oe4-18 y Gualaquiza

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984440091

Correo Electrónico:

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-1426

N° Factura/Documento: 19426

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Caña - Árboles			
Provincia: Pastaza		X:	
Cantón: Mera		Y:	
Parroquia:		Altitud:	
Muestreado por:			
Fecha de muestreo:		Fecha de inicio de análisis: 09-10-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 09-10-2014		Fecha de finalización de análisis: 20-10-2014	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14811	Z	pH	Potenciométrico		5.65
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	19.30
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.96
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	12.3
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.25
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	11.50
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.29
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	812.5
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	89.04
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	11.15
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	5.82
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0.162

Analizado por: Daniel Bedoya, Wilson Castro, Luis Cacuango

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXXII

### Resultados de parámetros medidos en laboratorio para la muestra Z, hoja 2

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>Rev. 2</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	

Observaciones:

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 3.1	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 5	< 1.6	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	3.1 - 5.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	5.0 - 9.0	1.6 - 2.3	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 5.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 9	> 2.3	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASEGURAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 Ing. Rusbel Jarrojo Chamba  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliar y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## ANEXO XXXIII

### Guía de control del gasterópodo *Lissachatina fulica*

<p><b>RECOMENDACIONES:</b></p> <p>Es importante recordar en primer lugar que no se debe tocar los caracoles, en caso de hacerlo, manipularlos con guantes de látex y usando mascarilla.</p> <p>No utilizar molusquicidas, en primer lugar porque esta especie es resistente a este producto, además puede afectar a niños y mascotas.</p> <p>Eliminar restos de madera o materiales de construcción ya que pueden ser hábitat propicio para <i>Lissachatina fulica</i>.</p> <p>Una recomendación en zonas rurales es colectar los caracoles y colocarlos en recipientes plásticos, calentar agua a punto de ebullición y colocarla en el recipiente, repetir la acción 3 veces.</p> <p>Es necesario enterrar los moluscos en una zona alejada de cultivos y fuentes de agua, abrir un hueco de 4 metros de profundidad, agregar cal, luego los caracoles, después otra vez cal, así varias capas con la tierra; no compactar el suelo y agregar cal viva 2 metros alrededor del agujero. Carcar el lugar para que nadie se acerque.</p> <p>Evitar el contacto con su baba, especialmente las mucosaz de ojos, nariz y boca.</p>	<p><b>BIBLIOGRAFÍA:</b></p> <p>Academia Biomedica Digital. (diciembre de 2012). <i>Achatina fulica</i> (Bodwich, 1822) un posible problema de salud pública en Venezuela. Recuperado el 15 de octubre de 2014, de <a href="http://vita.e-ucv.ve/?module=articulo&amp;rn=105&amp;e=4671&amp;m=1&amp;e=4682">http://vita.e-ucv.ve/?module=articulo&amp;rn=105&amp;e=4671&amp;m=1&amp;e=4682</a></p> <p>Imaicaela Ordóñez, M. A. (2013). Universidad Técnica Particular de Loja. Recuperado el 20 de octubre de 2014, de <a href="http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6470/1/TE-SIS%20FINAL.pdf">http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6470/1/TE-SIS%20FINAL.pdf</a></p> <p>Martínez-Escarbassiere, R., Martínez, E. O., &amp; Castillo, O. (01 de mayo de 2008). Distribución geográfica de <i>Achatina</i> (<i>Lissachatina</i>) <i>fulica</i> (Rowdich, 1882). (<i>Gastropoda-Stylommatophora-Achatinidae</i>) en Venezuela. <i>Scielo</i>, 60(169).</p> <p>Muzzio Aroca, J. K. (2011). Instituto de Medicina Tropical "PEDRO KOURI". Recuperado el 5 de noviembre de 2014, de <a href="http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/7777/1/T-SENECYT-0362.pdf">http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/7777/1/T-SENECYT-0362.pdf</a></p> <p>Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2014). Sistema de Prevención, Monitoreo y Control del Caracol Gigante Africano (<i>Achatina fulica</i>). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas.</p>	<p></p> <p><b>¡NO NOS TOQUES, SOMOS PELIGROSOS!</b></p> <p></p> <p>Guía de control de <i>Lissachatina fulica</i> en la Estación Biológica Pindo Mirador</p> <p>Quito, febrero 2015.</p>
---	---	---

### ¿POR QUÉ SE DEBE CONTROLAR?

En primer lugar, al constituir un problema de salud pública, se debe controlar para evitar que los vectores que habitan en esta especie no se siga distribuyendo.

Además, genera daños a la agricultura, ya que puede proliferar rápidamente y además es capaz de alimentarse de varias especies vegetales, lo que terminaría destruyendo el ecosistema.

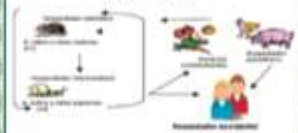
También es muy importante mantener un control exhaustivo sobre esta plaga debido a que altera las condiciones naturales del ecosistema, pudiendo adaptarse a cualquier ambiente en el que es introducido y afectando en gran medida a la diversidad biológica del lugar; desplazando a otras especies y alterando el equilibrio ecosistémico.

Cabe recalcar la importancia de asociar a los moluscos gasterópodos con alimento, es importante dar a conocer a la población sobre las diferencias entre esta especie y las especies comestibles.

### RIESGOS:

El caracol gigante africano es peligroso porque es un organismo hospedador intermediario de nematodos, mismos que por lo general parasitan a ratas, pero también pueden afectar al hombre, produciendo dolor abdominal, parasitosis intestinal, neumonía verminosa, esquistosomiasis, enfermedades inmunológicas, meningitis eosinofílica, entre otras.

Un gran problema ambiental asociado a la presencia de esta especie de gasterópodo es su voracidad hacia gran cantidad de cultivos; al mismo tiempo que produce grandes modificaciones en la composición del suelo, generando competencia con otros organismos animales y vegetales que habitan el mismo ecosistema.



*Lissachatina fulica* como vector de transmisión de enfermedades

### HISTORIA:

El molusco gasterópodo *Lissachatina fulica*, también conocido como caracol gigante africano, es originario de África Oriental donde es considerada una plaga invasora; también se ha expandido por el continente asiático, Oceanía, Europa y en América.

Fue introducido en el año 1939 en la isla de Hawaii, distribuyéndose por toda América del Norte donde pudo ser erradicada en los años 70, en 1984 invadió Costa Rica, lo que permitió su distribución por América. Llegó a Ecuador en el 2005 a invadir los suelos y matar a especies animales y vegetales que compiten con ellos por nutrientes.



Distribución mundial de *L. fulica*