


	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-06</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 1</b>

Neiva, 11/11/2015

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito:

Jhon Eder Montero Espinosa, con C.C. No. 1.075.599.859, autor del trabajo de grado titulado Diagnostico de la Fertilidad de los Suelos del Departamento del Huila presentado y aprobado en el año 2015 como requisito para optar al título de

Ingeniero Agrícola;  
 autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

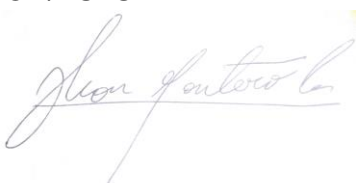
Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.





- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 3</b>

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Diagnostico de la Fertilidad de los Suelos del Departamento del Huila.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Montero Espinosa	Jhon Eder

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Torrente Trujillo	Armando

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Agrícola

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Ingeniería Agrícola

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2015






**NÚMERO DE PÁGINAS:** 56

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas\_\_ Fotografías\_\_ Grabaciones en discos\_\_ Ilustraciones en general\_\_ Grabados\_\_ Láminas\_\_  
 Litografías\_\_ Mapas\_\_ Música impresa\_\_ Planos\_\_**X**\_\_ Retratos\_\_ Sin ilustraciones\_\_ Tablas o  
 Cuadros\_\_**X**\_\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Adobe reader

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						   
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 3</b>

**MATERIAL ANEXO:**

Planos en PDF, de pH, Materia orgánica, Capacidad de intercambio catiónico y Fertilidad del departamento del Huila.

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):





**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Fertilidad de los suelos del Huila</u>	<u>soil fertility of Huila</u>
2. <u>parámetros químicos del suelo</u>	<u>chemical soil parameters</u>
3. <u>disponibilidad nutricional</u>	<u>nutritional availability</u>

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Se presenta un diagnóstico de fertilidad de los suelos del departamento del Huila, teniendo en cuenta los resultados del Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana-LABGAA, creando una base de datos que abarca información del 2005 al 2015, consignada en una matriz que en las columnas se encuentran los parámetros químicos (pH, carbón orgánico, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, bases totales, saturación de bases, azufre, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, acidez intercambiable, relación Ca/Mg, (Ca + Mg)/K y relación Mg/K) y como único parámetro físico la textura; y en las filas se agrupó por municipio con sus respectivos años. A esta matriz se le realizó un análisis estadístico paramétrico de tendencia central, de dispersión y asimetría, información que fue consignada en mapas de cada parámetro para observar y examinar el desarrollo de cada elemento en los suelos del departamento. Teniendo en cuenta los cultivos de siembra del departamento con su respectiva área y producción, se logró evaluar la disponibilidad de nutrientes del suelo para el cultivo, el estado y evolución del territorio huilense y cómo influye en esto el factor geográfico de topografía y climático de precipitación.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>3 de 3</b>

A diagnosis of soil fertility of Huila is presented, taking into account the results of the Soil Laboratory of the University Surcolombiana- LABGAA, creating a database that includes information from 2005 to 2015, contained in a matrix in columns are the chemical parameters (pH, organic carbon, cation exchange capacity, phosphorus, calcium, magnesium, sodium, potassium, total bases, base saturation, sulfur, iron, manganese, copper, zinc, boron, exchangeable acidity, relationship Ca / Mg (Ca + Mg) / K and Mg / K) as the only physical parameter and texture; and in the ranks he was grouped by municipality with their respective years. In this matrix was performed a parametric statistical analysis of central tendency, dispersion and asymmetry, information that was contained in each parameter maps to observe and analyze the development of each element in the soils of the department. Considering seed cultures department with their respective area and production was achieved assess the availability of soil nutrients for growing, the state and evolution of Huila territory and how it affects this geographic factor of topography and climate of precipitation.

**APROBACIÓN DE LA TESIS**

Nombre Jurado: Rodrigo Alberto Pachón Bejarano

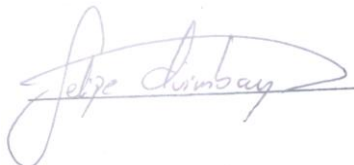
Firma:



FIRMA DEL JURADO

Nombre Jurado: Felipe Andrés Quimbaya Lasso

Firma:



**DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN EL  
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

JHON EDER MONTERO ESPINOSA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
NEIVA  
2015

**DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN EL  
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

JHON EDER MONTERO ESPINOSA

INFORME FINAL DE LA PASANTÍA SUPERVISADA PRESENTADO PARA  
OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

DIRECTOR  
ARMANDO TORRENTE TRUJILLO  
INGENIERO AGRÍCOLA Ph.D

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
NEIVA  
2015

Nota de Aceptación

---

---

---

---

RODRIGO PACHON BEJARANO  
Ing. Agrónomo MSc.  
Jurado

---

FELIPE ANDRES QUIMBAYA LASSO  
Ing. Agrícola  
Jurado

---

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO  
Ing. Agrícola, M.Sc., Ph.D.  
Director

Neiva, Noviembre de 2015

A mis padres y abuelos les dedico esta tesis, también hacen parte de este trabajo por su incondicional apoyo.

A mi hermano Peter.

A Alexandra que eres como mi hermana gracias por el apoyo que me has dado y por poder contar contigo siempre.

A Minoska Luna Roa que has estado conmigo en todo momento, gracias.



## AGRADECIMIENTOS

Al profesor **ARMANDO TORRENTE TRUJILLO**, por darme la oportunidad y el voto de confianza que deposito en mí, en el tiempo como estudiante.

Al profesor **RODRIGO ALBERTO PACHÓN BEJARANO**, por ser una mano amiga, y por el apoyo que me ha venido brindando.

Mis agradecimientos a **CLAUDIA PATRICIA VARGAS**, por tener la paciencia y la confianza que día a día deposito en mis capacidades.

A **FELIPE QUIMBAYA LASSO**, por querer hacer parte de este proyecto.

A mis buenos amigos **EDER OLIVEROS e IVÁN MÉNDEZ**, por los consejos, la ayuda que me brindaron y la compañía a través de este tiempo de trayectoria a ser profesional.

A **LEIDY VILLAREAL** y al personal del laboratorio de suelos por la ayuda que me brindaron y el conocimiento que me transmitieron en mi tiempo al lado de ellos.

A **ROSA ELVIRA ROA Y TALIHANA PIA**, Por su interés y buscar solución a los problemas que se pudieron presentar en el transcurso de mi proyecto de grado.

A **GENTIL ANDRÉS ESCOBAR**, Por la ayuda brindada y el aporte de sus conocimientos.

A todos los profesores del programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana que de una u otra forma ayudaron en mi formación académica y personal.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de ésta investigación.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	16
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	19
4.1 LOCALIZACIÓN .....	19
4.2 BASE DE DATOS .....	19
4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
4.3.1 ESTADÍSTICA PARAMÉTRICA DE TENDENCIA CENTRAL .....	20
4.3.2 ESTADÍSTICA DE DISPERSIÓN .....	20
4.3.3 ESTADÍSTICA DE ASIMETRÍA .....	20
<b>5. RESULTADOS Y ANÁLISIS</b> .....	21
5.1 MORFOLOGÍA Y RELIEVE .....	21
5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS .....	21
5.3 CLIMA DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA .....	22
5.5 ORDENES DE SUELOS IDENTIFICADOS EN EL HUILA .....	26
5.6 ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA.....	27
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	55



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relieve del departamento del Huila	20
Tabla 2. Altitud y temperatura de centros poblados y áreas de los municipios del departamento del Huila	22
Tabla 3. Uso de la tierra en el Huila	25
Tabla 4. Consolidados por subregión de la distribución porcentual de características químicas del suelo	28
TABLA 5. Requerimiento nutricional de los cultivos más importantes permanentes del Huila	42
TABLAS 6. Requerimiento nutricional de algunos cultivos importantes transitorios del Huila.	44

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág
Gráfica 1. pH de los suelos del departamento del Huila	29
Gráfica 2. pH en las subregiones del Huila	29
Gráfica 3. Materia orgánica (%) en suelos del departamento del Huila	31
Gráfica 4. Contenidos de materia orgánica (%) en las subregiones del Huila	37
Gráfica 5. Capacidad de intercambio catiónico ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) en suelos del Huila	33
Gráfica 6. Contenidos de Fósforo (ppm) en suelos del departamento del Huila	34
Gráfica 7. Concentración de Fósforo (ppm) por subregiones del Huila	34
Gráfica 8. Potasio ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) en suelos del departamento del Huila	35
Gráfica 9. Calcio ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) en suelos del departamento del Huila	35
Gráfica 10. Magnesio ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) en suelos del departamento del Huila	36
Gráfica 11. Sodio ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) en suelos del departamento del Huila	36
Gráfica 12. Concentración de Potasio ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) por subregiones del Huila	37
Gráfica 13. Niveles de Calcio ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) por subregiones del Huila	37
Gráfica 14. Niveles de Magnesio ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) por subregiones del Huila	38
Gráfica 15. Relación Ca/Mg por subregiones del Huila	39
Gráfica 16. Relación (Ca + Mg) / K por subregiones del Huila	40
Gráfica 17. Cinc (Zn) del Huila	40
Gráfica 18. Boro (B) en el departamento del Huila	41
Gráfica 19. Manganeso (Mn) en el departamento del Huila	41
Gráfica 20. Azufre (S) en el departamento del Huila	42

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Mapa de municipios y zonas del departamento del Huila	18
Figura 2. Temperatura media anual en el departamento del Huila	23
Figura 3. Mapa de pH del departamento del Huila	30
Figura 4. Mapa de materia orgánica en el departamento del Huila	32
Figura 5. Mapa de capacidad de intercambio catiónico en suelos del Huila	33
Figura 6. Mapa de fertilidad del Huila	45

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Plano de CIC en el departamento del Huila

Anexo B. Plano de pH en el departamento del Huila

Anexo C. Plano de materia orgánica en el departamento del Huila

Anexo D. Plano de fertilidad en el departamento del Huila

## RESUMEN

Se presenta un diagnóstico de fertilidad de los suelos del departamento del Huila, teniendo en cuenta los resultados del Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana- LABGAA, creando una base de datos que abarca información del 2005 al 2015, consignada en una matriz que en las columnas se encuentran los parámetros químicos (pH, carbón orgánico, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, bases totales, saturación de bases, azufre, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, acidez intercambiable, relación Ca/Mg,  $(Ca + Mg)/K$  y relación Mg/K) y como único parámetro físico la textura; y en las filas se agrupó por municipio con sus respectivos años. A esta matriz se le realizó un análisis estadístico paramétrico de tendencia central, de dispersión y asimetría, información que fue consignada en mapas de cada parámetro para observar y examinar el desarrollo de cada elemento en los suelos del departamento. Teniendo en cuenta los cultivos de siembra del departamento con su respectiva área y producción, se logró evaluar la disponibilidad de nutrientes del suelo para el cultivo, el estado y evolución del territorio huilense y cómo influye en esto el factor geográfico de topografía y climático de precipitación.

**Palabras clave:** Fertilidad de los suelos del Huila, Parámetros químicos del suelo, Disponibilidad nutricional.



## 1. INTRODUCCIÓN

El departamento del Huila basa la mayor parte de su economía en producción agropecuaria, teniendo como principal el cultivo de café con un área de siembra de 155.671,67 ha, en segundo lugar está el plátano con 24.921,3 ha y de tercer lugar el arroz con 14.980 ha, según datos obtenidos por la Gobernación del Huila y la Secretaría de Agricultura y Minería. Observatorio de Territorios Rurales. Evaluaciones Agropecuarias Municipales en el año 2014. En el departamento existe gran variedad de cultivos en hortalizas (frijol, ahuyama, alverja, habichuela, etc.) y especialmente en frutales como: caco, aguacate, badea, banano, curuba, cítricos, chulupa, guanábana, granadilla, lulo, mango, mora, maracuyá, piña, papaya, pitahaya, tomate de árbol, uva, gulupa, durazno, entre otros. Las condiciones naturales de topografía, suelo, clima y oferta hídrica superficial y subterránea le definen un buen potencial para el desarrollo.

La diversidad de suelos en el Departamento del Huila, localizado al sur de Colombia, es muy amplia debido a grandes variaciones en el clima que los origina, los organismos y la configuración del terreno, con grandes contrastes físicos de su geografía, cuyos suelos varían desde los semidesérticos del paisaje de Villavieja, Tello, Baraya, Colombia en el norte hasta los suelos muy lavados de Acevedo, Oporapa, Saladoblanco, San Agustín y Palestina al sur, tiene igualmente suelos profundos originados en los depósitos aluviales del Magdalena, los suelos de montaña de las Cordilleras Oriental, Central, con frecuencia superficiales y erodables, los suelos erodados dedicados a la ganadería extensiva en los piedemontes de las cordilleras, o los cubiertos de rastrojo o de bosque en las cumbres de las cordilleras mencionadas, los suelos fértiles del valle aluvial del río Magdalena y los suelos derivados de ceniza volcánica en las cordilleras y el gran macizo Colombiano.

Las características geológicas del departamento del Huila están estrechamente ligadas al origen y evolución de las cordilleras Central y Oriental, y en particular al desarrollo del valle alto del río Magdalena. Lo anterior está claramente reflejado en la gran variedad de paisajes típicos, tipos de relieve, diversidad de litologías, suelos y unidades morfoestructurales, producto de la fuerte actividad tectónica; evidenciada en la cantidad de fallas y la intensa actividad volcánica; los cambios climáticos durante las pasadas glaciaciones que produjeron procesos erosivos responsables del modelado de los diferentes paisajes sobre la parte alta de la

cordillera central. Las condiciones geográficas a que se ha hecho referencia propician la aparición general de suelos en los cuales la dominancia actual de climas cálidos y moderadamente secos en el valle superior del río Magdalena favorecen la presencia de elementos que, como las principales “bases de cambio” (Ca y Mg), fomentan su fertilidad, y en algunos casos (Mg) afectan la calidad de los suelos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el diagnóstico de fertilidad de los suelos en el departamento del Huila.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estructurar una base de datos de los análisis de suelos para fertilidad de los archivos existentes en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana.
- Organizar y clasificar los resultados de los análisis del Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana.
- Analizar e interpretar la información de suelos con fines del diagnóstico para la fertilidad.

### 3. MARCO TEÓRICO

El suelo es un producto derivado de las rocas, las rocas a su vez están compuestas de minerales y los minerales de elementos nutrientes como fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso, aluminio, silicio, boro, etc., que son aprovechados por las plantas después de que los procesos de transformación convierten gradualmente a la roca en suelo según (Franco, 1998).

La química del suelo se puede considerar como una parte elemental de las ciencias del suelo (Franco, 1998), según muchas teorías la química hace parte de los pilares básicos de esta ciencias y la fertilidad hace parte de la práctica aplicada de las ciencias básicas de suelos.

La química del suelo está íntimamente relacionada con la fertilidad del suelo por cuanto a partir de las propiedades químicas podemos definir el grado de acidez o alcalinidad del suelo, la presencia de aluminio intercambiable, la concentración de fósforo, calcio, magnesio, potasio, sodio y los elementos menores comprometidos en la nutrición de las plantas. Es posible, igualmente, averiguar las deficiencias o excesos de algunos nutrientes para ser corregidos antes de establecer un cultivo. (Franco, 1998)

Las plantas necesitan alimentarse. La nutrición mineral es el proceso fisiológico de absorción, transporte y utilización de asimilados por los cultivos. Los elementos involucrados en este proceso son los nutrientes, los cuales son exclusivamente de naturaleza inorgánica o mineral. (Castro Franco & Gómez Sánchez, 2010)

La caracterización química del suelo es un paso obligado que el técnico debe dar para entender el potencial productivo de un suelo en una región determinada. No podemos arriesgarnos a cultivar el suelo sin conocer sus atributos y/o limitantes químicos. (Franco, 1998).

La fertilidad del suelo está referida a la capacidad de aporte de agua y nutrientes esenciales que se encuentran interactuando entre la fase coloidal y la solución del suelo. Un suelo fértil no necesariamente es un suelo productivo, es el caso de un suelo compactado saturado y uno salino, que pueden tener alta concentración de nutrientes pero en desequilibrio iónico o con limitantes en la toma de agua para el normal crecimiento de los cultivos (Castro Franco & Gómez Sánchez, 2010).

Con el fin de tener una agricultura exitosa es necesario utilizar en forma adecuada los fertilizantes y las enmiendas más apropiadas para las condiciones del suelo y del cultivo que se piensa explotar, sin perder de vista el que estas prácticas se realicen cuidando que no se vaya a deteriorar el medio ambiente en el cual nos encontramos. Esto no es posible si ignoramos las condiciones del suelo y utilizamos formulaciones medias. Por esta razón es preciso identificar los factores limitantes y evaluar la disponibilidad de los nutrimentos que existen en el suelo, con el fin de adoptar las prácticas de fertilización y enclavamiento para cada caso particular. (Leon, 1994)

La fracción de un elemento en el suelo que es accesible a las raíces de las plantas, hace referencia al término “DISPONIBILIDAD” de ese elemento. Dentro del concepto de “disponibilidad” se encuentran involucrados los factores físico-químicos del suelo que afectan la habilidad para suministrar los nutrimentos a la planta y por los factores que afectan a esta para tomar y utilizar estos nutrimentos. Por tanto, para medir la disponibilidad de un nutrimento se requiere conocer los factores que afectan la capacidad del medio de crecimiento para suministrarlo a la planta adecuadamente, y los factores morfológicos y fisiológicos que afectan a la planta para utilizar el nutrimento que es suministrado (Lora Silva, 1994)

Casi todo lo que se discute en cuanto a la evaluación de la fertilidad de un suelo gira en torno a los nutrimentos del suelo, al nutrimento aplicado como fertilizante y a las respuestas de los cultivos, a los nutrimentos que tiene el suelo o a los aplicados (Leon, 1994)

Un adecuado diagnóstico de la fertilidad natural del suelo contribuye de manera importante al manejo integral de los nutrientes, pues a través de indicadores es posible conocer la reserva aprovechable de los elementos en el suelo y seleccionar las tecnologías de fertilización y fuentes de abonos más apropiados. (Castro Franco & Gómez Sánchez, 2010)

En los países en vía de desarrollo, el uso de fertilizantes, como componente clave en la producción de cultivos, ha sufrido incrementos notables en los últimos años. La explicación es diáfana, ya que se ha comprobado que la fertilización bien manejada puede resultar en incrementos significativos de rendimientos, calidad y economía de los productos agrícolas (Guerrero Riascos, 1994).

La resultante agronómica positiva de la aplicación de fertilizantes depende de muchos factores. Las características físicas, químicas y biológicas del suelo; las condiciones climáticas del medio ambiente, los factores genéticos y fisiológicos del cultivo, así como los componentes tecnológicos de su manejo, son, entre otros, los determinantes que influyen directa o indirectamente sobre el efecto de la fertilización (Guerrero Riascos, 1994), a su vez (Castro Franco & Gómez Sánchez, 2010) dicen que la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 LOCALIZACIÓN

El Huila se ubica en la Región Andina Colombiana, en la cuenca alta del río Magdalena y tiene un área de 19.890 km<sup>2</sup> (1,8% del territorio nacional), la mayor parte de su perímetro limita por barreras naturales, pues está enmarcado por la cordillera Central al occidente, la Oriental al oriente y el Macizo Colombiano al sur. La zona plana al norte, forma parte del Valle del Magdalena y su división política la integran 37 municipios. Se distinguen a nivel macro, cuatro unidades morfológicas: Macizo Colombiano, cordillera Central, cordillera Oriental y el valle del río Magdalena (figura 1).

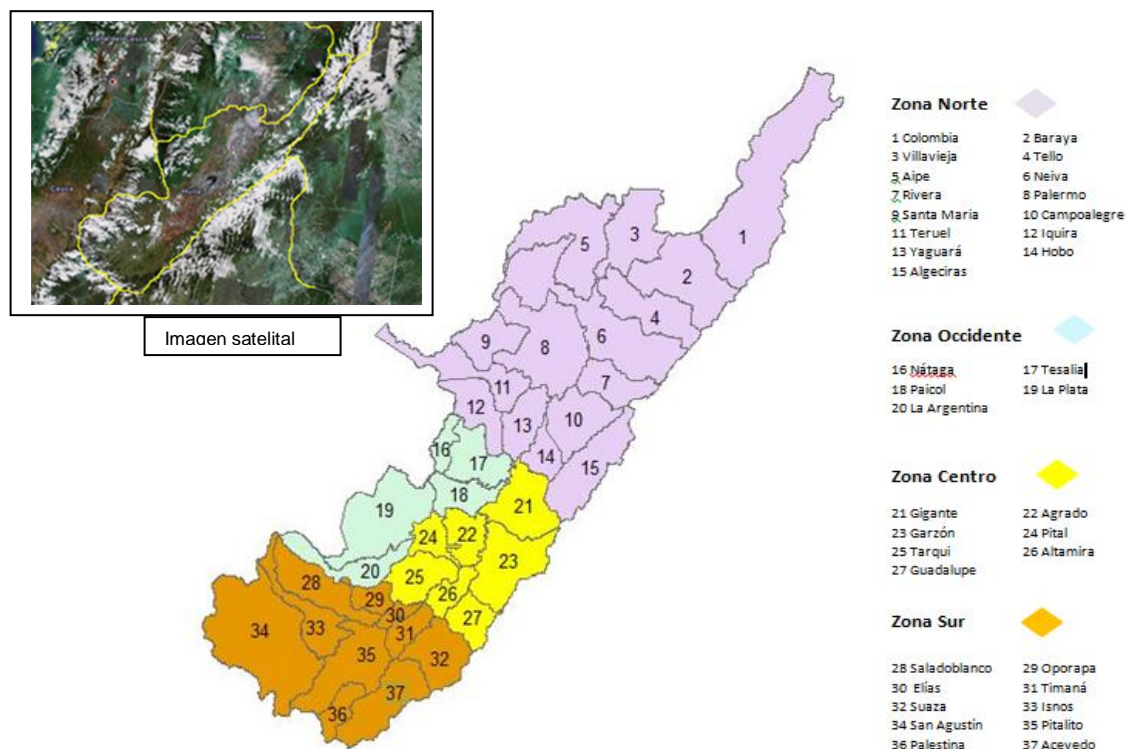


Figura 1. Mapa de municipios y zonas del departamento del Huila

### 4.2 BASE DE DATOS

La base de datos se recolectó con los resultados obtenidos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana- LABGAA; se recogieron 23686 datos

individuales que almacena resultados del 2005 al 2015 en el departamento del Huila, los parámetros que se tuvieron en cuenta de la parte química fueron: pH, carbón orgánico, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, bases totales, saturación de bases, azufre, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, acidez intercambiable, relación Ca/Mg, (Ca + Mg)/K y relación Mg/K; el único parámetro físico que se tuvo en cuenta fue la textura.

Los datos se organizaron en una matriz, en las columnas están los parámetros físico-químicos y en fila el municipio con su respectivo año.

### 4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La matriz obtenida facilitó el análisis estadístico en tres diferentes formas:

#### 4.3.1 ESTADÍSTICA PARAMÉTRICA DE TENDENCIA CENTRAL

La estadística paramétrica de tendencia central se realizó por municipio hallando la media, mediana y moda de todos los años.

#### 4.3.2 ESTADÍSTICA DE DISPERSIÓN

En la estadística de dispersión se analizó los rangos en que fluctuaban los parámetros, la desviación y varianza, para realizar una estadística descriptiva de los municipios y agrupar los datos.

#### 4.3.3 ESTADÍSTICA DE ASIMETRÍA

Teniendo los datos agrupados por municipio se encontró el coeficiente de asimetría para observar la tendencia de cada parámetro y en donde se encontraban el acaparamiento de la mayoría de resultados.

### 4.4 PLANOS

Utilizando la información suministrada por la estadística de cada municipio, se realizaron mapas de interpolación para graficar cada parámetro y obtener una visión completa de la tendencia físico-química de los suelos en el departamento del Huila.



## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1 MORFOLOGÍA Y RELIEVE

**Cordillera Central:** El Huila abarca el flanco oriental de esta cordillera; entre los accidentes más destacados se encuentran el volcán nevado del Huila, la máxima elevación del sistema andino colombiano, la cuchilla de las Minas y el filo Diostedé.

**Cordillera Oriental:** El departamento comprende el flanco occidental de ésta; los accidentes más relevantes son la serranía de La Ceja, las Cuchillas de San Isidro, La Ensellada y Gigante; en la cordillera Oriental huilense se destacan dos relieves importantes, en el sur el valle del río Suaza y en el norte, parte del páramo de Sumapaz.

**Valle del río Magdalena:** Enmarcado por las cordilleras Central y Oriental que se bifurcan en el Macizo colombiano, donde tiene origen el río Magdalena, el cual corre por el centro del valle. Comprende las tierras bajas, onduladas y planas que bordean el río con alturas inferiores a 800 metros sobre el nivel del mar. El valle en la parte sur es húmedo y presenta áreas boscosas; a medida que se amplía en el centro y norte es seco y árido y muy erosionado (tabla 1).

**Tabla 1. Relieve del departamento del Huila**

Pendiente (%)		Área (ha)	%
0 - 3	Ligeramente plano	125.357	6.6
3 - 7	Ligeramente inclinada o ligeramente ondulada	99.303	5.2
7 - 12	Moderadamente inclinada o moderadamente ondulada	101.392	5.3
12 - 25	Fuertemente inclinada o fuertemente ondulada	212.613	11.2
25 - 50	Ligeramente escarpada o fuertemente quebrada	314.190	16.6
50 - 75	Moderadamente escarpado o moderadamente empinado	899.596	47.4
>75	Fuertemente escarpado	145.465	7.7

Fuente: IGAC, 2014.

### 5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Se destaca ante todo la variedad de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, con edades que varían desde el precámbrico hasta el cuaternario. Las rocas metamórficas e ígneas asociadas a las cordilleras central y oriental; las

secuencias sedimentarias bordeando los flancos de las cordilleras central y oriental. Existen además potentes y extensas coberturas de sedimentos cuaternarios de diferente naturaleza que rellenaron los valles y piedemontes de la alargada depresión tectónica del río Magdalena (IGAC, 1994).

La secuencia lito-estratigráficas comprende rocas metamórficas de alto a bajo grado de metamorfismo, rocas ígneas intrusivas y extrusivas de composición acida a intermedia, asociadas a los macizos de Garzón y la Plata, localizadas sobre las cordilleras Oriental y Central. Existen además potentes y extensas coberturas de rocas volcánicas de composición acida a intermedia, con edades triásico, terciario y reciente. Existen espesos depósitos cuaternarios de origen diverso rellenando los valles y piedemontes sobre el amplio valle del río Magdalena.

### 5.3 CLIMA DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

La precipitación y la temperatura tienen marcado efecto en la definición de muchas propiedades intrínsecas del suelo como: contenido de materia orgánica, tipo de arcilla, pH, acidez intercambiable (presencia de aluminio), saturación de bases (concentración de calcio, magnesio, potasio y sodio) y color del suelo entre otras. Por lo anterior, se hará énfasis en estos dos elementos para su análisis en el departamento del Huila.

Una síntesis climática del departamento indica que la temperatura oscila entre los 0°C en las partes altas del Nevado del Huila, Volcán Puracé y la Sierra de los Coconucos y los 28°C en la Fosa del Magdalena.

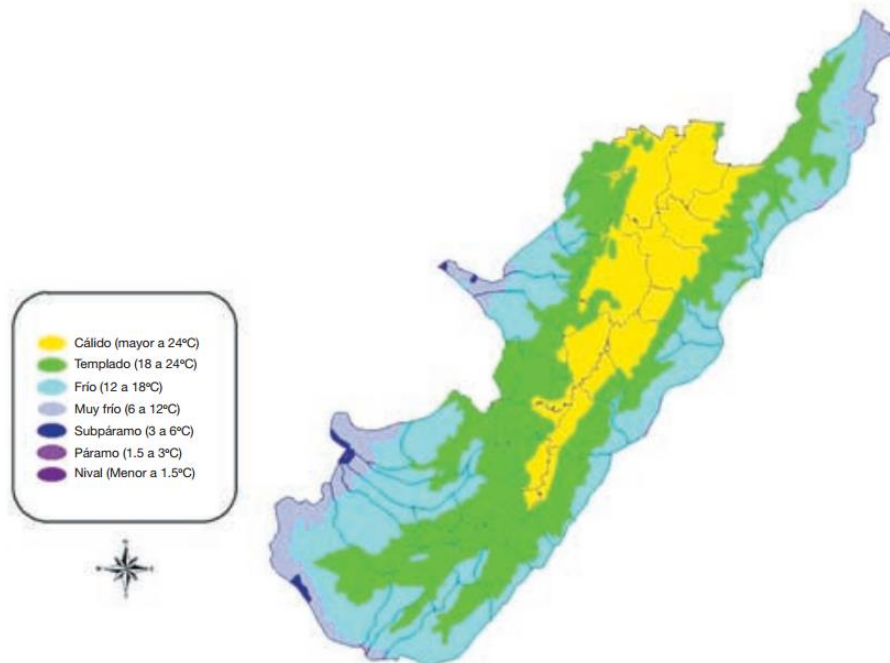
De acuerdo con los valores medios de temperatura, el departamento se puede dividir en cuatro regiones: a) la región norte que corresponde al valle bajo del Magdalena, con temperaturas que oscilan entre los 25°C y los 28°C; b) la región media del valle del Magdalena con temperaturas que varían entre 23 y 25°C; c) la región media de las estribaciones cordilleranas con una temperatura entre los 18°C y 22°C y d) la región alta de las cordilleras, con temperaturas menores de 18°C (tabla 2).

**Tabla 2. Altitud y temperatura de centros poblados y áreas de los municipios del departamento del Huila**

Municipio	Región	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Área (km <sup>2</sup> )
<b>Valle bajo del Magdalena</b>				
Villavieja	Norte	384	28.6	670
Aipe	Norte	390	28.4	802
Neiva	Norte	442	27	1553
Campoalegre	Norte	525	27	661
Palermo	Norte	550	26.2	923
Tello	Norte	580	26	558
Baraya	Norte	615	25.3	750
Yaguará	Norte	650	26	329
Hobo	Norte	662	25	217
Rivera	Norte	720	25	435
<b>Valle medio del Magdalena</b>				
Tarqui	Centro	826	25	347
Garzón	Centro	828	24	580
Tesalia	Occidente	830	26	373.7
Agrado	Centro	838	24	222
Colombia	Norte	850	24	1698
Paicol	Occidente	855	24	298
Gigante	Centro	860	24	626
Algeciras	Norte	900	25	570
Teruel	Norte	910	23	499
Pital	Centro	921	23	20.3
Suaza	Centro	990	23	336
Iquira	Norte	1077	22	532
Altamira	Centro	1079	23	188
Timaná	Sur	1100	24	182.5
<b>Estribación media de la cordillera</b>				
Elías	Sur	1192	20	82
Oporapa	Sur	1250	22	188
La Plata	Occidente	1271	23	1271
Saladoblanco	Sur	1281	19	290
Pitalito	Sur	1318	20	591
Santa María	Norte	1320	20.8	314
Acevedo	Sur	1348	22	612
Nátaga	Occidente	1418	20	133
Palestina	Sur	1461	19	220
Guadalupe	Centro	1500	21	254
La Argentina	Occidente	1560	18	626
San Agustín	Sur	1730	18	1310
Isnos	Sur	1774	18	697

La precipitación total en el departamento se distribuye en tres grandes zonas; la primera cubre el valle del Magdalena con una precipitación que varía entre los 900 y los 1000 mm anuales determinando una zona seca a muy seca; la segunda zona se localiza sobre la parte alta y media del mismo valle hasta la parte media de las estribaciones de las cordilleras con precipitaciones entre 1100 y 1500 mm anuales; la tercera zona se encuentra por encima de los 2000 m de altitud con precipitaciones promedias superiores a 1500 mm anuales; en las áreas de páramo se disminuyen los promedios de lluvia. La Zona sur presenta precipitaciones ligeramente superiores a los 1500 mm anuales.

Este resumen climático del departamento señala que en la parte norte se presentan las áreas más cálidas y de escasa precipitación; en el centro los sectores con climas cálidos y húmedos y en forma circundante en las áreas de cordillera se presentan las zonas de clima medio y frío de mayor humedad. Las tierras del Huila se distribuyen en los pisos térmicos cálido, 5.537 km<sup>2</sup>, templado, 7.731 km<sup>2</sup>; frío, 5.307 km<sup>2</sup> y el piso climático de páramo, 1.356 km<sup>2</sup> (Figura 2).



**Figura 2. Temperatura media anual en el departamento del Huila**

La fisonomía de la vegetación está relacionada muy estrechamente con la fisiográfica, el suelo, los microclimas y transformada por la actividad antrópica. El bosque nativo presente aun en las partes altas de las cordilleras Central y Oriental, es el resultado de la evolución durante miles de años de la vegetación en relación con las variaciones de clima, los organismos, el suelo, etc. El estado

actual en que se encuentra el bosque, su composición florística y la degradación que muestra, se debe a la influencia de estos factores y especialmente, a la actividad humana.

El departamento del Huila se encuentra dentro de un proceso de desequilibrio ecológico a causa de la destrucción de los bosques, las talas, las quemas, la contaminación por pesticidas y las diversas actividades antrópicas. Estas alteraciones conllevan a una continua erodabilidad del suelo, sedimentación y contaminación de las aguas, con sus implicaciones negativas en las alteraciones hídricas que contribuyen al desequilibrio de la vegetación y la fauna.

Las continuas sequías del verano y las inundaciones durante el invierno, unas y otras con sus graves consecuencias, sumado a las importantes intervenciones con el desarrollo de la compleja infraestructura para la producción de energía mediante las represas de Betania y el Quimbo, han venido alterando el equilibrio hidrológico de las cuencas, especialmente la cuenca alta del río Magdalena. Indiscutiblemente, el uso agrícola y pecuario del suelo se extiende hoy a expensas del bosque nativo aun restante, lo cual está ocasionando un gran desequilibrio en los ecosistemas.

#### 5.4 SUELOS DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

**Aptitud de uso de las tierras.** Las áreas agroecológicas delimitadas que se distinguen por ser homogéneas o similares se observan en la Tabla 3.

El área total del departamento es de 1.945.750.88 ha según usos de la tierra y se distribuye de la siguiente manera: en aprovechamiento agrícola el 14.2%, en pastos naturales el 19.8%, en malezas y rastrojos el 24.9% y en bosques naturales el 31.4%. Gran parte de las tierras que se dedicaban a la actividad agrícola hace algunos años, se comportan hoy en día como tierras en descanso, o se utilizan para la ganadería extensiva como consecuencia de los problemas que acusa el sector.

En el departamento del Huila existe una alta concentración de la propiedad, a pesar de ser uno de los departamentos en donde se avanzó significativamente en el proceso de reforma agraria en el pasado.

**Tabla 3. Uso de la tierra en el Huila**

Tipo de uso	Área (ha)	Participación (%)
Cultivos transitorios/1	61.490.10	3.18
Cultivos transitorios/2	213.180.03	11.01
Bosques naturales	607.430.32	31.37
Bosque plantado	542.01	0.03
Ríos, embalses, lagos y lagunas	13.439.28	0.69
Zonas mineras	162.85	0.01
Pastos manejados	79.152.21	4.09
Malezas y rastrojos	481.828.26	24.88
Pasto natural	383.182.40	19.79
Tierras improductivas/3	64.608.81	3.34
Zonas urbanas	6.021.41	0.31
Viveros e invernaderos	24.025.88	1.24
Zonas pecuarias/4	92.76	0.00
Guadua	1.318.73	0.07
Nevado	114.15	0.01
Otros no especificados	9.161.69	0.47
Total	1.945.750.88	100

Fuente: Minagricultura, 2014.

Incluye: /1 arroz, trigo, sorgo, maíz, frijol, hortalizas, tabaco, papa y arveja.

/2 Incluye: café, cacao, caña panelera, yuca, plátano, frutales, cítricos y mango.

/3 Incluye: tierras eriales y afloramientos rocosos.

/4 Incluye: zonas de galpones y estanques piscícolas.

## 5.5 ORDENES DE SUELOS IDENTIFICADOS EN EL HUILA

En los Valles interandinos existe una amplia variedad de suelos; el rango de ellos disminuye si se hace referencia a aquellos de mayores potencialidades agrícolas, presentes en climas cálidos y de bajas pendientes.

Al tener en cuenta estos criterios, los suelos de mayor interés se localizan en el Valle alto del Río Magdalena. Entre ellos predominan, de acuerdo con las zonas los de desarrollo incipiente pero productivos (**Inceptisoles**) en la zona semiplana a ondulada típicos en Timaná, Garzón y Gigante; suelos fértiles pero con limitaciones físicas que influyen grandemente en su preparación y manejo, y los mejores suelos tropicales (**Molisoles**) en Pitalito, Suaza y Santa María, con mayor contenido de materia orgánica, fértiles y más fáciles de trabajar que los vertisoles; gran parte de ellos son de origen aluvial o coluvial.

Existen también suelos con importantes limitaciones, como aquellos que aún no muestran algún grado de evolución y de escasa profundidad (**Entisoles**) en Aipe, Neiva, Rivera, Campoalegre y Yaguará, y hacia el norte del Huila, se presenta una zona donde se intensifica el periodo muy seco por más de 6 meses consecutivos

al año, constituida por suelos alcalinos y con alto grado de erosión, cuya mayor representación se halla localizada en la zona denominada “Desierto de la Tatacoa” (**Aridisoles**).

En los abanicos del piedemonte se presentan también suelos con texturas de tendencia gruesa en superficie y finas en los horizontes subsuperficiales, con abundantes bases (Ca y Mg); ellos conforman los **Alfisoles** (suelos relativamente fértiles) pero con limitaciones derivadas del horizonte enriquecido en arcillas, son suelos de contraste textural marcado con limitaciones en profundidad efectiva por acumulación de arcillas (**Alfisoles**) en Palermo, Teruel, Santa María, Gigante y Garzón.

En la media y alta montaña correspondiente a las cordilleras y el gran macizo Colombiano por encima de los 1600 msnm son típicos los suelos fuertemente a extremadamente ácidos, con texturas medias, limitaciones químicas pero excelentes propiedades físicas, ricos en materiales alófanos a partir de los depósitos de cenizas volcánicas (**Andisoles**) típicos en Palestina, La Argentina, Guadalupe, San Agustín e Isnos. Estos suelos son formados por grandes mantos de cenizas volcánicas en ambientes húmedos con precipitaciones que oscilan entre 1800 y 2400 mm.

## 5.6 ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

En la región norte del departamento del Huila se presenta las condiciones de clima más seco, lo que explica la ocurrencia de suelos con pH ligeramente ácidos a neutros, bajos contenidos de materia orgánica, adecuada disponibilidad de potasio, calcio y magnesio y moderada de fósforo. En general son suelos de alta fertilidad química, exceptuando la materia orgánica. El agua se convierte en esta zona en el factor determinante de la producción; pues se hace necesario el riego durante los dos semestres agrícolas. Debido a las condiciones de clima cálido seco, algunas zonas se ven afectadas por sales (áreas arroceras de Campoalegre y Palermo).

En la tabla 4 se muestra el consolidado en porcentaje por subregión del Huila de las características químicas de los suelos. Se observa que el mayor porcentaje de suelos son de carácter ácido con bajos contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio, y alta concentración de calcio.

**Tabla 4. Consolidados por subregión de la distribución porcentual de características químicas del suelo**

Característica Química	Rangos	Subregiones			
		Norte	Occidente	Centro	Sur
pH	<5,5	26,76	55,33	40,30	83,36
	5,6-6,5	43,00	29,00	44,16	11,80
	6,6-7,3	18,58	8,17	10,78	4,13
	>7,3	11,66	7,50	4,76	0,71
Materia orgánica (%)	<1,5	60,85	40,29	30,80	38,85
	1,5-3,0	22,20	23,27	49,48	22,48
	>3,0	16,94	36,44	19,73	38,68
Fósforo (ppm) Bray II	<15	31,38	42,23	52,83	29,43
	15 - 30	26,79	25,29	14,52	19,04
	30 - 45	19,19	15,83	13,12	19,33
	> 45	22,64	16,65	19,53	32,20
Potasio (me/100g)	<0,15	55,11	45,66	37,85	59,57
	0,15 - 0,30	20,22	16,03	35,06	13,96
	>0,30	24,67	38,30	27,09	26,46
Calcio (me/100g)	< 3	14,03	20,51	28,55	23,84
	3 - 6	21,15	27,88	23,26	37,20
	> 6	64,82	51,61	48,19	38,96
Magnesio (me/100g)	<1,2	22,96	47,71	34,80	30,20
	1,2 - 2,4	33,82	25,77	31,70	42,79
	>2,4	43,22	26,52	33,50	27,02
Ca/Mg	<3,0	26,20	35,68	40,38	31,90
	3,0 - 5,0	38,33	38,94	31,69	43,52
	>5,0	35,47	25,38	27,93	24,57
(Ca+Mg)/K	<25	20,25	44,82	34,93	39,07
	25 - 50	17,45	19,34	21,54	16,57
	>50	62,30	35,84	43,53	44,36

**FUENTE:** Banco de datos consolidado por John Eder Montero Auxiliar Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana – Neiva. Se han resaltado los mayores porcentajes.

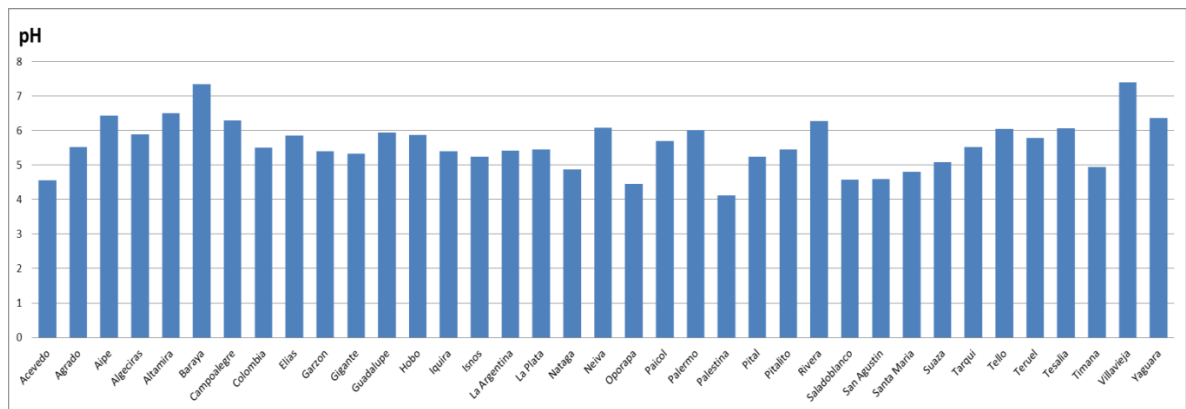
De manera general, el pH de los suelos en el Huila varía entre 4 y 7.5. En los municipios de Acevedo, Oporapa, Palestina, Saladoblanco y San Agustín los suelos son extremadamente ácidos (pH < 4.5); en los municipios de Nátaga, Santa María y Timaná, los suelos son muy fuertemente ácidos (4.6 – 5.0); en Agrado, Colombia, Garzón, Gigante, Iquira, Isnos, La Argentina, La Plata, Pital, Pitalito,



Suaza y Tarqui, los suelos son fuertemente ácidos (5.1 – 5.5); en Algeciras, Elías, Guadalupe, Hobo, Paicol, Palermo, Tello, Teruel y Tesalia, los suelos son medianamente ácidos (5.6 – 6.0); en Aipe, Altamira, Campoalegre, Neiva, Rivera y Yaguará, los suelos son ligeramente ácidos (6.1 – 6.5); en Baraya y Villavieja los suelos son neutros a ligeramente alcalinos (6.6 – 7.8).

La acidez del suelo está asociada especialmente a la presencia de aluminio en forma intercambiable, esto es un problema en los suelos localizados en las cordilleras andinas y en los valles interandinos de aluviones ácidos, donde el clima se caracteriza por lluvias frecuentes e intensas. A pH inferiores de 5.5, la acidez del suelo puede ser limitante para obtener buenos rendimientos en la mayoría de los cultivos; por esto es importante conocer los efectos perjudiciales del exceso de acidez y la manera de corregirlo, así como también los beneficios del encalamiento.

Son frecuentes las deficiencias de potasio en los suelos de la región norte del departamento del Huila, a diferencia de la región occidente que exhibe relación adecuada en el mayor porcentaje de los suelos.

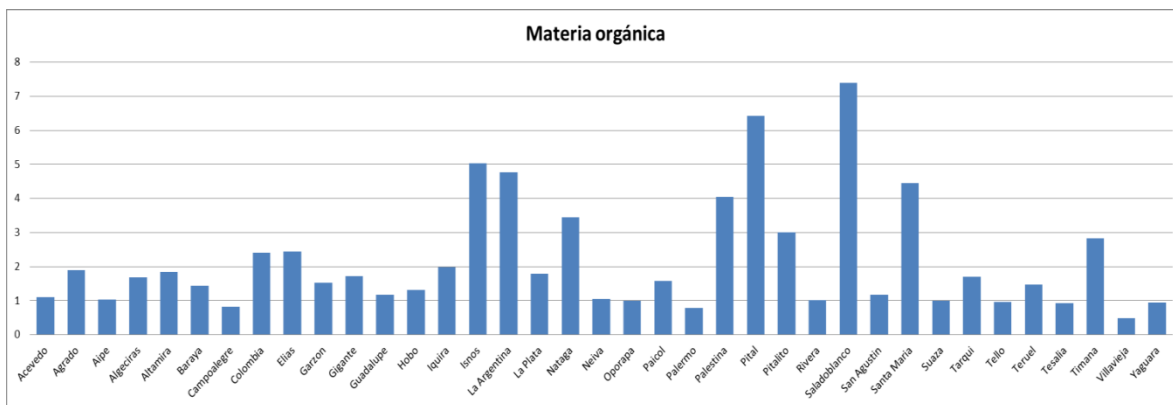


**Grafica 1. pH de los suelos del departamento del Huila**

En general, los suelos del norte tienden a pH neutros, mientras que los suelos del sur del departamento del Huila son fuertes a extremadamente ácidos, es decir la acidez del suelo se acentúa hacia la zona sur y disminuye hacia el norte del departamento del Huila, donde algunos suelos son alcalinos (graficas 1 y 2).

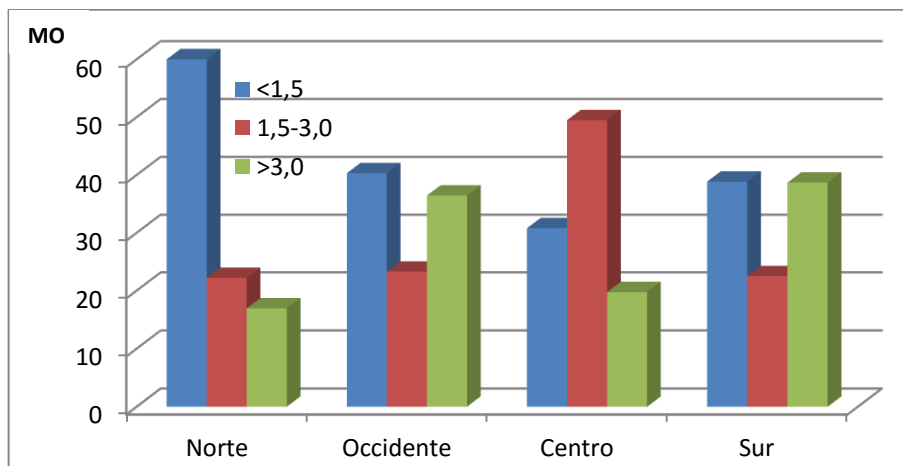


Los altos contenidos de materia orgánica en el suelo son el resultado de la lenta descomposición de la materia orgánica, debido a las bajas temperaturas como también de ambientes edáficos saturados gran parte del año, algunas de estas características se presentan en el sur del departamento del Huila. El caso contrario ocurre hacia el norte del Huila, donde el clima es cálido seco y los contenidos de materia orgánica en el suelo tienden a ser bajos a muy bajos.



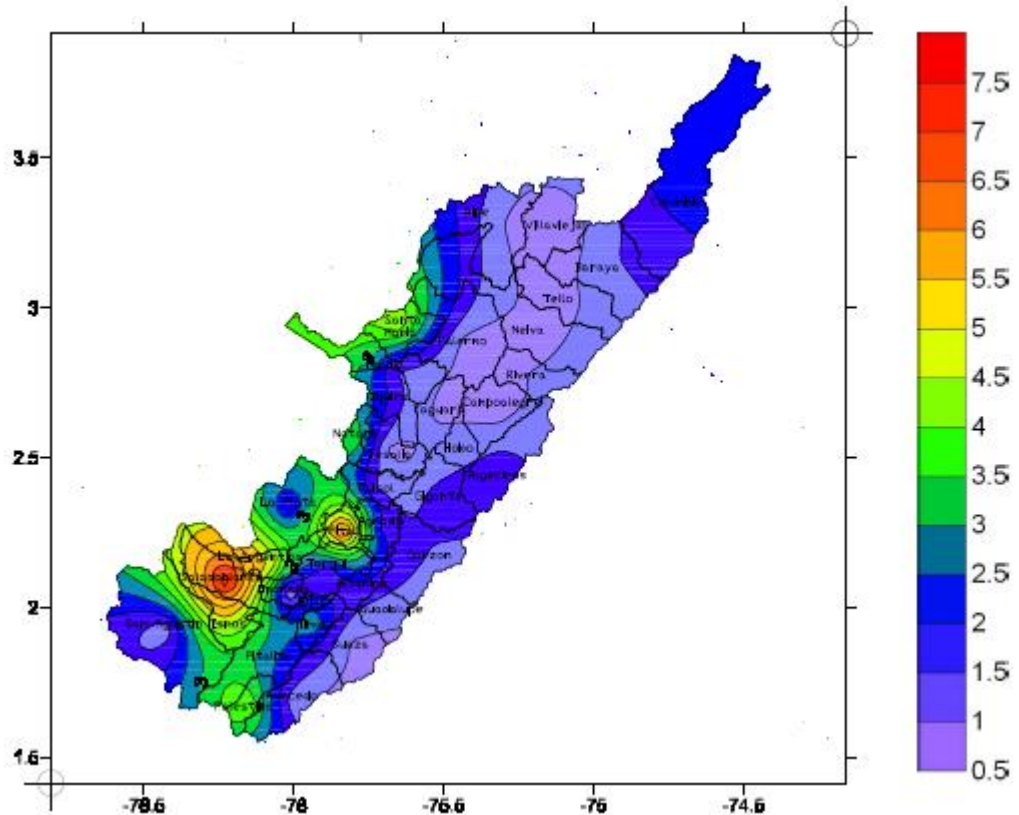
**Grafica 3. Materia orgánica (%) en suelos del departamento del Huila**

Los suelos de Isnos, La Argentina, Palestina, Pital, Salado Blanco y Santa María poseen altos contenidos de materia orgánica (> 4%), mientras que en Nataga, Pitalito y Timaná presentan contenidos medios de materia orgánica en el suelo (2.5 - 4%). La mayor extensión del departamento del Huila presenta bajos contenidos de materia orgánica, ocurriendo el mayor porcentaje en el norte del departamento del Huila, mientras que hacia el occidente y sur del departamento se incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo (graficas 3 y 4).



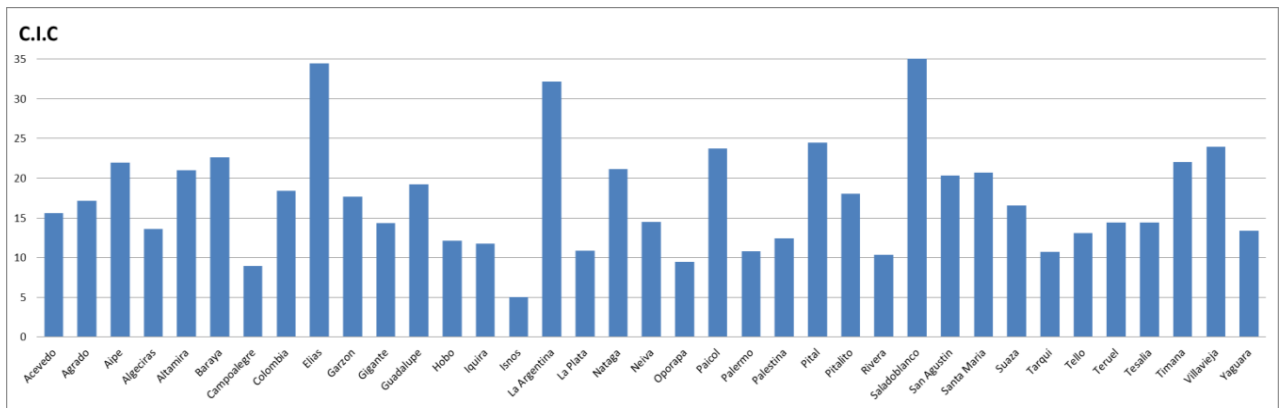
**Grafica 4. Contenidos de materia orgánica (%) en las subregiones del Huila**

La relación que tiene la materia orgánica con la capacidad de intercambio catiónico se pueden notar en la figura 4 y 5; al relacionarlas se observa que a mayor contenido de materia orgánica mayor es la capacidad de intercambio catiónico. Aproximadamente el 10% del territorio tiene un porcentaje superior al 5.5 de materia orgánica y un 10% de capacidad de intercambio catiónico superior a 26 cmol. Kg<sup>-1</sup>.

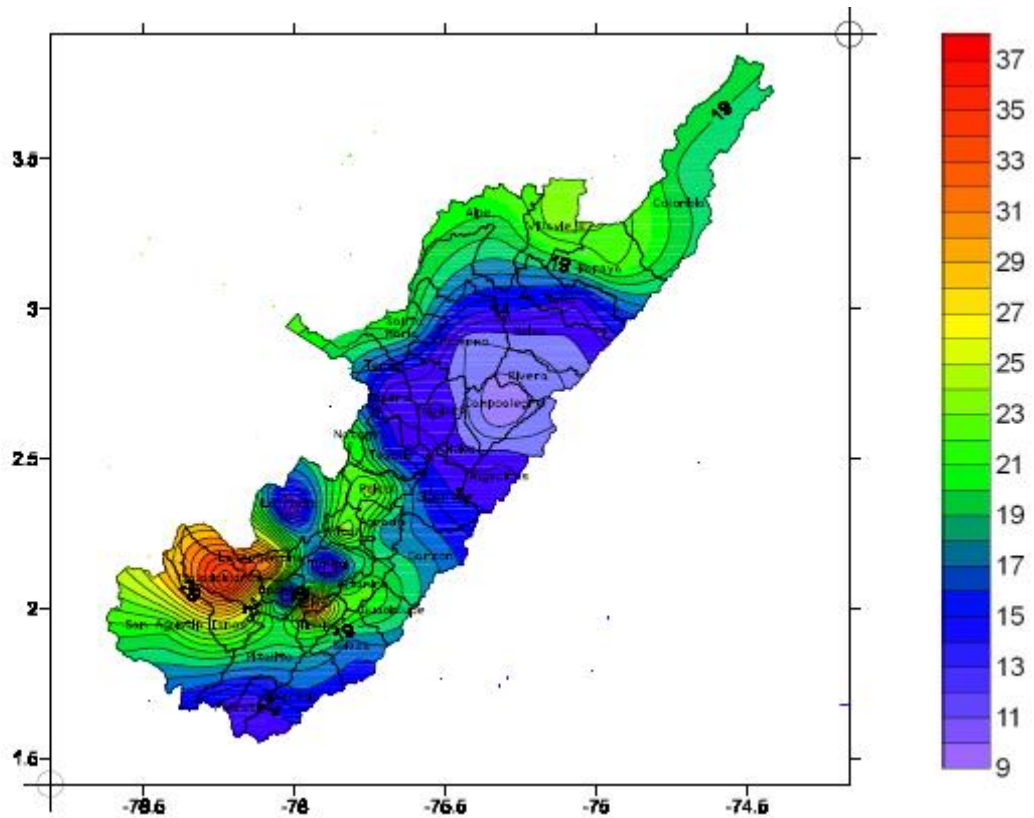


**Figura 4. Mapa de materia orgánica en el departamento del Huila**

El mayor indicador de fertilidad del suelo dada por la CIC lo registran los municipios de Elías, La Argentina y Saladoblanco, y por el contrario la menor fertilidad se observa en los suelos de los municipios de Campoalegre, Isnos, Oporapa, Rivera y Tarqui (grafica 5). Este parámetro depende esencialmente de los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo compuestos por la materia orgánica, el contenido y tipo de arcillas, conformando el almacén de cationes y constituyéndose en la reserva nutritiva para las plantas.



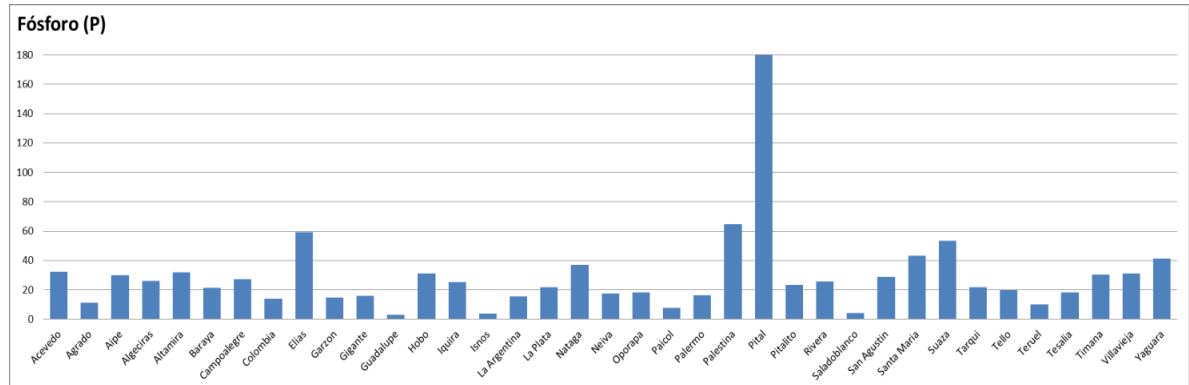
**Grafica 5. Capacidad de intercambio catiónico (cmol. Kg<sup>-1</sup>) en suelos del Huila**



**Figura 5. Mapa de capacidad de intercambio catiónico (cmol. Kg<sup>-1</sup>) en suelos del Huila**

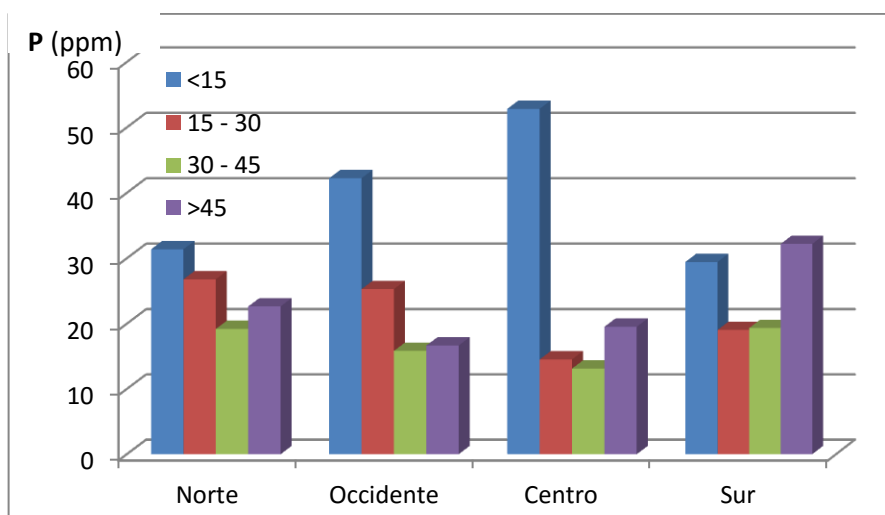
La relación de la capacidad de intercambio catiónico y el porcentaje de materia orgánica se debe a que la parte coloidal orgánica tiene gran influencia en la capacidad de intercambio catiónico; factor en el que interviene el clima, debido a

que en el sur del Huila la precipitación es mayor y más constante y las temperaturas son más bajas, al contrario que en el norte del departamento donde predominan suelos áridos.



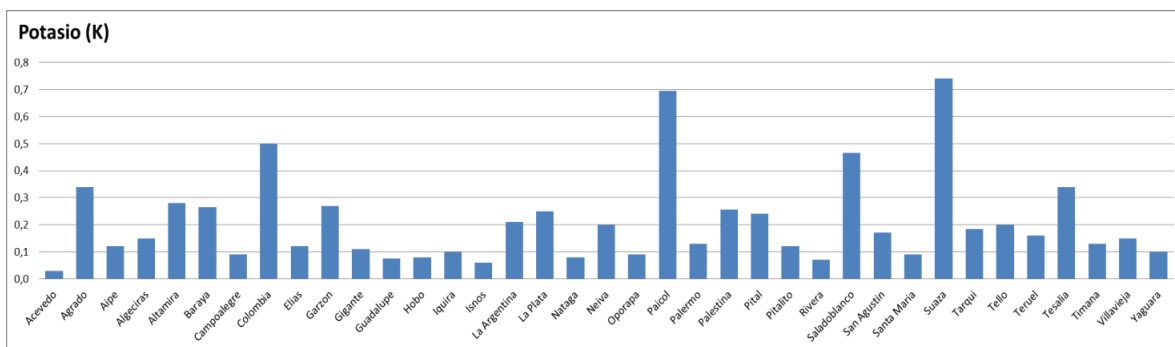
**Grafica 6. Contenidos de Fósforo (ppm) en suelos del departamento del Huila**

Altos contenidos de fósforo en el suelo, se registran en los municipios de Pital, Elías y Palestina y son bajos a muy bajos en Agrado, Colombia, Garzón, Gigante, Guadalupe, Isnos, la Argentina, Neiva, Oporapa, Paicol, Palermo, Saladoblanco, Teruel y Tesalia (Grafica 6). En el centro y occidente del departamento del Huila se localiza el mayor porcentaje de suelos con menor contenido de fósforo, mientras que en el sur y norte se localiza el mayor porcentaje de suelos con moderados a altos contenidos de fósforo (grafica 7).



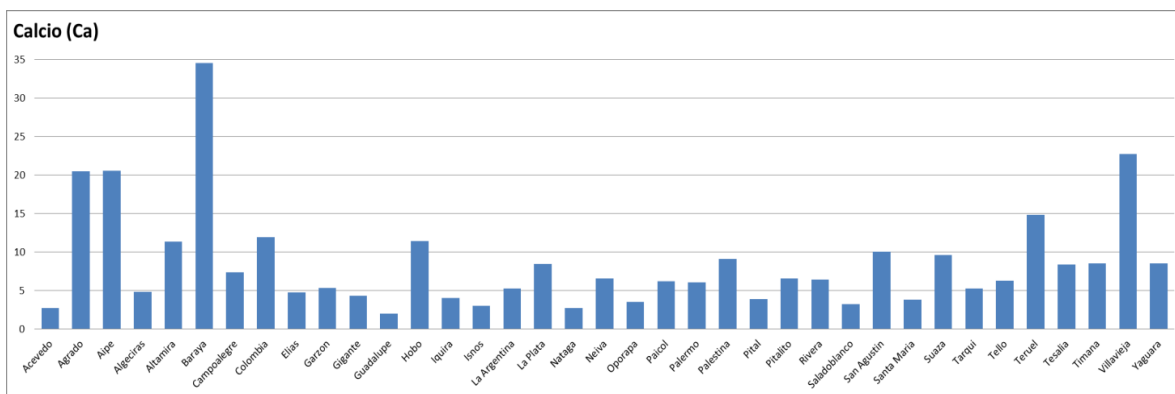
**Grafica 7. Concentración de fósforo (ppm) por subregiones del Huila**

La fijación de fósforo es mayor cuando el pH es menor de 5 y las plantas presentan deficiencias de fósforo debido a la fijación o insolubilización efectuada por parte del aluminio y el hierro. La mayor disponibilidad de fósforo en el suelo ocurre a pH entre 5.5 y 7.0, debido a que a este pH el aluminio precipita como  $Al(OH)_3$  y deja de ser tóxico. En la mayor parte de los suelos ácidos del sur del Huila presentan deficiencias de fósforo por fijación, así el suelo muestre contenidos de este elemento. Cuando el pH disminuye o la acidez aumenta el fósforo se fija dando lugar a compuestos insolubles de hierro y aluminio.



**Grafica 8. Potasio (cmol. Kg<sup>-1</sup>) en suelos del departamento del Huila**

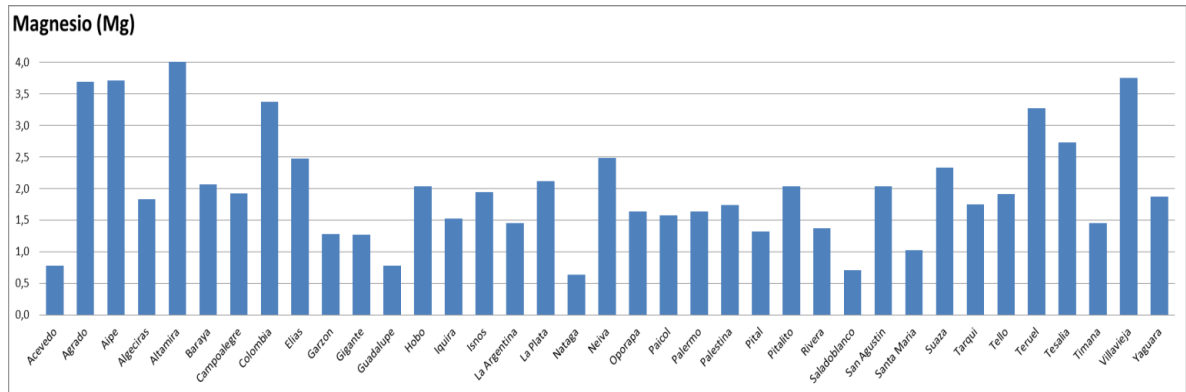
Suelos con altos niveles de K se localizan en Colombia, Paicol, Saladoblanco y Suaza. De manera general, se observa carencias de Fósforo y Potasio en la mayor parte de los suelos del departamento del Huila (grafica 8).



**Grafica 9. Calcio (cmol. Kg<sup>-1</sup>) en suelos del departamento del Huila**

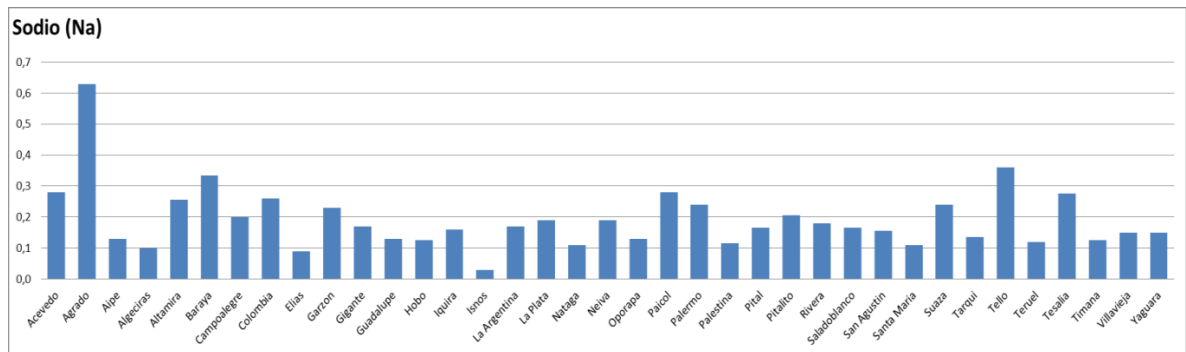
Se observan muy altos niveles de Calcio en los suelos de Agrado, Aipe, Baraya y Villavieja mientras deficiencias importantes de magnesio se observan en los

suelos de Acevedo, Garzón, Gigante, Guadalupe, La Argentina, Nátaga, Rivera, Santa María y Timaná (graficas 9 y 10).



**Grafica 10. Magnesio (cmol. Kg<sup>-1</sup>) en suelos del departamento del Huila**

Los niveles de sodio en el suelo son normales a excepción del Agrado, cuya concentración tiende a ser alta, sin embargo no es perjudicial para el suelo y las plantas (Grafica 11).

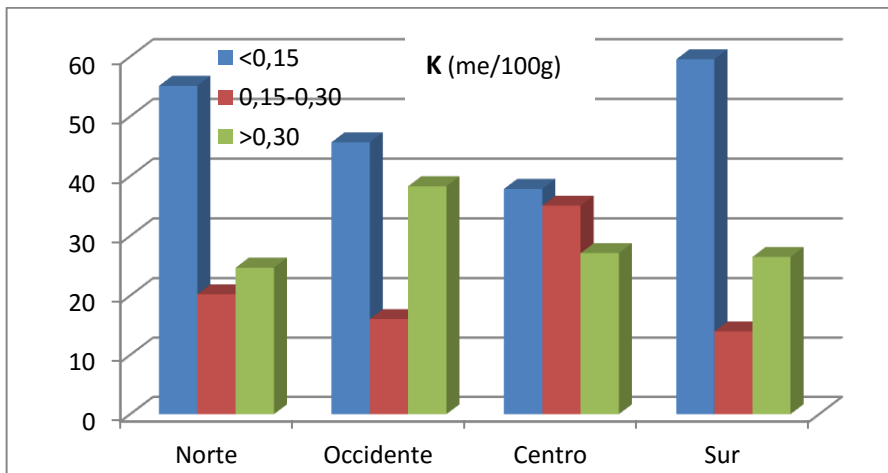


**Grafica 11. Sodio (cmol. Kg<sup>-1</sup>) en suelos del departamento del Huila**

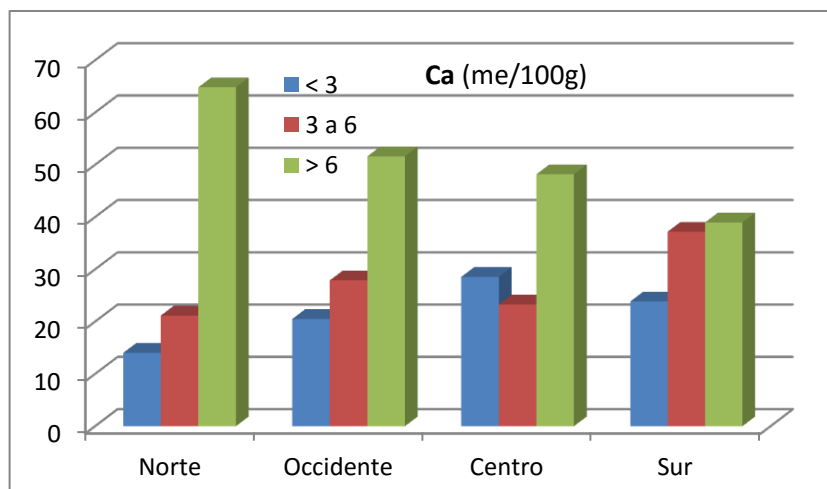
La mayor concentración de Calcio en el suelo se localiza en la región norte del departamento, disminuyendo gradualmente hacia el occidente, centro y sur del departamento (figura 12).

Los mayores contenidos de magnesio son frecuentes en la región norte, disminuyendo hacia el centro, occidente y sur del departamento del Huila. La mayor extensión de suelos del occidente del departamento, presentan deficiencias importantes de magnesio (Grafica 13 y 14).

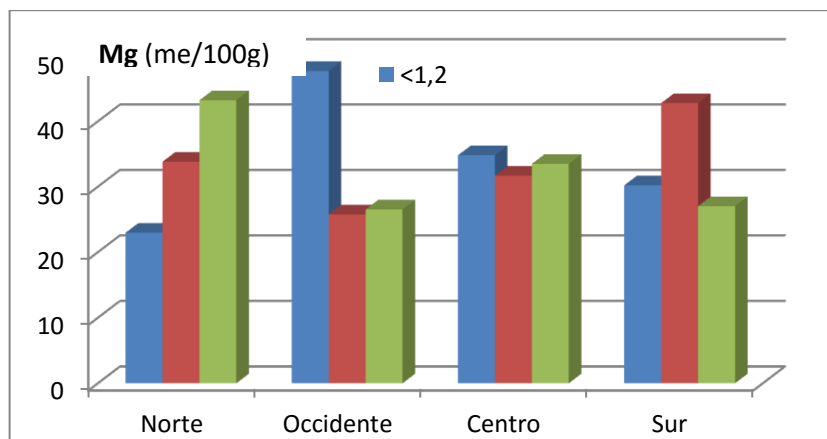




**Grafica 12. Concentración de Potasio (cmol. Kg<sup>-1</sup>) por subregiones del Huila**

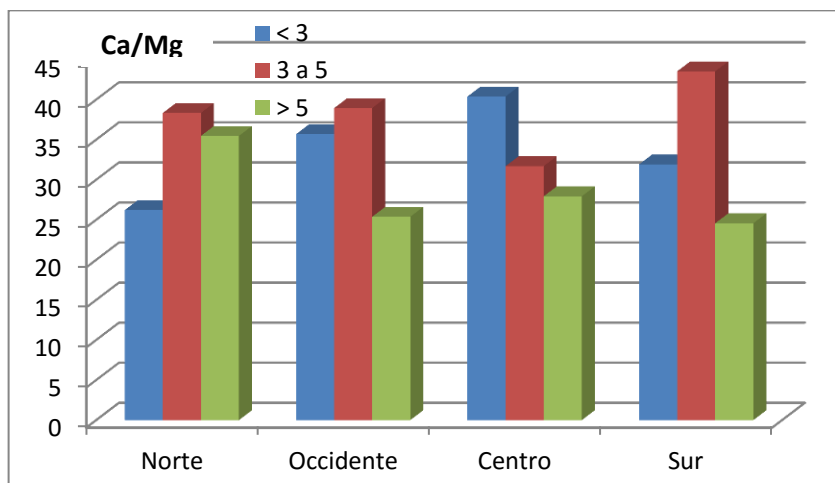


**Grafica 13. Niveles de Calcio (cmol. Kg<sup>-1</sup>) por subregiones del Huila**

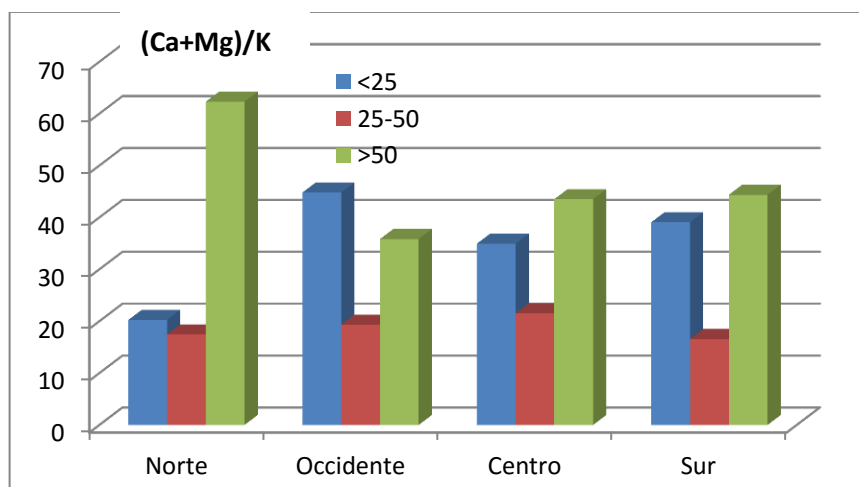


**Grafica 14. Niveles de Magnesio (cmol. Kg<sup>-1</sup>) por subregiones del Huila**

La relación  $\text{Ca} + \text{Mg} / \text{K}$  reitera las deficiencias de Potasio en la generalidad de los suelos del departamento del Huila, mientras que la relación  $\text{Ca}/\text{Mg}$  muestra deficiencias de magnesio por antagonismo con los altos niveles de calcio en los suelos de Baraya (grafica 9 y 10).



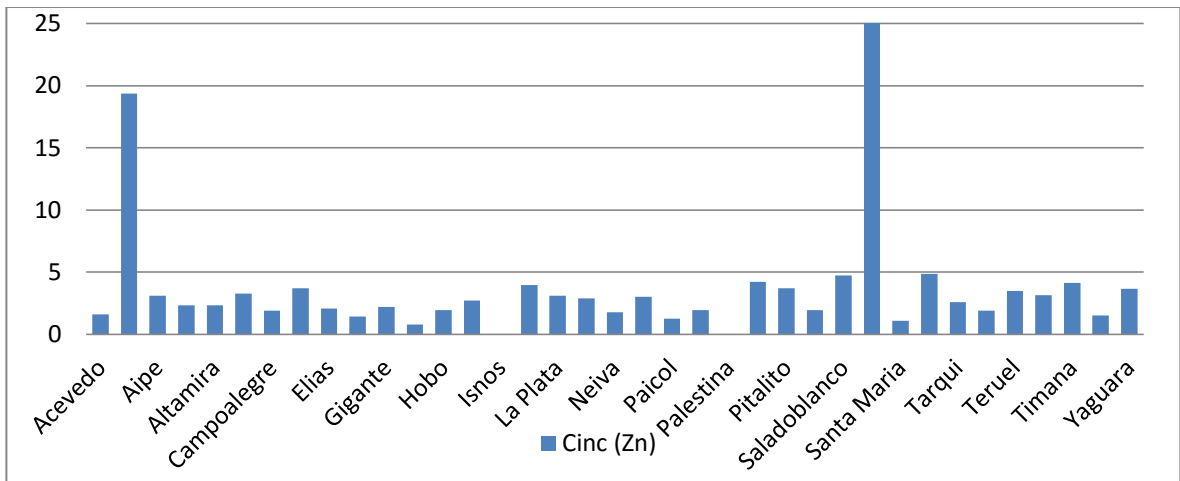
**Grafica 15. Relación  $\text{Ca}/\text{Mg}$  por subregiones del Huila**



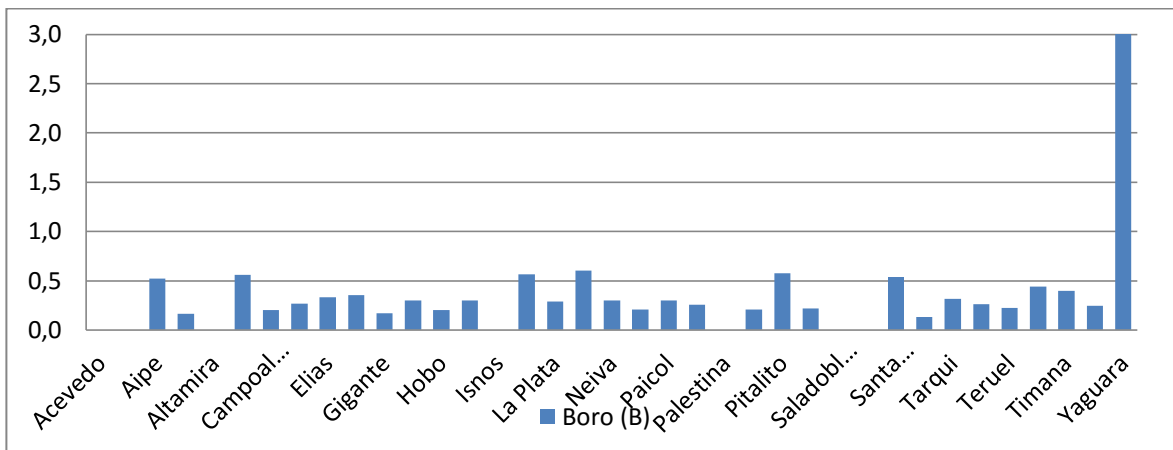
**Grafica 16. Relación  $(\text{Ca} + \text{Mg}) / \text{K}$  por subregiones del Huila**

El mayor porcentaje de suelos con alto contenido de potasio (36%) se localiza en el occidente del departamento, mientras que hacia el norte (52%) y sur (58%) del departamento se halla el mayor porcentaje de suelos con deficiencias importantes de potasio. Hacia la región occidente y centro del departamento del Huila existe el mayor porcentaje de suelos con una relación adecuada  $\text{Ca}/\text{Mg}$  (graficas 15 y 16).

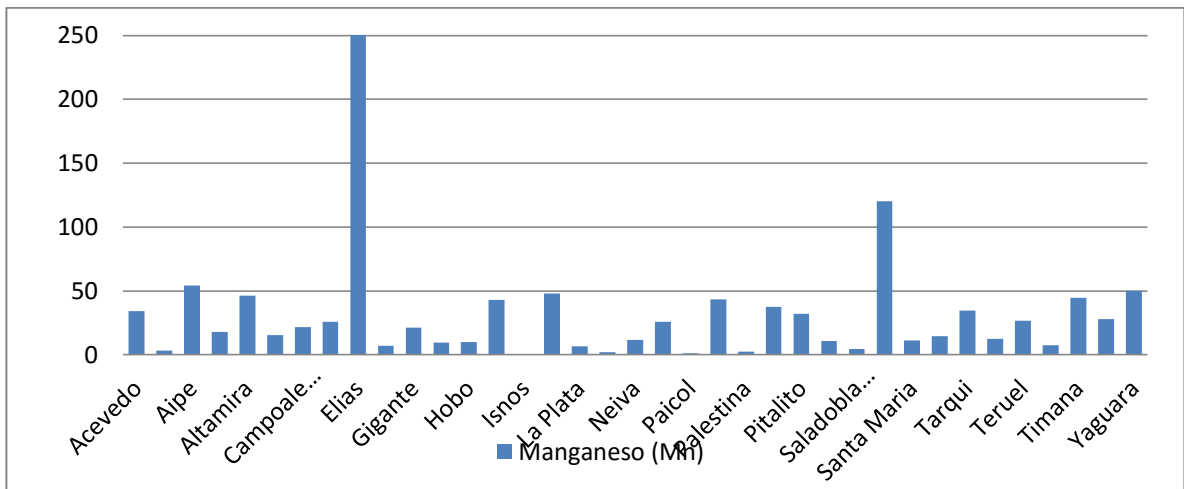
La caracterización de los elementos menores en el departamento del Huila se incluye en el presente diagnóstico del suelo, las mayores deficiencias de elementos menores se reportan en los suelos de la planicie aluvial del río Magdalena y en la zona semiárida del norte del Huila (Colombia, Tello, Baraya, Villavieja, Aipe, Palermo, Neiva, Rivera, Campoalegre y Hobo), siendo las deficiencias más comunes las de boro y zinc (graficas 17 y 18).



**Grafica 17. Cinc (Zn) en suelos del Huila**

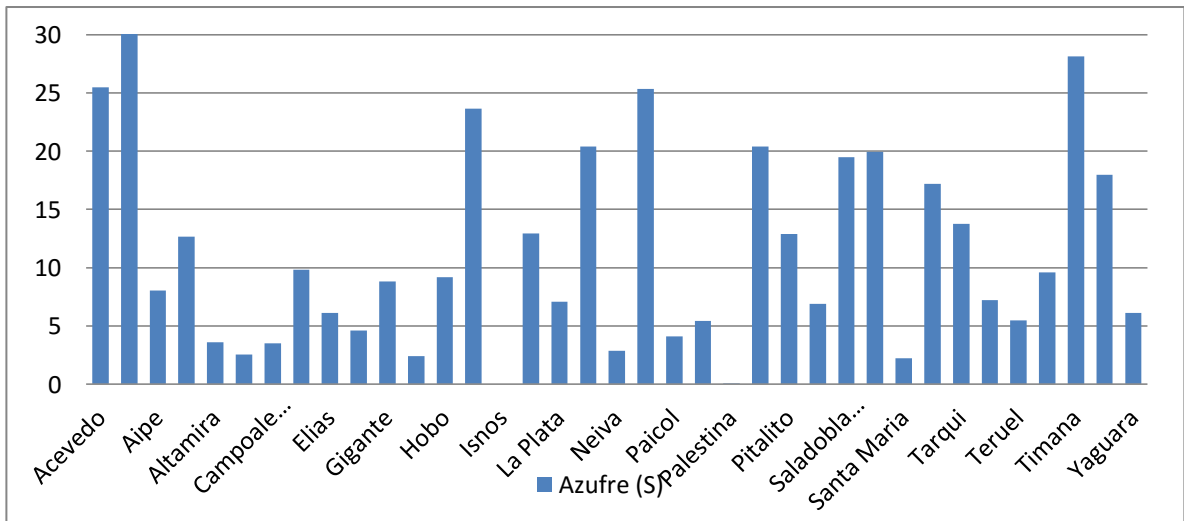


**Grafica 18. Boro (B) en el departamento del Huila**



**Grafica 19. Manganeso (Mn) en el departamento del Huila**

Los contenidos de manganeso son bajos en casi todo el departamento por excepción de Elías; y en contenido de azufre el nivel más bajo se encuentra en Palestina e Isnos, seguido de Baraya, Guadalupe y Santa María.



**Grafica 20. Azufre (S) en el departamento del Huila**

Para poder dar un diagnóstico de la fertilidad de los suelos en el Huila se investigó sobre los cultivos que tienen mayor área de siembra en las subregiones del departamento y su requerimiento nutricional tanto para cultivos permanentes como transitorios (tablas 5 y 6).

**TABLA 5. Requerimiento nutricional de los cultivos más importantes permanentes del Huila**

<b>CACAO</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>AREA</b>	<b>Requerimiento de Nutrientes (Ton)</b>					
	<b>TOTAL</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	<b>SEMBRADA</b>	100	46	240	30	10	0
<b>NORTE</b>	<b>4.266,05</b>	426,61	196,24	1023,85	127,98	42,66	0,00
<b>OCCIDENTE</b>	<b>1.062,76</b>	453,38	208,55	1088,11	31,88	45,34	0,00
<b>CENTRO</b>	<b>1.341,84</b>	134,18	61,72	322,04	40,26	13,42	0,00
<b>SUR</b>	<b>405,50</b>	54,41	25,03	130,59	12,17	5,44	0,00
<b>CAFÉ</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>TOTAL</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	<b>SEMBRADA</b>	120	30	130	30	18	20
<b>NORTE</b>	<b>32.061,91</b>	3847,43	961,86	4168,05	961,86	577,11	641,24
<b>OCCIDENTE</b>	<b>18.204,14</b>	2184,50	546,12	2366,54	546,12	327,67	364,08
<b>CENTRO</b>	<b>38.821,22</b>	4658,55	1164,64	5046,76	1164,64	698,78	776,42
<b>SUR</b>	<b>66.584,40</b>	7990,13	1997,53	8655,97	1997,53	1198,52	1331,69
<b>CAÑA PANELERA</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>TOTAL</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	<b>SEMBRADA</b>	130	90	340	0	80	60
<b>NORTE</b>	<b>2.624,1</b>	341,13	236,17	892,19	0,00	209,93	157,45
<b>OCCIDENTE</b>	<b>729,8</b>	248,94	172,34	651,08	0,00	153,19	114,90
<b>CENTRO</b>	<b>768,2</b>	99,87	69,14	261,19	0,00	61,46	46,09
<b>SUR</b>	<b>8.741,8</b>	873,01	604,39	2283,25	0,00	537,24	402,93
<b>AGUACATE</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>TOTAL</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	<b>SEMBRADA</b>	40	25	80	60	6	5
<b>NORTE</b>	<b>413,5</b>	16,54	10,34	33,08	24,81	2,48	2,07
<b>OCCIDENTE</b>	<b>177,8</b>	7,11	4,45	14,22	10,67	1,07	0,89
<b>CENTRO</b>	<b>361,0</b>	14,44	9,03	28,88	21,66	2,17	1,81
<b>SUR</b>	<b>544,5</b>	21,78	13,61	43,56	32,67	3,27	2,72
<b>CITRICOS</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>TOTAL</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	<b>SEMBRADA</b>	40	25	80	60	6	5
<b>NORTE</b>	<b>479,0</b>	19,16	11,98	38,32	28,74	2,87	2,40
<b>OCCIDENTE</b>	<b>209,8</b>	8,39	5,24	16,78	12,59	1,26	1,05
<b>CENTRO</b>	<b>537,5</b>	21,50	13,44	43,00	32,25	3,23	2,69
<b>SUR</b>	<b>127,0</b>	5,08	3,18	10,16	7,62	0,76	0,64
<b>LULO</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>TOTAL</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>

	SEMBRADA	100	35	100	30	15	20
NORTE	636,4	63,64	22,27	63,64	19,09	9,55	12,73
OCCIDENTE	401,8	40,18	14,06	40,18	12,05	6,03	8,04
CENTRO	525,0	52,50	18,38	52,50	15,75	7,88	10,50
SUR	817,5	81,75	28,61	81,75	24,53	12,26	16,35
TOMATE DE ARBOL							
SUBREGION	TOTAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
	SEMBRADA	120	40	140	30	12	25
NORTE	280,5	33,66	11,22	39,27	8,42	3,37	7,01
OCCIDENTE	198,5	23,82	7,94	27,79	5,96	2,38	4,96
CENTRO	102,5	12,30	4,10	14,35	3,08	1,23	2,56
SUR	230,0	27,60	9,20	32,20	6,90	2,76	5,75

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Minería. Observatorio de Territorios Rurales. Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2014

**TABLAS 6. Requerimiento nutricional de algunos cultivos importantes transitorio del Huila**

ALGODÓN							
SUBREGION	AREA SEMBRADA (Ha)	REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES (Ton)					
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	MgO	S
		150	90	160	0	40	20
NORTE	1.737,24	260,59	156,35	277,96	0,00	69,49	34,74
OCCIDENTE	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CENTRO	14,2	2,13	1,28	2,27	0,00	0,57	0,28
SUR	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ARROZ RIEGO							
SUBREGION	AREA SEMBRADA	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
		120	80	175	22	18	20
NORTE	13.252,0	1590,24	1060,16	2319,10	291,54	238,54	265,04
OCCIDENTE	775,0	93,00	62,00	135,63	17,05	13,95	15,50
CENTRO	953,0	114,36	76,24	166,78	20,97	17,15	19,06
SUR	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ARVEJA							
SUBREGION	AREA SEMBRADA	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
		100	30	70	90	40	21
NORTE	314,0	31,40	9,42	21,98	28,26	12,56	6,59
OCCIDENTE	99,0	9,90	2,97	6,93	8,91	3,96	2,08
CENTRO	230,0	23,00	6,90	16,10	20,70	9,20	4,83
SUR	263,0	26,30	7,89	18,41	23,67	10,52	5,52

<b>FRIJOL TECNIFICADO</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>AREA</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	<b>SEMBRADA</b>	105	10	120	70	6	10
<b>NORTE</b>	<b>3.924,0</b>	412,02	39,24	470,88	274,68	23,54	39,24
<b>OCCIDENTE</b>	<b>1.988,0</b>	208,74	19,88	238,56	139,16	11,93	19,88
<b>CENTRO</b>	<b>1089,0</b>	114,35	10,89	130,68	76,23	6,53	10,89
<b>SUR</b>	<b>1.690,0</b>	177,45	16,90	202,80	118,30	10,14	16,90
<b>TOMATE</b>							
<b>SUBREGION</b>	<b>AREA</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	<b>SEMBRADA</b>	140	65	270	150	15	30
<b>NORTE</b>	<b>213,5</b>	29,89	13,88	57,65	32,03	3,20	6,41
<b>OCCIDENTE</b>	<b>99,0</b>	13,86	6,44	26,73	14,85	1,49	2,97
<b>CENTRO</b>	<b>263,0</b>	36,82	17,10	71,01	39,45	3,95	7,89
<b>SUR</b>	<b>240,0</b>	33,60	15,60	64,80	36,00	3,60	7,20

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Minería. Observatorio de Territorios Rurales. Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2014

Teniendo en cuenta toda la información obtenida en el transcurso de la investigación, se llega al punto final que es el diagnóstico de la fertilidad en los suelos del Huila que se puede observar en la figura 6, teniendo en cuenta los elementos disponibles en el suelo y en especial la materia orgánica, CIC y pH como parámetros químicos y la textura como parámetro físico, parámetros a los que se les dio un puntaje dependiendo de los rangos en los que se encontraban y así se formó una escala de valoración de fertilidad del departamento resultado de la sumatoria del puntaje que obtuvieron los parámetros evaluados la cual se encuentra ubicada a margen derecha de la figura, siendo de 30- 50 baja fertilidad.





## 6. CONCLUSIONES

Los suelos de mayor interés agrícola se localizan en el valle aluvial del río Magdalena, son superficiales a moderadamente profundos, de texturas franco arcillosa a franco arenoso, estructuras de bloques a masivas, de media a baja estabilidad estructural y densidad aparente media a alta. Estos suelos generalmente poseen pH de ligera a fuertemente ácidos, contenidos de materia orgánica bajos, capacidad de intercambio iónico media, alta saturación de bases, déficit en potasio y fósforo aprovechable. Estos suelos requieren de planes de adecuación, enmiendas y fertilización, como también de buenas prácticas de manejo para la sostenibilidad del mismo (subregión norte y centro del Huila).

En el macizo Colombiano y en las cordilleras por encima de los 1600 msnm, los suelos están constituidos por depósitos de cenizas volcánicas, estos son de fuerte a extremadamente ácidos, medios a altos contenidos de materia orgánica, y con limitaciones químicas especialmente fósforo y potasio, pero con adecuadas propiedades físicas para la producción (subregión sur y occidente del Huila).

La identificación de suelos representativos distribuidos en la geografía del Huila, permitió conocer las condiciones ambientales de cada suelo representativo de un Orden en particular, Aridisoles hacia el norte en el Desierto de la Tatacoa, Andisoles hacia el sur en el macizo Colombiano, Molisoles en los Municipios de Santa María y Salado blanco, Entisoles e Inceptisoles en el Distrito de Riego El Juncal al Norte, Histosoles en el Municipio de Pitalito y Alfisoles en el Municipio de San José de Isnos al sur, definiendo sus condiciones actuales de uso y las recomendaciones para el adecuado manejo .

El mayor porcentaje de los suelos en el departamento del Huila son ácidos con bajos contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio, y altas concentraciones de calcio.

La acidez del suelo se acentúa hacia la zona sur y disminuye hacia el norte del departamento del Huila, donde algunos suelos son alcalinos con presencia de precipitados de carbonatos de calcio.

Los suelos del departamento del Huila se califican de mediana a alta fertilidad en un 85% del área con vocación agrícola.

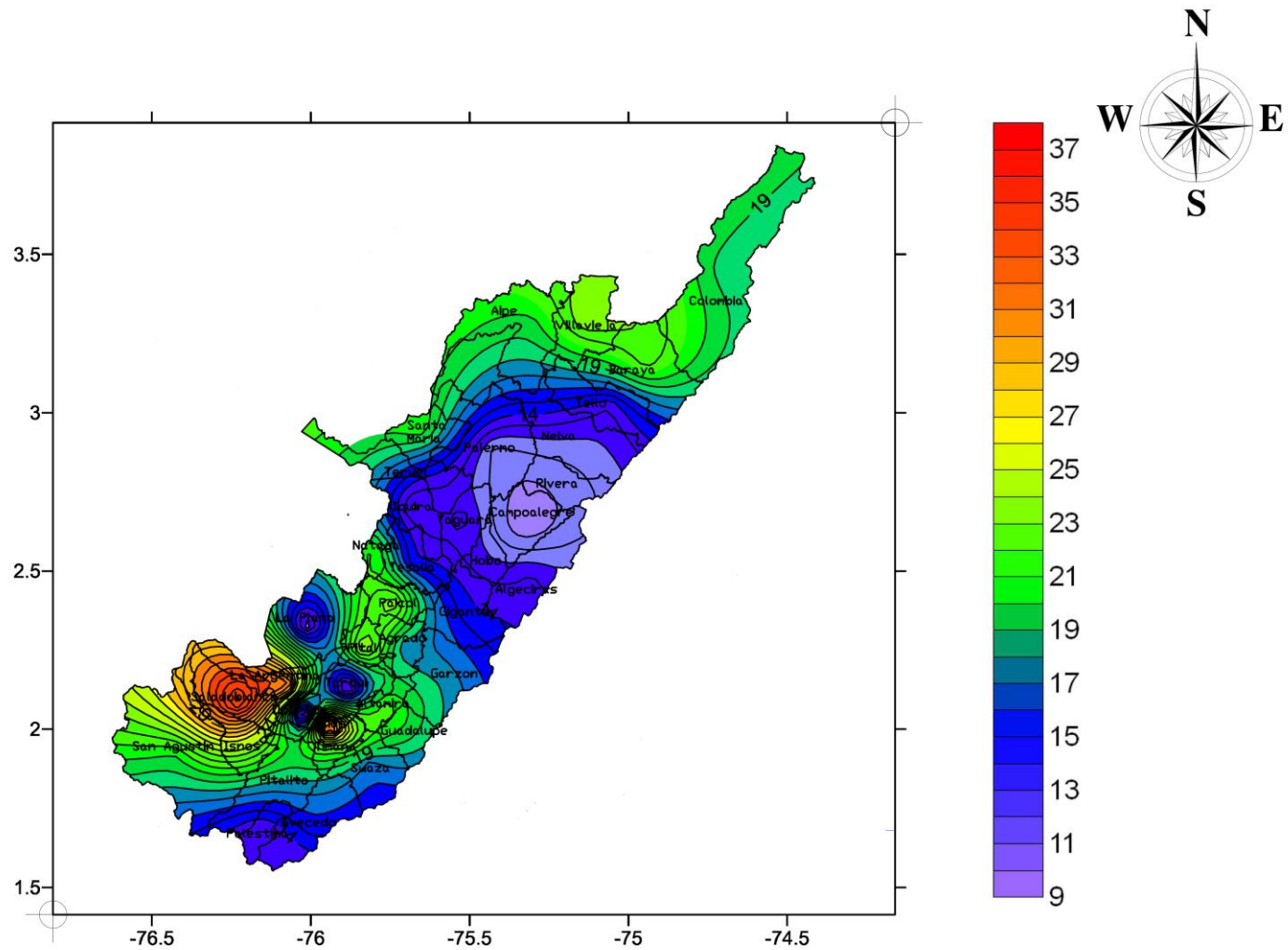
Los bajos contenidos de materia orgánica que generalmente caracterizan los suelos de la parte plana y cálida del departamento del Huila, muestran al nitrógeno como el mayor limitante químico para la producción agrícola competitiva.

El departamento del Huila es el departamento con mayor área sembrada del cultivo de café con 155.671,67 has, seguido de Antioquia, Tolima y Cauca.

La mayoría de personas que trabajan en el campo no tienen conocimientos acerca de los requerimientos nutricionales del cultivo, ni el déficit nutricional de los suelos, por ende hacen una aplicación indiscriminada y el aprovechamiento de la planta es mínimo.

Los parámetros que más influyen en la fertilidad de los suelos es la capacidad de intercambio catiónico y el porcentaje de materia orgánica ya que hay una mayor interacción entre la superficie y la solución del suelo, en donde son tomados los nutrientes por las raíces de las plantas que se encuentran presentes.

# **Anexo A**



*Contiene:*  
**Capacidad de Intercambio  
 Cationico en el  
 Departamento del Huila**

*Proyecto:*  
**Diagnostico de la Fertilidad  
 de los Suelos del  
 Departamento del Huila**

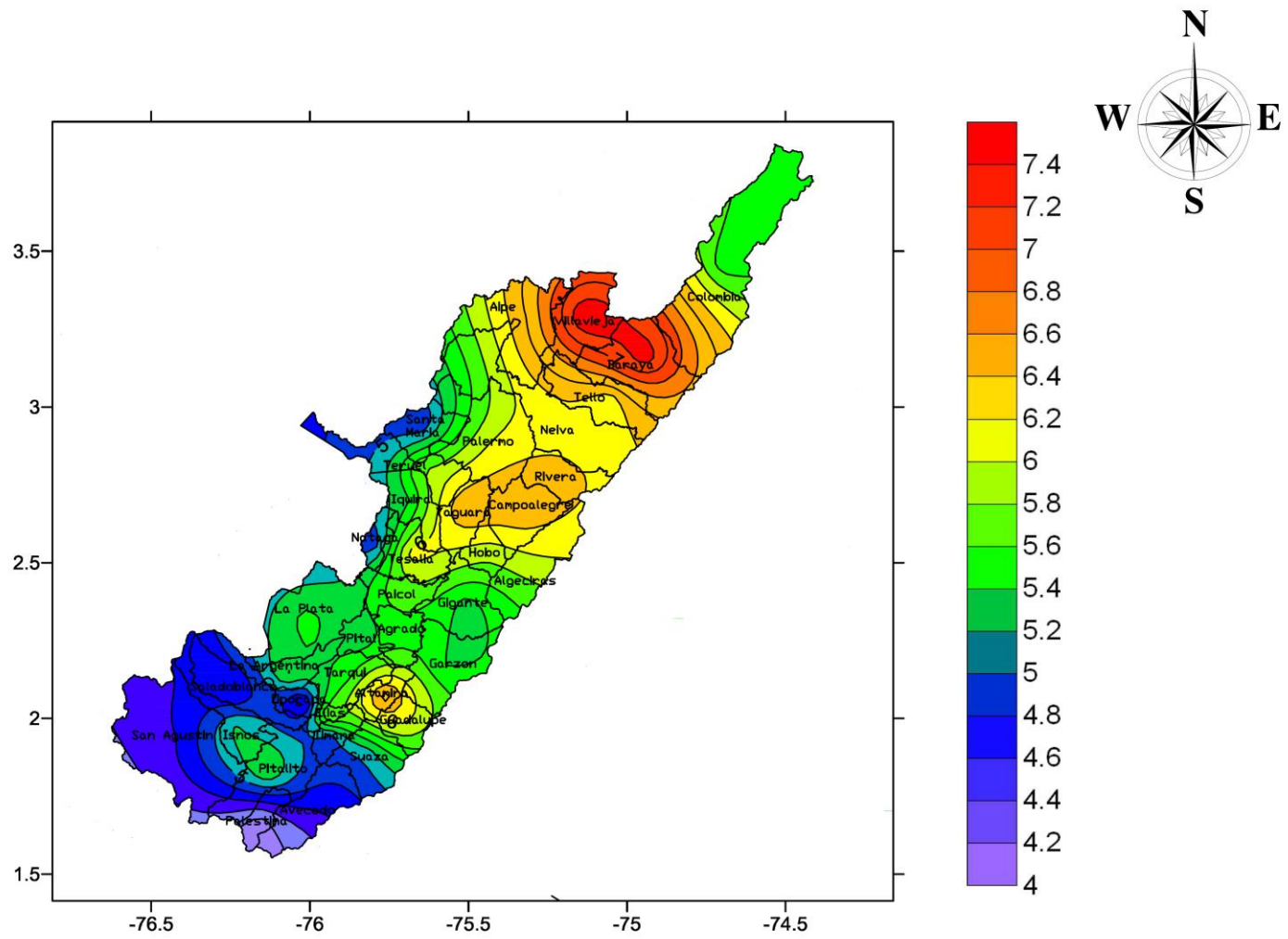
Universidad  
 Surcolombiana



*dibujó:*  
**Jhon Eder Montero E.**

*N#*  
**1**


# **Anexo B**



**Contiene:**  
*pH en el Departamento del Huila*

**Proyecto:**  
*Diagnostico de la Fertilidad de los Suelos del Departamento del Huila*

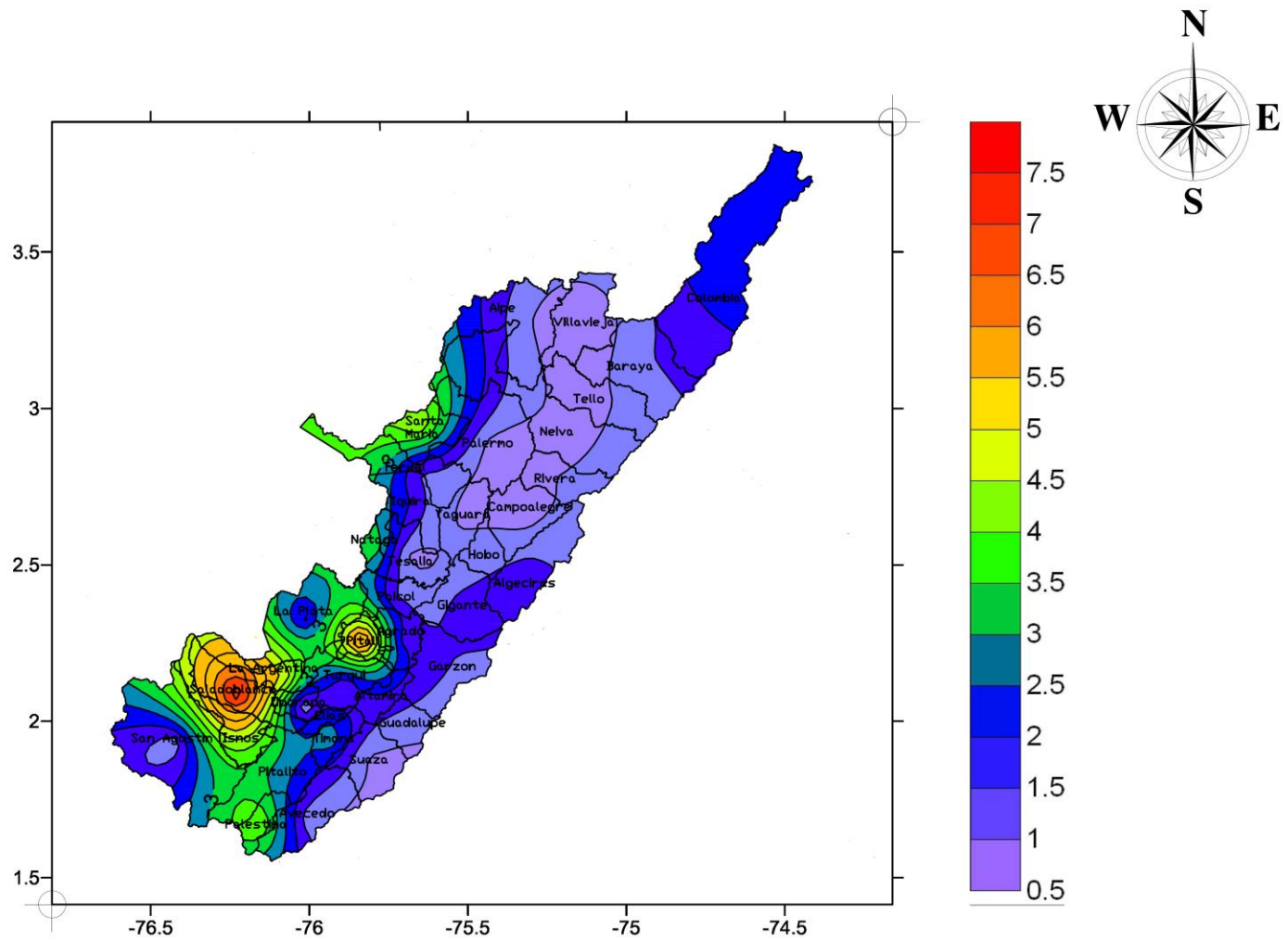
*Universidad Surcolombiana*



**dibujó:**  
*Jhon Eder Montero E.*

**N#**  
 3

# Anexo C



**Contiene:**  
*Porcentaje de Materia  
 Orgánica en el  
 Departamento del Huila*

**Proyecto:**  
*Diagnostico de la Fertilidad  
 de los Suelos del  
 Departamento del Huila*

Universidad  
 Surcolombiana



**dibujó:**  
*Jhon Eder Montero E.*

**N#**  
 2



# Anexo D



## BIBLIOGRAFÍA

BRADY C. NYLE, WEIL R. RAY. The Nature and Propierties of Soils. Thirteenth edition. Prentice Hall. 2006. 960p.

BURBANO, H. y SILVA F. 2013. Ciencia del Suelo. Principios Básicos. Segunda edición. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá. 594 p.

CASTRO H. E. 1996. Bases Técnicas para el conocimiento y manejo de los suelos del Valle Cálido del Alto Magdalena. Corpoica Regional 6. Ed. Produmedios. Bogotá. 107p.

CASTRO H. E. 1998. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Manual Técnico. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Tunja.

CASTRO H. E., & GÓMEZ SÁNCHEZ, M. I. 2010. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Bogota,D.C: Guadalupe S.A.

CONTRALORIA DEPARTAMENTAL DEL HUILA. 1999. La Ley 99 y los Ecosistemas Estratégicos en el Departamento del Huila. Informe anual sobre el estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. 195p.

DANE 2014. Estadísticas sobre producción agrícola en Colombia. Bogotá. 395p.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS EE.UU. 1994. Servicio de Conservación del Suelo. Comité para Reconocimiento de Suelos (Soil Survey Staff) Claves de Taxonomía de Suelos. Sexta edición. Traducción 1995 por A. Blanco y J. Pichott. 551p.

GARAVITO N., F. IGAC. 1979. Subdirección Agrológica. Propiedades Químicas de los Suelos. Bogotá. D.C.

GUERRERO RIASCOS, R. 1994. Propiedades Generales de los Fertilizantes Quimicos . Bogotá,D.C: Guadalupe LTDA.

HODGSON, J.J, M 1978 Soil Sampling and soil description: monographs on soil Survey oxford Univ. Press p125-132.

IGAC. 1994. Estudio General de suelos del departamento del Huila. Tomo I. Subdirección Agrológica. Santafé de Bogotá. 179p.

IGAC 2014. Manejo de Suelos Colombianos. Autores: Dimas Malagón, Jairo Chavarriaga y German Arias. Editorial: Imprenta Nacional de Colombia. 323p.

JARAMILLO, D. F., PARRA L. N. Y GONZÁLES L. H. 1994. El recurso suelos en Colombia. Distribución y evaluación. Instituto de Ciencias Naturales y Ecología (ICNE), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 88p.

LEON, L. A. 1994. Evaluacion de la Fertilidad del Suelo. Bogota,D.C: Guadalupe Ltda.

LORA SILVA, R. 1994. Factores que Afectan la Disponibilidad de Nutrimentos Para las Plantas. Bogota,D.C: Guadalupe LTDA.

MONTENEGRO H. Y MALAGÓN D. IGAC. 1990. Subdirección Agrológica. Propiedades Físicas de los Suelos. Bogotá, D. E.

TORRENTE, A. 2012. Potencial de agua en el suelo y su relación hídrica en los cultivos de pasifloras, Granadilla y Maracuyá en el Huila. Cepass-Universidad Surcolombiana. Neiva. 138p.

TORRENTE, A. 2015. Interpretación de los análisis de suelos en el departamento del Huila. Apuntes de Clase. Facultad de Ingeniería – Universidad Surcolombiana. Neiva. 56p.

TORRENTE, A. 2015. Actualización en fertilidad del suelo. Seminario Nacional Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Neiva – Huila. 272p.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA. Facultad de Ingeniería. 2015. Archivos del Laboratorio de Suelos - LABGAA. Neiva. Medio magnético.