

**CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS  
SUELOS DE LA ZONA CAFETERA DEL MUNICIPIO DE ISNOS CON  
EL FIN DE ESTABLECER SU APTITUD DE USO Y MANEJO**

**ÁLVARO LADINO PAQUE**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
Neiva, Febrero de 2010**

**CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS  
SUELOS DE LA ZONA CAFETERA DEL MUNICIPIO DE ISNOS CON  
EL FIN DE ESTABLECER SU APTITUD DE USO Y MANEJO**

**ÁLVARO LADINO PAQUE**

Trabajo presentado como requisito  
parcial para obtener al título de  
Ingeniero Agrícola

**Director:**  
**I.A. MsC. PhD. Ciencias Agropecuarias**  
**ARMANDO TORRENTE TRUJILLLO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**Neiva, Febrero de 2010**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente de Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Neiva, Febrero de 2010**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me ha acompañado en todas las circunstancias, asido por el amor de Cristo que excede a todo conocimiento, y quien además me permitió desarrollar este trabajo de grado.

A mis padres, hermanos y sobrinos que me apoyan en cada reto propuesto.

Al Ingeniero Armando Torrente Trujillo, que ejerció como profesor de carrera y director además del Trabajo de grado, aportando una valiosa asesoría en la elaboración de este documento.

A la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, que me permitió desarrollar la pasantía y brindó orientación a través de su coordinador de la seccional Acevedo, ingeniero Germán Cruz Ortiz.

A los jurados evaluadores del Trabajo de grado: Ingenieros Fabio Salinas y Rodrigo A. Pachón, éste último se desempeñó también comedidamente como consejero académico.

Al Ingeniero Agrónomo Alfonso Millán Morales, que me apoyó sobre información empírica de la zona cafetera del municipio de Isnos, además de suministrar importante fuente bibliográfica.

Al servicio de extensión rural de los municipios San Agustín e Isnos: a Héber Nel, a Óscar, a Orlando, a Saida Rocío y a Juan pablo, de los cuales aprendí en el campo laboral.

A los docentes del programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana en las distintas áreas que aportaron de sus conocimientos y a los compañeros de estudio, que me acompañaron en estos últimos años.

A Andrés R. Castañeda por su colaboración en el desarrollo de este estudio, igualmente a quienes me apoyaron de una otra forma.

## RESUMEN

El municipio de Isnos se localiza en el sur del departamento del Huila y sus principales renglones agrícolas son el cultivo de la caña, seguido del café y las frutas. La zona potencial cafetera cuenta aproximadamente con 15000 hectáreas entre los 1200 y 1850 msnm; de las cuales más de 2300 hay sembradas en su mayoría tecnificadas, distribuidas en 50 veredas.

Con el propósito de caracterizar las propiedades de los suelos de la zona cafetera de la región y establecer su aptitud de uso y manejo, se tuvieron en cuenta variables físico- químicas de los perfiles de suelo identificados según clasificación anterior realizada por la Federación Nacional de Cafeteros en el año de 1985, comprendiendo las unidades cartográficas del Ecotopo Cafetero 214B: San Agustín (Melanudands); Isnos (Basaltos); El Mortiño (Dystropets); Saladoblanco (Toba Volcánica); Magdalena (Lithic Ustorthent), y las asociaciones San Agustín-Isnos, Siberia-San Simón y Siberia-San Agustín. Además para este estudio se analizaron 300 muestras de suelos aleatorias (2008), en el Laboratorio Multilab Agroanalítica de CENICAFE, quien dio las recomendaciones para la fertilización del cultivo.

Se utilizaron aerofotografías y los software Autocad, Surfer y Arcgis para la georeferenciación en el mapa base del municipio de Isnos y para la creación de mapas de variabilidad espacial por cada parámetro evaluado en los análisis de suelo, que junto al análisis estadístico permitieron evaluar el comportamiento físico-químico, resultando que los suelos tienen mayor similitud dentro de una misma unidad. El ecotopo corresponde en general a entisoles e inceptisoles, con pH ácidos propios para el cultivo de café, alto contenidos de materia orgánica, texturas moderadamente pesadas, deficientes en fósforo, y sin mayores problemas en los demás elementos. En dos sectores se presentaron altos valores de aluminio, correlacionándose a bajas concentraciones de calcio, magnesio y pH.

Finalmente la información recopilada, basándose en la clasificación agrológica del IGAC, permitió determinar que las unidades de suelo caracterizadas son aptas para la explotación agrícola, excepto la unidad Magdalena. Principalmente se ubican en las clases II y III que involucran prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos. Esta clasificación agrológica se plasmó en un mapa final a escala 1: 25000.

**Palabras clave:** unidad cartográfica, zona cafetera, físico-químicas, clasificación agrológica, análisis de suelos, ecotopo, caracterización.

## SUMMARY

Isnos's municipality is located in southern of the Huila province and its main agricultural lines are the culture of the cane, followed of the coffee and the fruits. Potential zone coffee counts approximately on 15000 hectares between 1200 and 1850 meters on the level of the sea; of which more than 2300 are planted mostly tech, distributed in 50 small villages.

With the purpose to characterize the properties of the soils in the coffee zone of the region and establish its fitness for use and management, taken into account physico-chemical variables of the profiles of soil identified according to previous classification made by the Federación Nacional de Cafeteros in the year 1985, comprising the cartographic unities of the Coffee Ecotopo 214B: San Agustín (Melanudands); Isnos (Basalts); El Mortiño (Dystropets); Saladoblanco (Volcanic Toba); Magdalena (Lithic Ustorthent), and the associations San Agustín-Isnos, Siberia-San Simón and Siberia-San Agustín. Besides or this study 300 random ground samples were analyzed (2008), in the laboratory Multilab Agroanalitica of CENICAFE, that gave the recommendations for the fertilization of the cultivation.

Aerial photographs were used and software Autocad, Surfer and Arcgis for georeferencing in the map base of Isnos's municipality and for the creation of maps of space variability by every parameter evaluated in the analysis of soil, which together with the statistical analysis allowed us to evaluate the behavior physico-chemical, resulting that the soils have greater similarity within the same unit. The ecotopo correspond generally to entisoles and inceptisoles, with acid pH proper for the culture of coffee, high organic matter contents, textures moderately weighed, deficient in phosphorus, and without main problems in the other elements. In two sectors presented high values of aluminum, being correlated to low concentrations of calcium, magnesium and pH.

Finally the compiled information, based on the classification agrologic IGAC, allowed to determine that characterized soil units are suitable for farming, except Magdalena unit. Mainly situate into Class II and III involve moderate practices of managing and conservation of soils. This agrologic classification was formed into a final map scale 1: 25000.

**Keywords:** cartographic unit, coffee zone, physicochemical, agrologic classification, analysis of soils, ecotopo, characterization.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO CONCEPTUAL	3
1.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS	3
1.1.1. Consociación San Agustín (SA)	3
1.1.2. Consociación Isnos (IS)	4
1.1.3. Asociación Saladoblanco (SB)	4
1.1.4. Asociación El Mortiño (MO)	5
1.1.5. Unidad Magdalena (MG)	5
1.1.6. Asociación San Simón (SS)	5
1.1.7. Asociación Siberia (SI)	6
1.1.8. Identificación de las unidades cartográficas	6
1.2. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA DE LOS SUELOS	10
1.2.1. Clase I	10
1.2.2. Clase II	10
1.2.3. Clase III	10
1.2.4. Clase IV	11
1.2.5. Clase V	11
1.2.6. Clase VI	11
1.2.7. Clase VII	11
1.2.8. Clase VIII	12
1.3. NUTRICIÓN Y FERTILIDAD DE SUELOS	12
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
2.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE ISNOS	14
3. METODOLOGÍA	16
3.1. MÉTODOS DE EXTENSIÓN	16
3.1.1. Reuniones de capacitación	16
3.1.2. Demostraciones de método	17
3.1.3. Visitas a fincas	17

3.2.	GEOREFERENCIACIÓN SOBRE LAS AEROFOTOGRAFÍAS	18
3.3.	RECEPCIÓN Y ENVÍO DE MUESTRAS AL LABORATORIO	18
3.4.	AGRUPACIÓN Y CORRELACIÓN DE LA INFORMACIÓN	18
3.5.	CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA SEGÚN EL IGAC	19
3.6.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	19
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1.	MÉTODOS DE EXTENSIÓN	21
4.2.	VARIABILIDAD ESPACIAL E INTERPRETACIÓN	22
4.2.1.	pH	22
4.2.2.	Materia orgánica	23
4.2.3.	Fósforo	25
4.2.4.	Potasio	26
4.2.5.	Calcio	27
4.2.6.	Magnesio	28
4.2.7.	Aluminio	30
4.2.8.	Saturación de Aluminio	31
4.2.9.	Textura	32
4.2.10.	Relaciones catiónicas	32
4.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
4.3.1.	Consociación San Agustín	36
4.3.2.	Consociación Isnos	36
4.3.3.	Asociación Saladoblanco	36
4.3.4.	Asociación El Mortiño	37
4.3.5.	Unidad Magdalena	37
4.3.6.	Asociación San Agustín-Isnos	38
4.3.7.	Asociación Siberia.-San Simón	38
4.3.8.	Asociación Siberia-San Agustín	38
4.3.9.	Ecotopo 214 B	39
4.3.10.	Análisis de la textura	39
4.4.	PLAN DE FERTILIZACIÓN DE CENICAFÉ	40
4.4.1.	Etapas de crecimiento vegetativo en siembra	41
4.4.1.1.	Fertilización	41

Enmiendas	42
4.4.1.2. Etapa de crecimiento vegetativo en zoca.	43
4.4.2. Fertilización	43
4.4.2.1. Enmiendas	43
4.4.2.2. Etapa de producción	43
4.4.3. Fertilización	44
4.4.3.1. Antes de las cosechas principales	44
4.4.3.1.1 Antes de las traviesas y mitacas	45
4.4.3.1.2 Igual fertilización para las dos cosechas	47
4.4.3.1.3 Antes de las primeras producciones	47
4.4.3.1.4 Otras recomendaciones	48
4.4.3.1.5 Enmiendas	48
4.4.3.2. Aplicaciones orgánicas	50
4.4.4. Otros sistemas de aplicación	50
4.4.5. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS	51
5. CONSOCIACIÓN SAN AGUSTÍN	51
5.1. CONSOCIACIÓN ISNOS	51
5.2. ASOCIACIÓN SALADOBLANCO	51
5.3. ASOCIACIÓN EL MORTIÑO	51
5.4. UNIDAD MAGDALENA	52
5.5. ASOCIACIÓN SAN AGUSTÍN-ISNOS	52
5.6. ASOCIACIÓN SIBERIA.-SAN SIMÓN	52
5.7. ASOCIACIÓN SIBERIA-SAN AGUSTÍN	52
5.8. CONCLUSIONES	53
6. LITERATURA CITADA	55
ANEXOS	57
Anexo A. Deficiencias de fósforo en el cultivo de café a través del análisis foliar.	57
Anexo B. Unidad Magdalena (conglomerados)	57
Anexo C. Factores sugeridos para ajustar las dosis de las recomendaciones en los análisis de suelos.	58

Anexo D. Etiqueta empleada para la identificación de una muestra de suelo.	58
Anexo E. Copia de un reporte de análisis de suelos, laboratorio de Cenicafé.	59
Anexo F: Condiciones agroecológicas para algunos cultivos de diversificación en la zona cafetera.	60

## LISTA DE TABLAS

No.		Pág.
1	Contenido pedológico de las unidades de suelo	8
2	Descripción de los perfiles representativos	8
3	Análisis de fertilidad por unidades cartográficas	9
4	Estado de la caficultura en el municipio de Isnos	15
5	Métodos empelados en el laboratorio de suelos de Cenicafé	19
6	Relación del cronograma de actividades, año 2008	20
7	Consolidados de caficultores atendidos	22
8	Interpretación del pH en el suelo	23
9	Interpretación de la materia orgánica en el suelo en porcentaje	24
10	Interpretación del fósforo en el suelo en ppm	25
11	Interpretación del potasio en el suelo en me/100g	26
12	Interpretación del calcio en el suelo en me/100g	27
13	Interpretación del magnesio en el suelo en me/100g	29
14	Interpretación del aluminio en el suelo en me/100g	31
15	Interpretación de la saturación de aluminio en el suelo en porcentaje	32
16	Interpretación de la textura en el suelo	32
17	Interpretación de las relaciones catiónicas en el suelo	32
18	Evaluación estadística de la consociación San Agustín	36
19	Evaluación estadística de la consociación Isnos	36
20	Evaluación estadística de la asociación Saladoblanco	37
21	Evaluación estadística de la asociación El Mortiño	37
22	Evaluación estadística de la unidad Magdalena	37
23	Evaluación estadística de la asociación San Agustín-Isnos	38
24	Evaluación estadística de la asociación Siberia -San Simón	38
25	Evaluación estadística de la asociación Siberia-San Agustín	38
26	Evaluación estadística del Ecotopo 214 B	39

27	Distribución de las texturas por unidades de suelo	39
28	Interpretación de análisis de suelos de Fertilidad para café	41
29	Grado de fertilizantes y enmiendas empleados	42

## LISTA DE MAPAS

No.		Pág.
1	Unidades de suelo de la zona cafetera del municipio de Isnos	7
2	Mapa base con los sitios muestreados	21
3	Variabilidad espacial del pH	23
4	Variabilidad espacial de la materia orgánica	24
5	Variabilidad espacial del fósforo	25
6	Variabilidad espacial del potasio	27
7	Variabilidad espacial del calcio	28
8	Variabilidad espacial del magnesio	29
9	Variabilidad espacial del aluminio	30
10	Variabilidad espacial de la saturación de aluminio	31
11	Variabilidad espacial de la relación Calcio/Magnesio	33
12	Variabilidad espacial de la relación Magnesio/Potasio	34
13	Variabilidad espacial de la relación Calcio/Potasio	35

## LISTA DE FIGURAS

<b>No.</b>		<b>Pág.</b>
1	Clasificación de los nutrientes para las plantas	12
2	Localización del municipio de Isnos	14
3	Toma de una submuestra de suelo	17

## INTRODUCCIÓN

La productividad de los suelos está determinada por sus características físicas y químicas, que integradas con las climáticas determinan su producción con un sistema específico de cultivo, es decir, la “vocación” de los suelos. Los suelos de la zona cafetera colombiana son relativamente jóvenes, es decir, todavía están en proceso de desarrollo y, según la naturaleza del material petrográfico del cual se derivan, han sido agrupados dentro de las siguientes clases: metamórficos, ígneos y sedimentarios (Gómez et al., 1991). Sobre ellos existen diferentes grados y patrones de cubrimiento de cenizas volcánicas.

Estos suelos son altamente variables en sus características, debido a su distribución en la zona cafetera (distintos tipos de relieve); según las condiciones físicas (desde pedregosos y arenosos, hasta francos y arcillosos) y químicas (heterogéneos en la proporción de los minerales esenciales). Conocer estas propiedades contribuyen desde el punto de vista de nutrición vegetal determinar que tanto se deben mejorar las condiciones del suelo, acondicionándolas a una plantación dada mediante un buen plan de fertilización que permita el uso racional de abonos, según recomendaciones puntuales basadas en análisis de suelos, que permiten detallar las propiedades en mención. Es deber de los productores poner en obra prácticas agrícolas apropiadas en el marco de conservación de los suelos.

En el sistema andino que es tan heterogéneo, lograr condiciones idénticas es imposible, pues existen diferencias de suelo y clima aún a cortas distancias. Se identificaron para este estudio algunas condiciones físico-químicas de los suelos de la región cafetera del municipio de Isnos en 300 análisis de suelos y acopiando información sobre la clasificación cartográfica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1985) en el sur del departamento del Huila, con el ánimo de caracterizar potenciales sistemas de diversificación agrícola por clases agrológicas y series de suelos.

Con ayuda de los programas Arcgis, Surfer, Autocad se realizó la ubicación geográfica del estudio por medio de mapas de variabilidad espacial de los parámetros evaluados en el muestreo: Textura, pH, Materia Orgánica, Fósforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Aluminio y porcentaje de Saturación de Aluminio, que dentro del plan de fertilización de Cenicafé se hicieron recomendaciones para las siembras establecidas.

La agrupación de los terrenos en clases con capacidad de uso similares, se relaciona en Clases Agrológicas según parámetros del IGAC, que permiten ordenar la selección de alternativas en ocho grupos, con arreglo a sus posibilidades mediante el uso y manejo que mejor se adapte (Salinas, 2001). Lo suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos principalmente corresponden a Clase II y III.

## 1. MARCO CONCEPTUAL

El IGAC y el HIMAT, citados por Gómez et al. (1991), realizaron la zonificación para definir las grandes áreas agrícolas del país y la caracterización agroclimática con base en balances hídricos por décadas respectivamente.

CENICAFÉ (Adaptado de Gómez et al, 1991), teniendo en cuenta éstos antecedentes y con el ánimo de subdividir la zona cafetera colombiana en agrupaciones con características similares para el manejo del cultivo del café, utilizó variables del sistema geográfico, climáticas (térmicas e hídricas), del suelo y cartográficas. En consecuencia, se hizo una primera división por cordilleras y se subdividieron luego por vertientes, añadiendo el sistema montañoso de la Sierra Nevada de Santa Marta. Dentro de las variables del suelo, se discriminaron el material parental, propiedades físicas de los horizontes (Textura, profundidad efectiva, drenaje, pendiente) y taxonómicas de acuerdo al Sistema Taxonómico Internacional Americano "*Soil Taxonomy*".

Todo esto dio lugar al sistema de reconocimiento de la Federación Nacional de Cafeteros, área de Climatología y División de Desarrollo Social, en el año de 1985, que apoyándose en la cartografía básica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y del Departamento Nacional de Estadística a escala 1:100.000 (Gómez et al, 1991) definieron 86 áreas agroecológicas cafeteras para las que se utilizaron límites arcifinios principalmente a nivel latitudinal y altimétricos a nivel longitudinal; áreas denominadas Ecotopos cafeteros, con cierto grado de homogeneidad en condiciones de clima, suelo y relieve. El seguimiento se hizo de norte a sur por continuidad geográfica, separándola en los ecotopos en donde la cuenca hidrográfica es la unidad climática, estos fueron delimitados por los accidentes topográficos e hidrográficos presentes en la región mostrando sectores análogos con los suelos del otro lado de la vertiente de la cordillera, a la misma altura sobre el nivel del mar.

El ecotopo que le corresponde al municipio de Isnos es el 214 B, nomenclatura que indica lo siguiente: el dígito 2 representa a la Cordillera central, la letra B que concierne a su ladera oriental, mientras el número 14 significa que es el ecotopo número 14 de los 15 que hay que en esta vertiente de la cordillera, ubicado de norte a sur (Adaptado de Gómez et al., 1991); se delimita entre la cuenca del río Magdalena y la subcuenca del río Bordones, perteneciendo en su gran mayoría al municipio de Isnos, y en su zona cafetera se encuentran ocho unidades cartográficas de suelos<sup>1</sup>: consociación San Agustín (Melanudands); consociación Isnos (Basaltos); asociación Mortiño (Dystropets); asociación Saladoblanco (Toba Volcánica); unidad Magdalena (Lithic Ustorthent), sin embargo algunos sectores corresponden a las asociaciones San Agustín-Isnos, Siberia-San Simón, y Siberia-

---

<sup>1</sup> Con base en la cartografía del estudio de la Federación Nacional de Cafeteros, 1985.

San Agustín, aunque las unidades Siberia y San Simón no se encuentran en el municipio de forma independiente. Las unidades de suelo también se pueden abreviar, con dos letras de su nombre, por ejemplo la unidad Saladoblanco se simboliza con las letras SB.

## **1.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS**

Una asociación es la unidad cartográfica definida cuando en las áreas delimitadas se encuentran dos o más suelos, cada uno en diversas proporciones; no existe un pedón definido como patrón, sino varios pedones dentro de la misma unidad. Cuando algún pedón es predominante, superior al 70 por ciento, se caracteriza la unidad como consociación (Adaptado de Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1985). La mayoría de las unidades de la zona de estudio corresponden a asociaciones y a la consociación San Agustín y consociación Isnos; así, la asociación San Agustín-Isnos contiene pedones de ambas consociaciones matrices, al igual que las asociaciones Siberia-San Simón y Siberia-San Agustín.

Para el área de estudio existe información de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia sobre la clasificación de suelos de la zona cafetera de nuestro departamento, al igual que para otras regiones del país, con el propósito de reconocer la potencialidad de áreas separando las unidades de suelos de las asociaciones y consociaciones existentes y para los mismos grupos la caracterización física y química con fines de uso potencial y manejo.

A partir de información recopilada del libro *“Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento del Huila”* editado en 1985, del Departamento de Investigación y Programación (sección Agrología) de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, se elaboraron los textos de las distintas unidades de suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos, incluyendo los porcentajes de los pedones según clasificación taxonómica, la descripción del perfil de suelo y los análisis de fertilidad general. Se acopia textualmente parte de la información dada su importancia y especificidad para este proyecto. Las asociaciones San Agustín-Isnos, Siberia-San Simón y Siberia-San Agustín no se encuentran descritas de forma específica en el texto en mención, por lo cual se adecuan a la caracterización de las asociaciones matrices.

### **1.1.1. Consociación San Agustín (SA).**

Su material de ceniza volcánica guarda relación con las depositadas en la meseta de Popayán debido a que provienen del mismo foco de eyección. Las características del suelo son: texturas que van de Franco Limosos a Franco Arenosa fina de un buen espesor y alto contenido de materia orgánica, que origina un Epipedón Úmbrico, con un Endopedón Cámbico profundo (González et al., 2002), abundante

presencia de raicillas, alta capacidad de retención de humedad, presencia de escasas aunque bien conformadas Krotovinas y una alta actividad biológica.

Se encuentra ubicada por encima de los 1850 metros, principalmente en los municipios de San Agustín e Isnos, en este último por encima de los 1700 metros; además como inclusión en sectores de municipios vecinos. Se encuentra sepultando una formación andesítica (consociación Isnos), que aflora en algunos sectores. Sus suelos presentan pendientes muy homogéneas, de planas a onduladas, comprendidas entre el 0 y el 25% tanto en la parte alta, como la parte baja. Se describió el perfil en la vereda Quebradillas del municipio de San Agustín.

### **1.1.2. Consociación Isnos (IS).**

La Andesita es una roca ígnea efusiva, de acidez (composición) intermedia, de coloración gris y cristales oscuros en la masa, que identifica la horblenda. En virtud de la topografía ondulada dominante y la buena distribución de las lluvias, los suelos como éste, provenientes del material indicado han evolucionado y presentan en términos generales las siguientes características: texturas pesadas y coloraciones rojizas. Algunos sectores dispersos son cóncavas y mal drenados.

Esta unidad se localiza principalmente en los municipios de Isnos, San Agustín y Saladoblanco, comprendida entre los 1700 y 1900 metros de altitud. Su pendiente topográfica oscila entre el 0 y 50 por ciento; el perfil se describió en el kilómetro 3 de la vía que conduce del casco urbano de San Agustín al Estrecho del Magdalena.

### **1.1.3. Asociación Saladoblanco (SB).**

La Toba es una roca ígnea efusiva, de naturaleza andesítica y de muy baja densidad, similar a la piedra pómez; su composición mineralógica es semejante a la Andesita de la consociación Isnos; los suelos originados a partir de este material y dependiendo del clima, presentan coloraciones pardo amarillenta, bajo contenido de materia orgánica y moderada resistencia a la erosión. En la distribución de los suelos predominan los Líticos que se constituyen en una limitante para explotaciones comerciales, ya que su profundidad efectiva depende exclusivamente del espesor de la primera capa.

Ocupa varios sectores en la zona cafetera del municipio de Isnos, y en áreas circunvecinas. En algunos sitios la pendiente está entre el 0 y 50%, mientras en otros varían hasta el 75 por ciento en la zona más baja. Se describieron dos perfiles en el municipio de Saladoblanco: uno en la vía hacia la vereda La Chilca (zona más cafetera de la unidad), en tanto que en la zona baja se describió otro en la vereda Pirulinda. Ambos perfiles se relacionan en las tablas 2 y 3.

#### **1.1.4. Asociación El Mortiño (MO).**

Su material parental es el Basalto, que es una roca ígnea efusiva, de naturaleza básica, el cual en condiciones de buena aireación y humedad, origina suelos rojos, bien drenados, si la humedad excede (régimen acuico), que es el caso del presente suelo, se observan manifestaciones de mal drenaje. Dentro de la asociación se presentan áreas muy pequeñas de las unidades San Agustín, Isnos y Salado blanco, las cuales geográficamente las rodean.

Se ubica en el municipio de Isnos. La pendiente no supera el 50 por ciento, y esta unidad solo se dispone en la zona media, aproximada entre los 1400 y 1600 metros de altura. Se describió el perfil a 9 kilómetros de la carretera desde el puente principal del río Magdalena hacia el caso urbano del municipio de Isnos.

#### **1.1.5. Unidad Magdalena (MG).**

El material parental de esta unidad está definido por conglomerados de tamaño mediano y grande, los cuales alternan en sectores con areniscas y arcillositas. Por su ubicación climática (semiárida) no han tenido la oportunidad de evolucionar y por tanto los suelos así originados son incipientes, sin ninguna importancia en cuanto a productividad. Su posición geomorfológica se define como Vertiente erosional, mientras que a la unidad también se le denomina "Misceláneo Rocoso Magdalena"

Se presenta en los cañones de la mayoría de los ríos que configuran la red hidrográfica de la región, en especial en la Hoya del Río Magdalena y también en un contrafuerte o ramal transversal de la cordillera central en el municipio de Tarqui. Se delimitan los regímenes de humedad Údico (húmedo), Ústico (seco) con altitudes que fluctúan entre los 1100 y los 1500 metros. Por sus condiciones de superficialidad, así como por el régimen de humedad (Ústico), no se consideró conveniente hacer descripción de un perfil representativo.

#### **1.1.6. Asociación San Simón (SS).**

El granito es una roca ígnea intrusiva de naturaleza ácida, compuesta esencialmente por cuarzo, feldespato (ortoclosa rosada) y biotita, con predominancia de este mineral de donde recibe el nombre de horblenda; por su composición mineralógica, de estructura granitoidea y dependiendo del clima, su meteorización es integral, originando así suelos sueltos, de mediano a bajo contenido de materia orgánica, en el cual se aprecian varios de los minerales constitutivos, en diferentes procesos de intemperismo. Por su naturaleza suelta y las fuertes pendientes donde se localizan, son suelos muy susceptibles a la erosión; en aquellos sitios donde la topografía es menos abrupta, se encuentran suelos menos desarrollados, con formación de horizontes diagnósticos (Úmbrico

sobre Cámbrico), pero esta situación es de menor ocurrencia. En pequeñas secciones la pendiente del terreno se aproxima al 75 por ciento.

Se encuentra principalmente en los municipios de Timaná e Isnos y asociados con otras unidades. La altitud donde predominan estos suelos está entre los 1300 y 1900 metros. En el kilómetro 12 de la carretera Pitalito-Timaná, se despende un carreteable a la vereda Santa Bárbara Alta; el perfil se describió en el kilómetro 5 de esta vía.

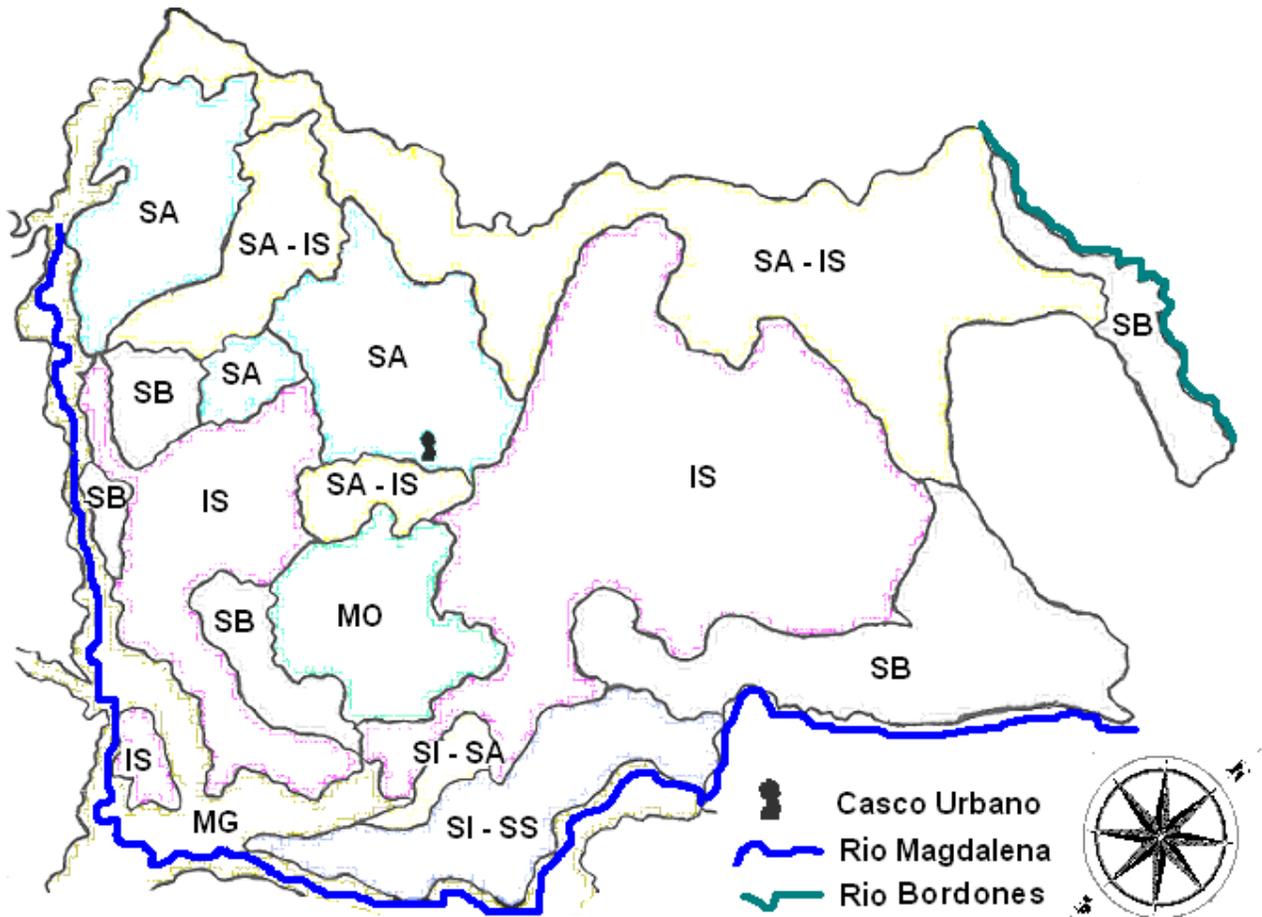
#### **1.1.7. Asociación siberia (SI).**

La Andesita Ortósica, es una roca ígnea efusiva de acidez intermedia, compuesta básicamente por una masa de naturaleza feldesplástica (Ortoclasa), de coloraciones rosadas, sobre la cual se aprecian algunos fenómenos no identificados de tonalidades más oscuras. Dentro de la formación geológica de esta unidad, las andesitas que son los dominantes, se encuentran asociadas con otros materiales ígneos, tales como Sienitas y Dioritas Horbléndicas, así como sectores con ceniza volcánica en especial hacia la parte más alta de la unidad.

En el municipio de Isnos se encuentra muy poco y solo como asociación con la asociación San Simón y con la consociación San Agustín, complejos entre el 12 y 75% en fase de pendiente. Principalmente ocupa una extensa zona entre el Valle de Laboyos y el Valle del Suaza; las alturas van desde los 1300 hasta los 1900 metros, específicamente la parte alta a partir de los 1750 metros. Se describió el perfil representativo en el kilómetro 19 de la vía Pitalito-San Adolfo (Acevedo).

#### **1.1.8. Identificación de las unidades cartográficas.**

A continuación, se muestra la ubicación y distribución de las unidades de suelo en la zona cafetera del municipio de Isnos, (mapa 1); luego la información agrupada de la clasificación taxonómica, la descripción de los perfiles representativos, y el análisis de fertilidad general basado también en cada perfil (tablas 1, 2 y 3 respectivamente).



Donde:

**SA:** Consociación San Agustín  
**IS:** Consociación Isnos  
**SB:** Asociación Saladoblanco  
**MO:** Asociación El Mortiño

**MG:** Unidad Magdalena  
**SA-IS:** Asociación San Agustín-Isnos  
**SI-SS:** Asociación Siberia-San Simón  
**SI-SA:** Asociación Siberia-San Agustín

**Mapa 1.** Unidades de suelo de la zona cafetera del municipio de Isnos.

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1985.

**Tabla 1.** Contenido pedológico de las unidades de suelo.

CONSOCIACIÓN SAN AGUSTÍN		CONSOCIACIÓN ISNOS		ASOCIACIÓN SALADOBLANCO		ASOCIACIÓN EL MORTIÑO		UNIDAD MAGDALENA		ASOCIACIÓN SAN SIMÓN		ASOCIACIÓN SIBERIA	
Typic Dystrandept	70%	Typic Dystropept	70%	Lithic Troporthent	50%	Typic Haplaquoll	50%	Lithic Ustorthent	50%	Typic Troporthent	40%	Typic Dystropept	45%
Typic Dystropept	20%	Typic Dystrandept	20%	Typic Dystropept	30%	Typic Eutropept	25%			Typic Dystropept	30%	Typic Troporthent	30%
Entic Dystrandept	10%	<b>Otros<sup>2</sup></b>	10%	<b>Otros<sup>3</sup></b>	20%	<b>Otros<sup>4</sup></b>	25%	<b>Otros<sup>5</sup></b>		<b>Otros<sup>6</sup></b>	30%	<b>Otros<sup>7</sup></b>	25%

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1985.

**Tabla 2.** Descripción de los perfiles representativos.

UNIDAD	CONSOCIACIÓN SAN AGUSTIN	CONSOCIACIÓN ISNOS	ASOCIACIÓN SALADOBLANCO <sup>8</sup>	ASOCIACIÓN SALADOBLANCO	ASOCIACIÓN EL MORTIÑO	ASOCIACIÓN SAN SIMÓN	ASOCIACIÓN SIBERIA
Altitud (msnm.)	1800	1780	1540	1460	1710	1500	1600
Material parental	Ceniza volcánica	Andesita horbléndicas	Toba volcánica	Toba volcánica	Basalto	Granito biotítico	Granito biotítico
Geomorfología	Colinas	Colinas	Colinas	Colinas	Colinas	Vertiente erosional	Andesita ortósica
Forma	Convexa	Rectilínea	Rectilínea	Rectilínea	Rectilínea	Rectilínea	Rectilínea
Relieve	Ondulado	Ondulado	Ondulado	Ondulado	Ondulado	Quebrado	Quebrado
Pendiente (%)	5	15	25	20	20	30	20
Topografía vecina	Colinas	Colinas	Colinas	Colinas	Colinas	Montaña	Montaña
Erosión	No aparente	Laminar	Laminar	No aparente	No aparente	Laminar – cárcavas	Derrumbes
Profundidad efectiva	Muy profundo	Mod. Profundo	Profundo	Muy superficial	Poco profundo	Profundo	Profundo
Régimen de humedad	Údico	Údico	Údico	Ústico	Aquino	Údico	---
Régimen de temperatura	Isotérmico	Isotérmico	Isotérmico	Isotérmico	Isotérmico	Isotérmico	Isotérmico
Drenaje interno	Rápido	Lento	Rápido	Lento	Muy lento	Rápido	Medio
Drenaje externo	---	Rápido	Mod. bien drenado	Rápido	Rápido	Muy Rápido	Rápido
Drenaje natural	Mod. bien drenado	Imperfectamente drenado	Rápido	Pobrementemente drenado	Pobrementemente drenado	Muy bien drenado	Mod. bien drenado
Epipedón	Úmbrico	Úmbrico	Úmbrico	Ocrito	Móllico	Ócrico	Ócrico
Horizonte subsuperficial	Cámbico	Cámbico	Cámbico	R	Cámbico	C	Cámbico
Taxonomía del perfil	Typic Dystrandept	Typic Dystropept	Typic Dystropept	Lithic Troporthent	Typic Haplaquoll	Typic Troporthent	Typic Dystropept
Vegetación natural	Helecho, gramas	Helecho, gramas	Chilca	Gramas	Paja de pasto	Helechos – gramas	Espartillo – gramas
Uso	Pastos naturales	Pastos (ganadería)	Café, plátano	Pastos (ganadería)	Gramas, ciperáceas	Café, pastos	Café, pastos

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1985.

<sup>2</sup> Typic Tropaquept, Andic Dystropept, Entic Dystrandept

<sup>3</sup> Typic Tropudalf, Lithic Dystropept, Typic Dystrandept

<sup>4</sup> Typic Dystrandept, Typic Dystropept, Entic Dystrandept

<sup>5</sup> Lithic Ustropept

<sup>6</sup> Paralithic Troporthent, Paralithic Dystropept, Andic Dystropept, Lithic Troprthent

<sup>7</sup> Typic Dystrandept, Andic Dystropept, Andic Dystropept, Lithic Dystropept

<sup>8</sup> De la Asociación Saladoblanco se mencionan dos perfiles en razón de su distribución espacial en zonas baja y media, ubicados respectivamente en la tabla.

**Tabla 3.** Análisis de fertilidad por unidades cartográficas.

UNIDAD CARTOGRÁFICA	SAN AGUSTÍN			ISNOS			SALADOBLANCO				EL MORTIÑO		SAN SIMÓN			SIBERIA		
	A1	AB	Bw	A1	Bw 1	Bw 2	A1	Bw	C	A1 <sup>9</sup>	A1	Bw	A1	AC	C	A1	Bw1	Bw2
Horizonte	A1	AB	Bw	A1	Bw 1	Bw 2	A1	Bw	C	A1 <sup>9</sup>	A1	Bw	A1	AC	C	A1	Bw1	Bw2
Profundidad en cm.	25	35	120x	28	50	120x	40	65	105	12	20	120x	12	20	120x	16	80	120x
% M. O.	20,8	7,3	2,3	6,5	0,6	0,3	3	0,8	0,3	3,5	7,1	0,6	8	6	0	8,5	1	0,7
N Total	0,7	0,24	0,1	0,24	0,03	0,01	0,11	0,03	0,01	0,14	0,29	0,06	0,22	0,15	0	0,39	0,04	0,01
P. ppm	1	0	2	1	0	0	1	0	0	2	1	0	2	2	7	1	0	0
K me/100 grs.	0,17	0,07	0,04	0 -10	0,03	0,02	0,06	0,06	0,2	0,28	0,19	0,06	0,22	0,12	0,05	0,65	0,42	0,18
Ca me/100 grs.	0,5	0,2	0,4	1,9	1,8	2	0,7	0,5	1,4	0,3	7	2,7	2,2	1,4	4,3	1,5	0,7	0,3
Mg me/100 grs. <sup>10</sup>	0,3	0,1	0,2	0,2	0,4	1,1	-	-	-	-	3,3	3,9	0,7	1,6	3,5	1,6	0,5	0,3
Al me/100 grs.	3,1	-	-	1,9	1,5	2,5	-	-	-	-	0,2	0,2	0,7	1,6	3,5	1,6	3,8	6,9
B.T. me/100grs.	1	0,4	0,6	2,2	2,2	3,1	2,2	2,4	2,6	3,4	10,5	6,7	3,1	3,1	7,9	3,8	1,6	0,8
C.I.C. me/100grs.	45,6	30,3	24,1	20	10,5	11	7,9	5,4	5,1	9,5	19,2	12,6	15,6	24	5,1	23,1	11,5	11
% S.T.	2	1	2	11	21	28	28	44	51	36	55	53	20	15	100	16	14	7
pH	5,2	5,8	6,3	4,9	4,8	5	4,8	5,4	5,7	5,4	5,4	5,5	5,3	5,5	6	4,9	5,1	5,1
Textura	FL	FAR	FAR	FL	Ar	Ar	FARAr	ArAr	ArAr	FrAr	FARL	Ar	FA	A	A	FARL	ArL	ArL

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1985.

<sup>9</sup> Corresponde al perfil del suelo Lithic Troorthent, horizonte A1 de la Asociación Saladoblanco

<sup>10</sup> Las concentraciones de Magnesio y Aluminio en algunas unidades no fueron cuantificadas.

## **1.2. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA DE LOS SUELOS**

Fundamentándose en la clasificación agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se pueden caracterizar los suelos de acuerdo a su nivel de vocación. Las tierras de las primeras cinco clases, son apropiadas para cultivos, pastos y bosques; las clases V al VII no son aptas para los cultivos, pero sí para pastos y bosques, mientras la clase VIII y última es inapropiada para cualquier uso agropecuario y forestal. A continuación se describen las clases agrológicas (Adaptado de Salinas, 2001).

### **1.2.1. Clase I.**

Son tierras muy buenas para todo concepto, son planas o casi planas, son suelos profundos y fáciles de laborar. Son terrenos apropiados para cultivos limpios continuos, utilizando prácticas comunes de manejo, no requieren de prácticas especiales de conservación, sin riesgo de erosión o con riesgo muy leve, son bien drenados, sin peligro de inundaciones. Pueden presentar problemas incipientes de salinidad, siempre y cuando estos puedan corregirse con facilidad, sin que exista el peligro de volverse a presentar. Son suelos fértiles y/o responden a la aplicación de fertilizantes. Requieren prácticas de laboreo para mantener la productividad.

### **1.2.2. Clase II.**

Son tierras buenas pero con algunas limitaciones moderadas en cuanto a su aprovechamiento natural. Algunas de las limitaciones que pueden presentarse son: Pendiente moderada, mediana profundidad del horizonte A, productividad moderada, erosión moderada, o susceptibilidad moderada a la erosión hídrica o eólica, moderado contenido de sales o sodio, fáciles de corregir aunque con la posibilidad de que vuelvan a aparecer. Pueden estar expuestas a excesos de humedad, que se pueden corregir, pero sin solución permanente. Pueden presentarse limitaciones climáticas leves.

### **1.2.3. Clase III.**

Suelos adecuados para el cultivo, pero que requieren intensos tratamientos de conservación. De mediana a fuerte pendiente y de mediana a poca profundidad, moderada productividad, moderada susceptibilidad a la erosión hídrica o eólica, o degradación por acciones erosivas en el pasado, inundaciones frecuentes, Algunos suelos pueden ser muy secos, excesivamente húmedos o con problemas moderados de sales sodio. Además pedregrosidad moderada y estructura inestable del suelo.

#### **1.2.4. Clase IV.**

Terrenos que se presentan para un cultivo ocasional mediante un manejo adecuado, pero no permiten una producción regular de cosechas. Su aprovechamiento requiere de prácticas intensas de conservación. Pueden ser explotados por un número reducido de cultivos, particularmente pastos, bosques o vida silvestre. Entre las limitaciones que presentan se tienen las siguientes: pendiente muy fuerte, frecuentes inundaciones, pobre drenaje, severo efecto de sales y sodio, suelos poco profundos, alta susceptibilidad a la erosión severa, pero cuya protección se requiere mantenerlos con vegetación, excepto períodos cortos que se pueden sembrar con cultivos limpios.

#### **1.2.5. Clase V.**

Corresponden a terrenos casi planos, sin problemas de erosión o es muy reducida; presentan limitaciones cuya solución hacen antieconómico su tratamiento, limitándose su uso a pastizales, bosques o vida silvestre. Se agrupan dentro de esta clase, aquellos terrenos que a pesar de tener características similares a los terrenos de primera clase, presentan algún facto demérito que restrinja el uso agrícola. Además, presentan poca pendiente, no están sujetos a erosión apreciable, están sujetos a inundaciones frecuentes que afectan el normal desarrollo de los cultivos y donde no es práctico drenar para cultivarlos; presentan pérdidas o rocas en la superficie. También corresponden a pequeños claros (zona de bosques) de la primera clase.

#### **1.2.6. Clase VI.**

Terrenos impropios para cultivos limpios, pero apropiados para pastos para la silvicultura, con limitaciones bajas. Presentan pendientes fuertes a muy fuertes, suelos superficiales, susceptibles a la erosión hídrica. Presentan severas limitaciones para el cultivo, pudiéndose utilizar además de pastos para bosque o vida silvestre. Presentan limitaciones que no se posible corregir de manera permanente, tal como pedregrosidad, peligro de inundaciones, salinidad, sodicidad o efectos climáticos adversos y severos. Se utiliza más para la agricultura de subsistencia, aunque algunos suelos con pendientes pronunciadas se pueden usar para frutales y café.

#### **1.2.7. Clase VII.**

Tierras que presentan rigurosa limitaciones, impropios para cultivos limpios pero utilizables para vegetación permanente con fuertes limitaciones que los hacen inadecuados para los cultivos, por contar con pendiente muy fuerte y escasa profundidad, además muy poco resistentes a la erosión hídrica.

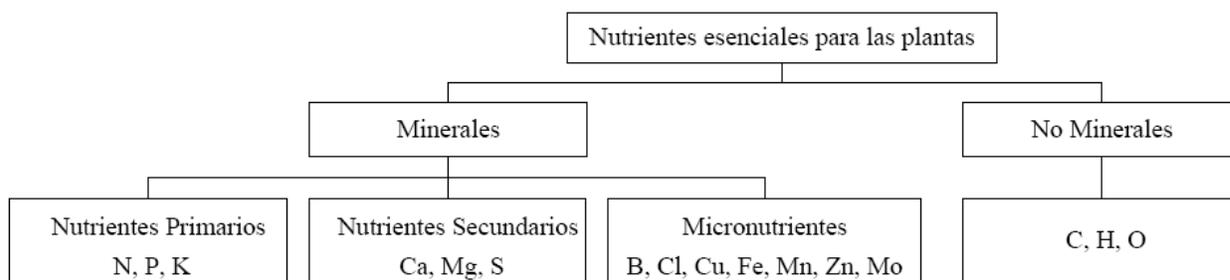
### 1.2.8. Clase VIII.

Terrenos inapropiados para uso agropecuario, útiles solo para la caza, la recreación o la captación de aguas. Generalmente son áridos, de gran inclinación, pedregosos, húmedos. Se incluyen, además en ellas, los pantanos, playones de arena, zonas atravesadas por numerosas cárcavas profundas; zonas rocosas, los derrumbes que exigen protección especial, erosión muy severa donde aflora el material rocoso. Efectos adversos y muy severos del clima, salinidad, o modicidad, que ni aun con prácticas intensas de conservación de los suelos se pueden corregir.

## 1.3. NUTRICIÓN Y FERTILIDAD DE SUELOS

Sin embargo, los sistemas de clasificación de suelos respectan a áreas significativas, más no particularizan en un cultivo puntual, en la cual se hace necesario diagnosticar el suelo de forma independiente, entendiendo la heterogeneidad que hay aun a cortas distancias, además del agroecosistema manejado en cada cultivo. Una de las maneras de conocer el suelo de forma más singular es en un laboratorio de suelos que va a determinar sus propiedades, en términos de cuantificarlas.

Los parámetros físico-químicos del suelo desde el punto de vista nutricional de la planta, se deben evaluar para conocer sus concentraciones en el suelo, y así tomar determinaciones en fertilización y enmiendas. Se conviene conocer además, los requerimientos nutricionales del cultivo, pues la nutrición persigue mejorar la producción. Las propiedades químicas de los suelos son muy variables, debido a su uso continuo tanto en monocultivo, como en diversificación de los sistemas de producción; y aunque fluctúen significativamente los valores, generalmente pueden ser corregibles con un adecuado plan de fertilización. Los principales nutrientes para las plantas son 16 y se denominan esenciales, están disponibles de forma mineral y no mineral, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Clasificación de los nutrientes para las plantas.

Fuente: Sadeghian, 2008

Los elementos esenciales cumplen funciones en la fisiología de la planta, aunque si se encuentran en el suelo en exceso, o en escasez, posiblemente pueden no cumplir con dichas funciones por toxicidad o deficiencia respectivamente. El aluminio es un elemento tóxico para los cultivos, aún en contenidos mínimos. Existen rangos para interpretar los valores de cada propiedad en el suelo, asumiendo que hay unos cultivos más tolerantes que otros.

Existen otros niveles de interpretación teniendo en cuenta la proporción de varios nutrientes entre si, por ejemplo las relaciones entre bases intercambiables: calcio, magnesio, potasio, sodio, ordenados respectivamente de mayor a menor cantidad en que se deben presentar en el suelo, donde el sodio debe ser muy bajo (Álvarez, 1979); Otra correspondencia importante es entre el carbono orgánico y el nitrógeno total (C/N). Cuando no se está en los valores ideales, sino que incluso la relación se invierte, se pueden presentar antagonismos entre los nutrientes impidiendo su fijación a la planta; casos opuestos son los sinergismos, que la presencia de un nutriente suele ayudar a la fijación de otro(s).

Los materiales que ayudan a proporcionar a la planta los nutrientes esenciales se llaman fertilizantes los cuales tienen varios criterios de clasificación: simples o compuestos, de acuerdo si contienen uno o varios nutrimentos respectivamente. Los compuestos se pueden generar con mezclas de fertilizantes simples y en diferentes proporciones, cambiando de esta forma el grado de fertilizante ó concentración de cada nutriente, expresado en kilogramos por cada 100. También se clasifican en naturales o sintéticos, este último de origen químico; cristalinos o granulados según su forma, etc. Para fertilizar se debe tener en cuenta cuándo, dónde, cómo, cuánto, de acuerdo con Valencia (1999) citado por Sadeghian (2008), interrogantes que se hallan en función del cultivo, condiciones agroecológicas y de manejo principalmente.

El suelo es un sistema complejo. Los elementos químicos deben relacionarse a otras propiedades de igual tipo: pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, al igual que con las propiedades físicas e hidrodinámicas presentes en el medio.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE ISNOS



**Figura 2.** Localización del municipio de Isnos.  
Fuente: [www.isnos-huila.gov.co](http://www.isnos-huila.gov.co)

El municipio de Isnos está ubicado en el Macizo Colombiano al sur del departamento del Huila (Figura 2). La mayor parte de su relieve es montañoso en forma de colina y el área del municipio está demarcado por los ríos Magdalena, Bordonas, y Mazamoras. Dista de la capital del departamento Neiva, 229 kilómetros; comprende una temperatura media de 18 °C, precipitación anual de 1.458 mm y una superficie de 39683 Has, de las cuales unas 15000 están en altura apropiada para el cultivo de café. El casco urbano además de ubicarse a una altura de 1700 msnm., es central al área rural cafetera.

Una de sus principales actividades económicas es el turismo por la arqueología de la región, mientras en el campo de producción agrícola la caña ocupa el primer lugar, seguido del café y frutas en general, propios de su clima templado. Es paso necesario hacia la ciudad de Popayán desde el sur del departamento del Huila. De sus 64 veredas, 50 tienen siembras de café, aunque 40 representan más del 95% de la caficultura del municipio. Las veredas que más fueron objeto de estudio, correspondieron proporcionalmente a las de mayor expansión en la caficultura. Las altitudes oscilan entre los 1150 y 1850, abarcando toda la zona cafetera que corresponde a toda la zona centro y sur de la zona rural, y parte de la zona alta del municipio. Su zona cafetera limita con la de otros municipios, como San Agustín, Pitalito y Saladoblanco. Algunas cifras del estado de la caficultura de Isnos son las siguientes (Tabla 4):

**Tabla 4.** Estado de la caficultura en el municipio de Isnos.<sup>11</sup>

<b>VEREDAS</b>	<b>PREDIOS</b>	<b>CAFICULTORES</b>	<b>ÁREA SEMBRADA (Has.)</b>
50	2521	1991	2330.13

**Fuente.** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

---

<sup>11</sup> A Marzo de 2008.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODOS DE EXTENSIÓN**

El propósito fue trabajar sobre una meta de 500 análisis de suelos durante el año 2008 en la zona cafetera del municipio de Isnos, como inicialmente lo estimó el Comité de Cafeteros del Huila. Para trabajar por este objetivo se llegó al agricultor mediante el acompañamiento del servicio de extensión rural, realizando las siguientes actividades, con el fin de promover la práctica en realizar análisis de suelos:

##### **3.1.1. Reuniones de capacitación.**

Para lograr educar al caficultor sobre el tema de los análisis de suelos, fue necesario empezar con reuniones que permitieran explicarle a los caficultores la necesidad de conocer las propiedades físicas y químicas del suelo para relacionarlas con la fertilidad de los cultivos.

Se trabajó en cada vereda que cuenta con áreas sembradas en café. Las reuniones se desarrollaron generalmente en las escuelas, convocando a los agricultores mediante acuerdo con los presidentes de Junta de Acción Comunal. Los Grupos Asociativos de Cafés Especiales fueron otros capacitados y estratégicamente permitieron mayor alcance pues normalmente se conforman por varias veredas. Debido a que el nivel de estudio de los asistentes a las reuniones en general no es elevado, se explicó de la forma más detallada y dinámica posible para mayor entendimiento y generar el mayor interés posible en el tema.

El principal motivo fue el de explicar sobre lo fundamental que es conocer la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y si están en los rangos ideales para el cultivo de café, y así tomar recomendaciones en fertilización por parte de un laboratorio de suelos. Se expresó luego, la metodología a seguir en la toma de submuestras en campo, que deben ser lo más representativas posible, al igual que el cuidado que se debe tener antes y después del muestreo, manejando los siguientes aspectos mencionados por Gómez et al. (1986) y citados por Sadeghian (2008):

- Época del muestreo
- Número de lotes
- Equipos de muestreo
- Sitio del muestreo
- Número de submuestras
- Empaque y rotulación de la muestra
- Tiempo entre la toma de muestra y análisis

- Tipo de análisis (Caracterización ó Fertilidad)

El Análisis de Fertilidad fue priorizado por contar con un subsidio del cincuenta por ciento, al que accedieron más fácilmente los caficultores, siendo el único que se utilizó para este estudio. Los parámetros incluidos fueron Textura, pH, Materia orgánica, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Aluminio. Los otros tipos de análisis de suelos incluyen más variables (Caracterización).

### 3.1.2. Demostraciones de método.

Luego de las reuniones de capacitación, se procedió la mayoría de las ocasiones a tomar una muestra de suelo para un lote determinado, en compañía de los agricultores, principalmente de aquellos que participaron de las reuniones. Se llevó a cabo esta fase el proceso de submuestreo atendiendo las debidas precauciones explicadas, empleando bolsas nuevas, el barreno y/o palín (Figura 2). El tiempo sumado de la reunión y la demostración de método fue medio día en promedio.



**Figura 3.** Toma de una submuestra de suelo.

**Fuente:** El autor.

### 3.1.3. Visitas a fincas.

Se visitaron la mayor cantidad de predios posibles, principalmente de aquellos caficultores más interesados en la práctica del análisis de suelos, y estratégicamente los que permitieran mayor alcance por veredas para efecto del muestreo general del municipio. En la visita se explicó nuevamente sobre el tema, de manera que se escucharon y respondieron las inquietudes presentes. Se hizo una demostración de método, convocando a varios caficultores cercanos a la finca. Por visita la duración aproximada fue de una hora aproximada, dejando reportado en el Registro de Visita del Comité Departamental de Cafeteros del Huila con los datos respectivos.

### **3.2. GEOREFERENCIACIÓN SOBRE LAS AEROFOTOGRAFÍAS**

Las áreas de suelos muestreadas se georeferenciaron en calcos superpuestos sobre fotografías aéreas de la zona, ubicando el punto al lote respectivo. Algunas muestras recogidas en las demostraciones de método fueron georeferenciadas durante el momento, salvo se encontraran registrados los lotes en el Sistema de Información Cafetera SICA<sup>12</sup>.

Las fotografías utilizadas fueron las del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, a escala 1: 10000 y 1: 25000, y adquiridas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Las aerofotografías y los calcos se enviaron al área encargada de la actualización en la ciudad de Neiva, quienes proporcionaban las coordenadas planas cargados en el SICA como información incluida del lote.

### **3.3. RECEPCIÓN Y ENVÍO DE LAS MUESTRAS AL LABORATORIO**

Los días viernes en la oficina del comité municipal de cafeteros de Isnos, se atendieron a los caficultores que llevaban las muestras de suelos; para efectos de identificación de cada muestra se diligenció una etiqueta con estos datos: municipio, vereda, finca, caficultor y principalmente los datos del lote como son la edad del cultivo y la última vez que se fertilizó (Nombre del o los productos con fórmula, dosis y fecha de aplicación). Las muestras fertilizadas con menos de dos meses no se enviaron al laboratorio, tal como ya se había explicado en las capacitaciones, tampoco aquellas que aún estuvieran húmedas. Las muestras de suelos se enviaron al laboratorio Multilab Agroanalítica de Cenicafé para que analizaran algunas propiedades físicas y químicas del suelo.

Cada análisis de suelos tuvo un costo de dieciocho mil quinientos pesos para el caficultor. Al mes y medio del envío de las muestras llegaban los resultados a la oficina del comité, entregándose original al agricultor y copia para la Federación de Cafeteros. Los métodos utilizados por el laboratorio de suelos para la determinación de las propiedades se registran en la tabla 5, la cual aparece en cada reporte de los análisis.

### **3.4. AGRUPACIÓN Y CORRELACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

A medida que llegaron los resultados de los análisis de suelos, se digitalizaron los valores de las propiedades evaluadas acomodándolos a la coordenada respectiva, para ubicar en definitiva el punto sobre el mapa base del municipio de Isnos, el cual está dividido por veredas y por unidades cartográficas. El sistema de Información geográfica utilizado fue el Arcgis 9.2 para el manejo de la ubicación, estadística y base de datos del muestreo. El Ecotopo cafetero fue evaluado mirando el comportamiento de los mapas de Variabilidad espacial por cada

---

<sup>12</sup> Software que agrupa la base de datos del estado de la caficultura.

componente cuantificado, y estadísticamente por cada serie de suelos. Las recomendaciones de los resultados se identificaron para establecer el plan de fertilización de Cenicafé basados en análisis de suelos. Se determinaron igualmente, las mezclas de los fertilizantes sugeridas, tipo de enmiendas, dosificación, y fechas de aplicación.

**Tabla 5.** Métodos empleados en el laboratorio de suelos de Cenicafé.

<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDADES</b>
pH	Potenciómetro en agua 1:1	---
Materia Orgánica	Walkley – Black colorimétrico	%
Fósforo	Bray II Colorimétrico	ppm.
Potasio	Acetato de Amonio - Absorción Atómica	me/100 g.
Calcio	Acetato de Amonio - Absorción Atómica	me/100 g.
Magnesio	Acetato de Amonio - Absorción Atómica	me/100 g.
Aluminio	Acetato de Amonio - Absorción Atómica	me/100 g.
Saturación de Aluminio	Cálculo	%
Textura	Al tacto	---

**Fuente:** Laboratorio de suelos Multilab Agroanalítica de Cenicafé.

### **3.5. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA SEGÚN EL IGAC.**

El propósito principal fue clasificar los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos con base los análisis físico-químicos de las muestras y en las características de los perfiles de las unidades (Federación Nacional de Cafeteros, 1985) en las Clases Agrológicas del IGAC. A partir de esto se elaboraron dos mapas; en primer lugar el Mapa base con la ubicación de los sitios muestreados, y luego el Mapa Agrológico clasificado por unidades cartográficas indicando la clase agrológica a la cual pertenecen, éste último mapa a escala 1:25000, conveniente según el IGAC debido al tamaño del área de estudio. El mapa base fue proporcionado por la Alcaldía del Municipio de Isnos, división de Planeación, mientras el Mapa de las unidades cartográficas lo creó la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en compañía del IGAC (1985).

### **3.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Corresponde al tiempo en el cual se desarrolló la metodología anteriormente descrita, durante la pasantía (hasta el mes de Agosto), y luego el período en la tabulación de la información. La Tabla 6 contiene el orden cronológico de las principales actividades:

**Tabla 6.** Relación del cronograma de actividades, año 2008<sup>13</sup>.

ACTIVIDAD	MARZO				ABRIL				MAYO					JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Métodos de Extensión		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Georeferenciación de áreas Muestreadas			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis de Suelos en Laboratorio- Cenicafé				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Agrupación de la información										X	X	X	X	X	X	X	X

ACTIVIDAD	JULIO				AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCTUBRE			
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Métodos de Extensión	X	X	X	X	X	X	X	X										
Georeferenciación de áreas Muestreadas	X	X	X	X	X	X	X											
Análisis de Suelos en Laboratorio- Cenicafé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
Agrupación de la Información	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Ubicación y Correlación Arcgis		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Clasificación Agrológica por IGAC								X	X	X	X	X	X	X	X	X		

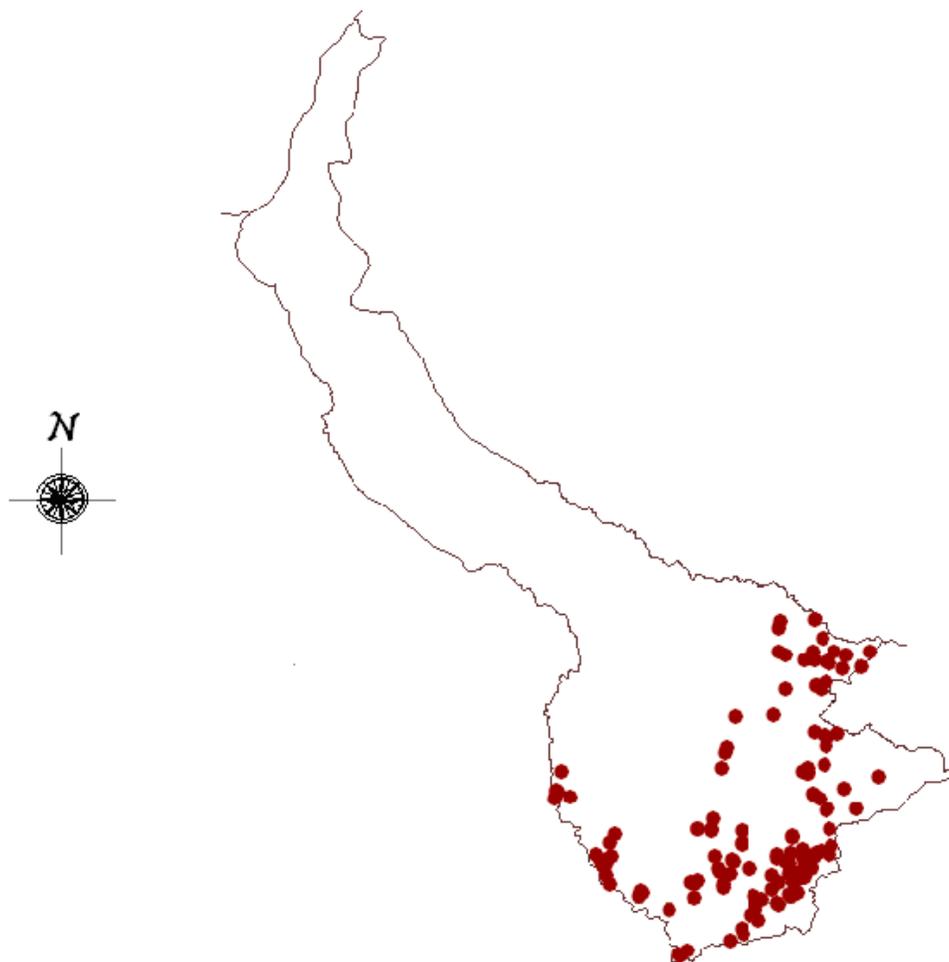
Fuente: El autor.

<sup>13</sup> No hace mención al período de elaboración de este documento.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. MÉTODOS DE EXTENSION

Para realizar el muestreo de suelos, se trabajó con los caficultores que buscaron las mejores opciones en fertilización de sus cultivos, basándose en el análisis de suelos. Los resultados arrojaron 300 análisis ubicados aleatoriamente. El mapa 2 corresponde al mapa base con la ubicación de los puntos georeferenciados. Éste al igual que los siguientes se encuentra a escala 1:350000 aproximadamente.



**Mapa 2.** Mapa base con los sitios muestreados.  
**Fuente:** El autor.

El muestreo corresponde a un trabajo desarrollado como pasantía en el municipio de Isnos, donde una muestra abarca aproximadamente ocho fincas e igual número de hectáreas en café, pues la cantidad total de predios y área sembrada en hectáreas es similar (Tabla 4). La tabla 7 refleja cifras consolidadas en labores de extensión por números de eventos y de agricultores beneficiados.

**Tabla 7.** Consolidados de caficultores atendidos.

REUNIONES		VISITAS A FINCAS	DEMOSTRACION DE MÉTODO		OFICINA	TOTAL ATENDIDOS
No.	ASISTENTES		No.	ASISTENTES		
35	732	252	89	150	381	1515

Fuente: El autor.

Los 300 análisis están distribuidos en 244 caficultores, próximos a las 250 hectáreas muestreadas que suman los lotes para un total de 42 veredas que participaron del programa de Análisis de suelos. El mapa base del municipio, el mapa de los sitios muestreados, el mapa de las unidades de suelos y el veredal, al igual que los mapas de variabilidad espacial de los componentes evaluados están en un archivo del software Arcgis 9.2. La base de datos de forma ya detallada se proporciona en medio magnético anexo a este documento, así como de la información cartográfica.

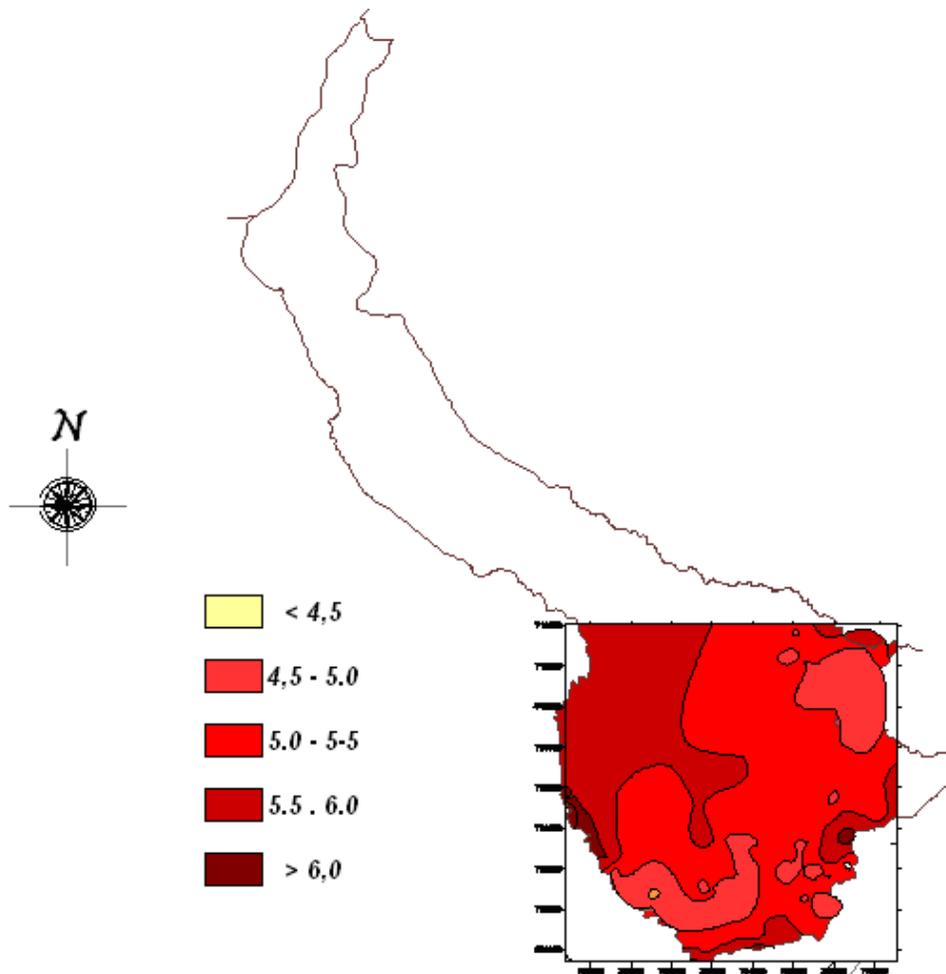
## **4.2. VARIABILIDAD ESPACIAL E INTERPRETACIÓN**

Existen diversos tipos de análisis de suelos ofrecidos por el Laboratorio de suelos de Cenicafé, como los de Fertilidad, Caracterización, entre otros, cada uno de los cuales con un grupo de propiedades físico-químicas a evaluar. A continuación se encuentran los mapas de variabilidad espacial de cada componente evaluado en el ecotopo cafetero 214B, y de algunas relaciones entre dichos componentes junto a las escalas de interpretación del IGAC o de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.

### **4.2.1. pH.**

El pH (logaritmo en base 10 de la concentración de protones en una solución) es una medida de la reacción de la solución del suelo (ácida ó alcalina). Según su magnitud, se afectan todas las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Álvarez, 1979). Participa en el control de la disponibilidad de nutrientes para las plantas y en la actividad microbiológica del suelo. La molécula del agua se disocia en iones  $H^+$  y  $OH^-$ , quienes determinan la acidez ( $< 7,0$ ) y la alcalinidad del suelo ( $>7,0$ ) respectivamente; este valor corresponde a la concentración hallado en el agua pura y neutra (ICA, 1979).

Los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos corresponden a pH (mapa 3) fuertemente ácidos a medianamente ácidos aunque aptos para el cultivo de café. La zona media está entre 5 a 5,5, mientras que la más alta y la más baja entre 5,5 a 6,0; pH superiores son aislados, aunque sorprende que en dos áreas distantes y significativas (en sectores de la consociación Isnos y asociación San Agustín-Isnos) los valores se ubiquen en muy fuertemente ácidos. El pH se interpreta como se encuentra en la tabla 8.



**Mapa 3.** Variabilidad espacial del pH.

**Fuente:** El autor.

**Tabla 8.** Interpretación del pH en el suelo<sup>14</sup>.

Ácido					Neutro	Alcalino				
Extr.	Muy Fuerte	Fuerte	Mediano	Ligero		Ligero	Mediano	Fuerte	Extr.	
< 4,5	4,5 a 5,0	5,1 a 5,5	5,6 a 6,0	6,1 a 6,5	6,6 a 7,3	7,4 a 7,8	7,9 a 8,4	8,5 a 9,0	> 9,0	

**Fuente:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

#### 4.2.2. Materia orgánica.

Se define como toda sustancia muerta en el suelo, proveniente de plantas, animales, microorganismos y todas sus excreciones. Los materiales vivos, como raíces y animales que se encuentran en los suelos no constituyen materia orgánica; conjuntamente se relaciona con la capacidad para suministrar nitrógeno.

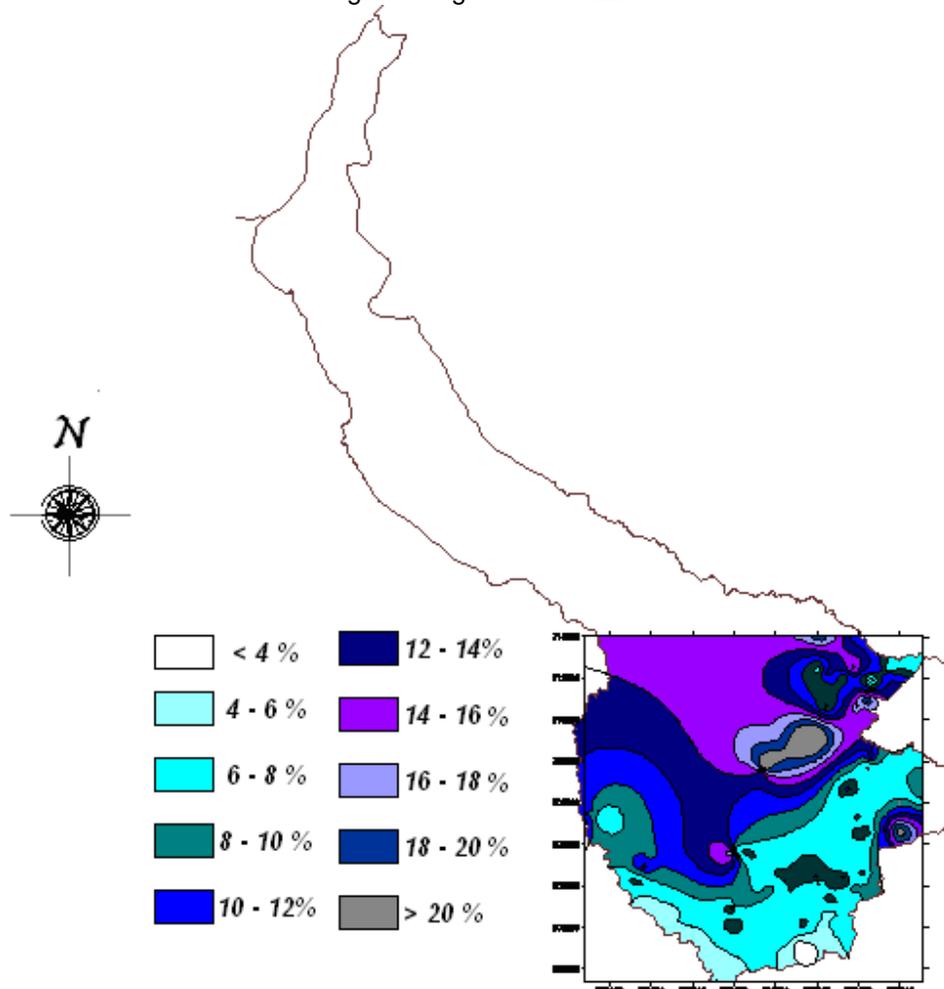
<sup>14</sup> En relación 1:1 de suelo y agua.

Se interpreta en función del clima (tabla 9) debido a que la temperatura actúa directamente sobre los organismos que ayudan a descomponerla, por eso es fundamental en las propiedades biológicas del suelo, al igual que en las físicas (Adaptado de ICA, 1979).

**Tabla 9.** Interpretación de la materia orgánica en el suelo en porcentaje.

CLIMA	BAJO	MEDIO	ALTO
FRÍO	Menor de 5,0	5,0 a 10,0	Mayor de 10,0
MEDIO	Menor de 3,0	3,0 a 5,0	Mayor de 5,0
CÁLIDO	Menor de 2,0	2,0 a 4,0	Mayor de 4,0

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi



**Mapa 4.** Variabilidad espacial de la materia orgánica.

Fuente: El autor.

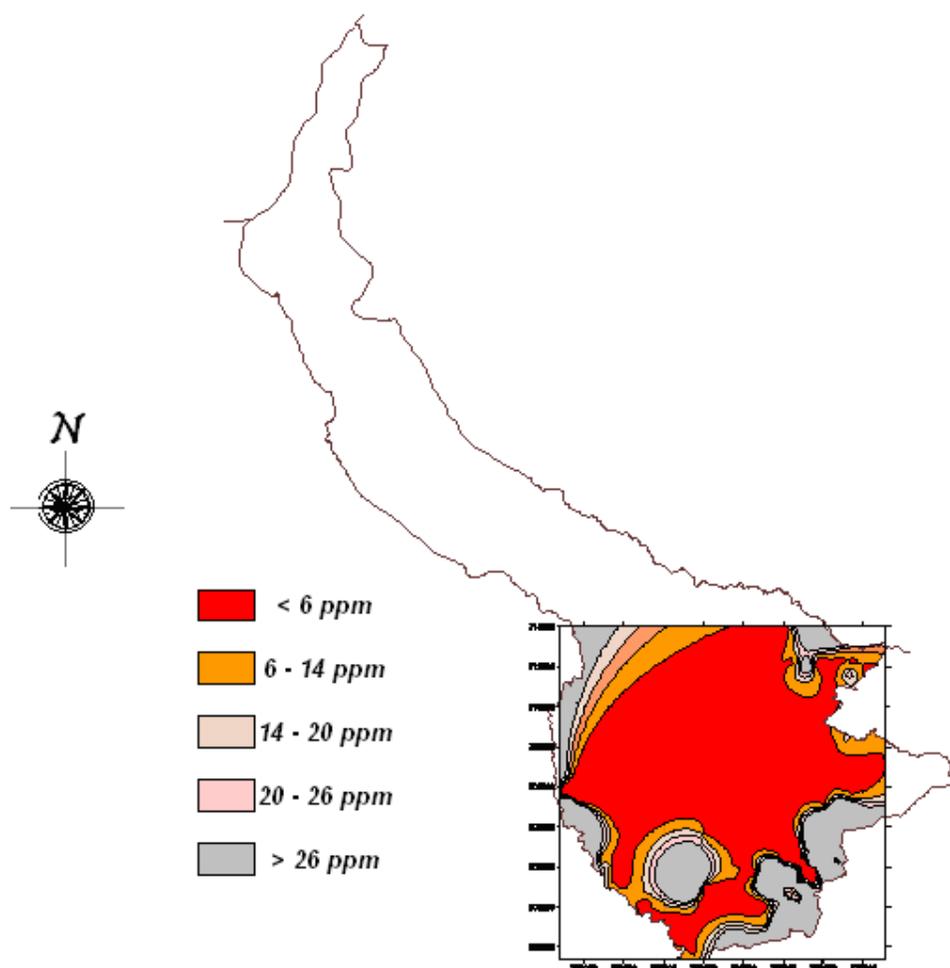
Los suelos de la zona de estudio por tener relación con derivaciones de ceniza volcánica, son ricos en materia orgánica (mapa 4), principalmente en la zona más alta que a su vez es la más cercana en dirección al Parque Nacional Puracé, presentando porcentajes mayores al 10%. La zona media y baja se ubica entre el 6 y el 8%, que son valores altos. Sectores con contenidos menores al 6 por ciento solo ocurren en un par de pequeñas zonas a la margen del río Magdalena.

#### 4.2.3. Fósforo.

**Tabla 10.** Interpretación del fósforo en el suelo en ppm<sup>15</sup>.

BAJO	MEDIO	ALTO
menor de 15	15 a 40	Mayor de 40

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.



**Mapa 5.** Variabilidad espacial del fósforo.

Fuente: El autor.

<sup>15</sup> Por el método de Bray II.

Aproximadamente el 90% de los suelos colombianos, son deficientes en fósforo, por lo cual, los cultivos responden positivamente a las aplicaciones de este elemento. Las plantas absorben el fósforo a partir de la solución del suelo en forma de iones  $H_2PO_4^-$  y  $HPO_4^{2-}$ . Hace parte de compuestos orgánicos esenciales: aminoácidos y proteínas, por lo cual es un elemento esencial para las plantas desempeñando un papel metabólico en la respiración y fotosíntesis (fosforilación), desarrollo de raíces, floración y en las semillas; además de ser precursor del ATP ([www.abocol.com](http://www.abocol.com)).

Se presentan significativas concentraciones de fósforo muy bajas en casi toda la zona cafetera del municipio de Isnos (mapa 5), concentraciones que van aumentando gradualmente a medida que se acercan a la periferia del municipio, excepto en un sector en inmediaciones de las asociaciones El Mortiño y Saladoblanco, que registra cantidades medianas (tabla 10); a pesar de que para el cultivo de café las cantidades de fósforo requeridas son bajas, en general se presentan deficiencias.

#### 4.2.4 Potasio.

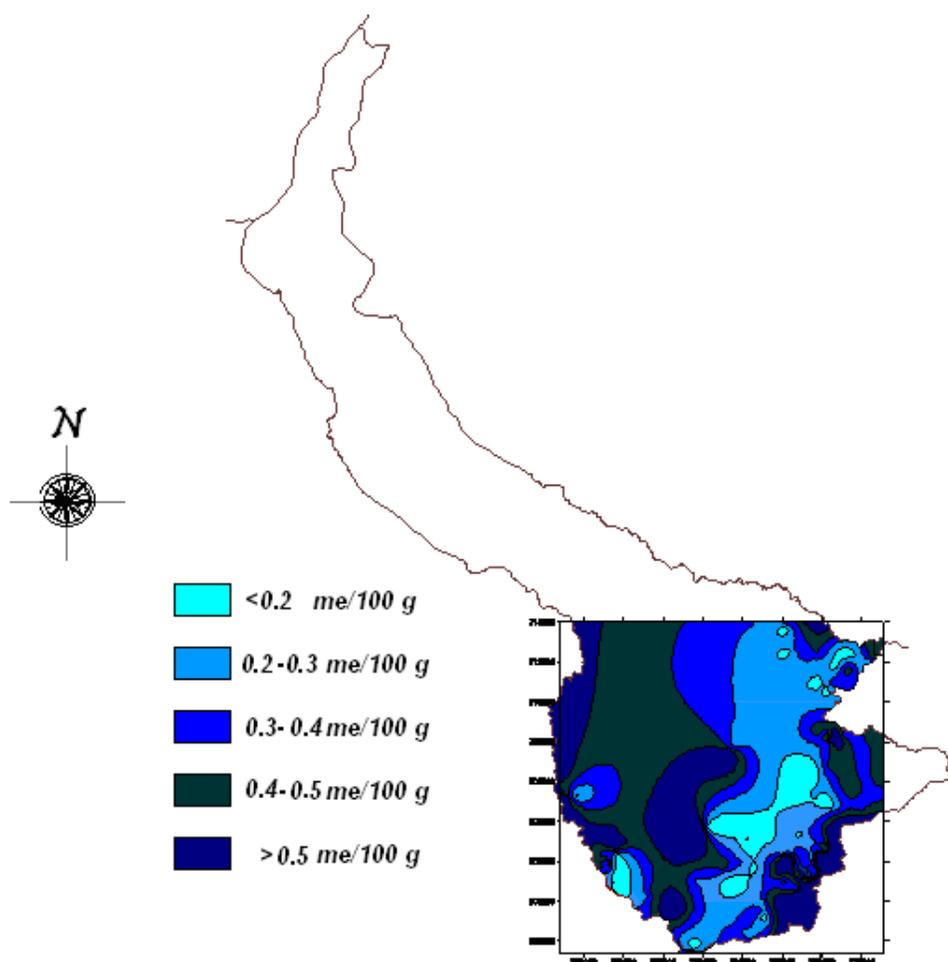
Es el elemento “calidad” por excelencia en todos los cultivos. Elemento muy móvil en el suelo y en la planta, tomado como ión  $K^+$ . Activador del sistema enzimático de las plantas (participa en al menos 60 reacciones bioquímicas), mejorando la resistencia a problemas sanitarios y a condiciones de sequía. Es el regulador hídrico por excelencia; participa en la regulación del sistema hídrico y osmótico de las plantas (turgencia). ([www.abocol.com](http://www.abocol.com)).

**Tabla 11.** Interpretación del potasio en el suelo en meq/100 g.

<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
menor de 0,20	0,20 a 0,40	Mayor de 0,40

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Contrario como ocurre con el fósforo, el potasio sí se presenta en proporciones altas en la mayoría de los suelos, aunque en la zona no se presenta una tendencia clara que demarque un comportamiento geográfico (mapa 6); se puede apreciar que en una región perteneciente a la principal extensión de la consociación Isnos, el potasio tiene valores menores a 20 miliequivalentes. Los valores más altos se hallan en algunas partes cercanas a la periferia, consociación San Agustín y asociación San Agustín-Isnos. La calificación en el suelo se observa en la siguiente tabla.



**Mapa 6.** Variabilidad espacial del potasio.

Fuente: El autor.

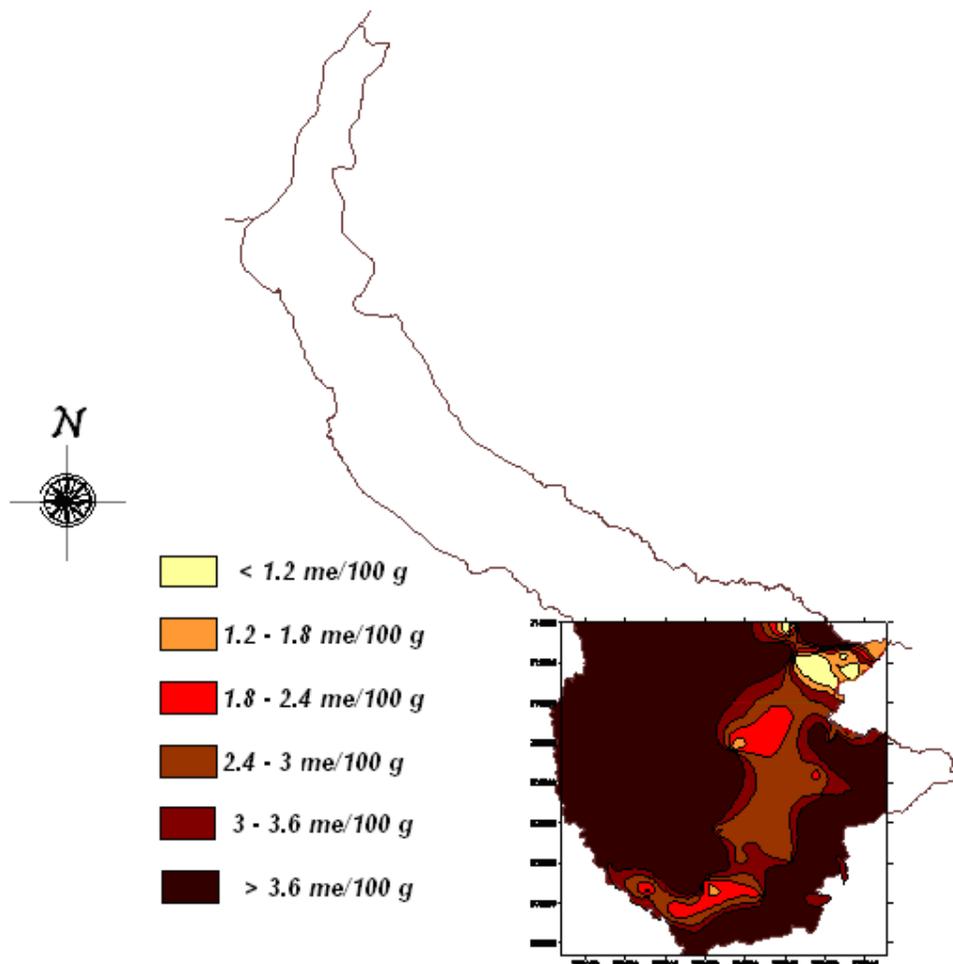
#### 4.2.5. Calcio.

Las rocas ígneas básicas (basaltos) y las sedimentarias (calizas) contienen entre 27 y 40% de calcio. La absorción de  $\text{Ca}^{2+}$  por las plantas es baja, ya que es absorbido a partir de las puntas de las raíces jóvenes. No es fijado en el suelo a diferencia del potasio; y se halla en el suelo de forma total,  $\text{Ca}^{2+}$  intercambiable y  $\text{Ca}^{2+}$  soluble. Otras fuentes de calcio son Dolomita ( $\text{Ca, Mg, CO}_3$ ) y Sulfato de Calcio ( $\text{CaSO}_4$ ). (Adaptado de Federación Nacional de Cafeteros, 2004)

**Tabla 12.** Interpretación del calcio en el suelo en meq/100 g.

BAJO	MEDIO	ALTO
menor de 3	3 a 6	Mayor de 6

Fuente: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1990.



**Mapa 7.** Variabilidad espacial del calcio.

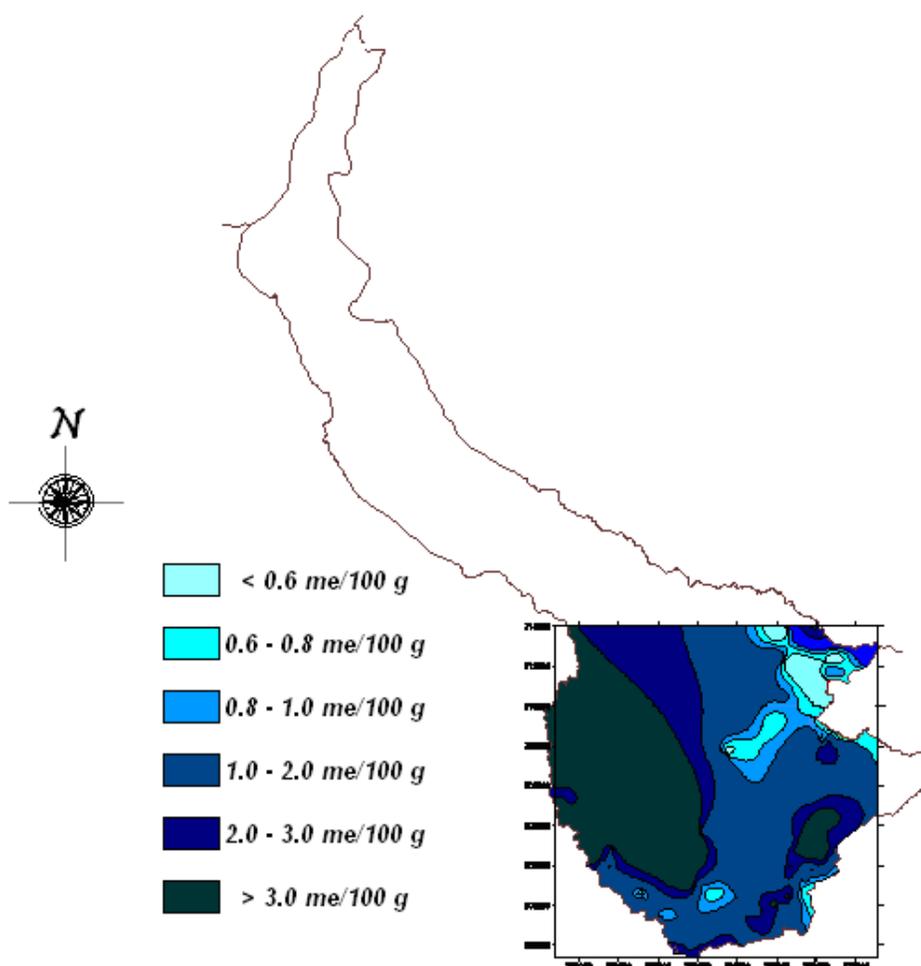
**Fuente:** El autor.

El calcio también se presenta en niveles medios a altos en la zona de estudio, la gran mayoría por encima de los 3,6 me/100 g (mapa 7), llegando a valores incluso sobre los 6,0, sin embargo es curioso que una franja continua y central de un extremo al otro, se reduzca la cantidad de este elemento en el suelo, en menores valores a los apropiados. Las principales deficiencias se encuentran en las veredas Bajo Planes y La Muralla. En la tabla 12 se encuentra la debida interpretación del calcio en el suelo para las plantas.

#### 4.2.6. Magnesio

Elemento muy importante en las plantas, tomado como ión  $Mg^{+2}$ . Directamente relacionado con el metabolismo del fósforo y procesos enzimáticos de la planta. Involucrado en el proceso enzimático de la respiración. Elemento estructural, componente central de la molécula de clorofila. En condiciones de deficiencia de este elemento, las plantas se hacen altamente susceptibles a las aplicaciones de pesticidas por intoxicaciones ([www.abocol.com](http://www.abocol.com)).

La variabilidad espacial del magnesio en los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos tiene proporciones medias en casi toda el área, sin embargo se observa que en toda la consociación San Agustín, los valores se clasifican en altos y en algunas fracciones de las unidades del área de influencia. En tanto que las deficiencias notables se localizan aproximadamente en iguales sectores con pH muy fuertemente ácidos. Las formas de encontrarse en suelo son análogas a las del calcio, y su interpretación (tabla 13) se halla a continuación, luego del mapa 8:



**Mapa 8.** Variabilidad espacial del magnesio.

**Fuente:** El autor.

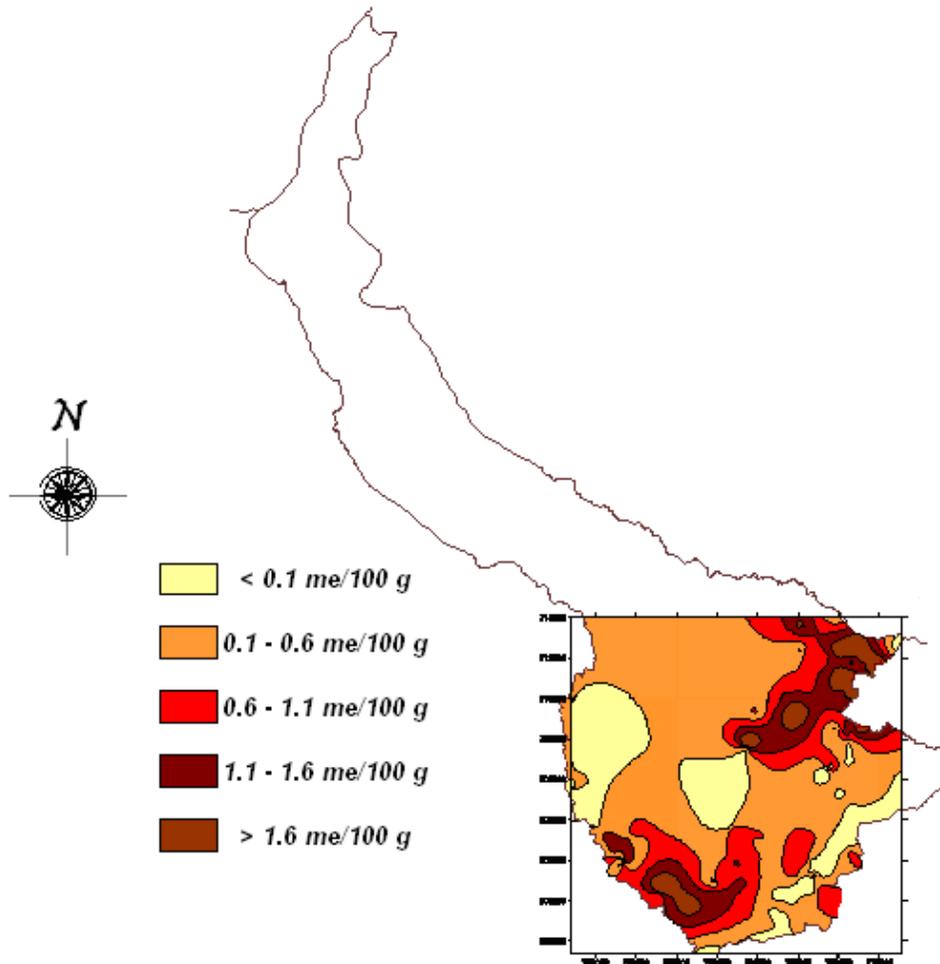
**Tabla 13.** Interpretación del magnesio en el suelo en meq/100 g.

BAJO	MEDIO	ALTO
menor de 0,15	0,15 a 0,30	Mayor de 0,30

**Fuente:** Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1990

#### 4.2.7. Aluminio

El aluminio no es un nutriente para las plantas, por el contrario se considera que debe estar lo menos posible en el suelo. Causa acidez en los suelos y se asocia a deficiencias de calcio y magnesio. La variabilidad espacial para este elemento se muestra en el mapa 9.



**Mapa 9.** Variabilidad espacial del aluminio.

**Fuente:** El autor.

Sus sitios más críticos se relacionan a las mismas áreas en que presentan problemas de deficiencias en calcio y magnesio, además pH muy bajos. Mientras que los valores mínimos ocurren en la consociación San Agustín y en la asociación Saladoblanco en su zona baja. En general no se presentan problemas y los que hay, se sugiere la aplicación de enmiendas según el plan de fertilización. Los valores pueden ser bajos, medios o altos de acuerdo a la tabla 14.

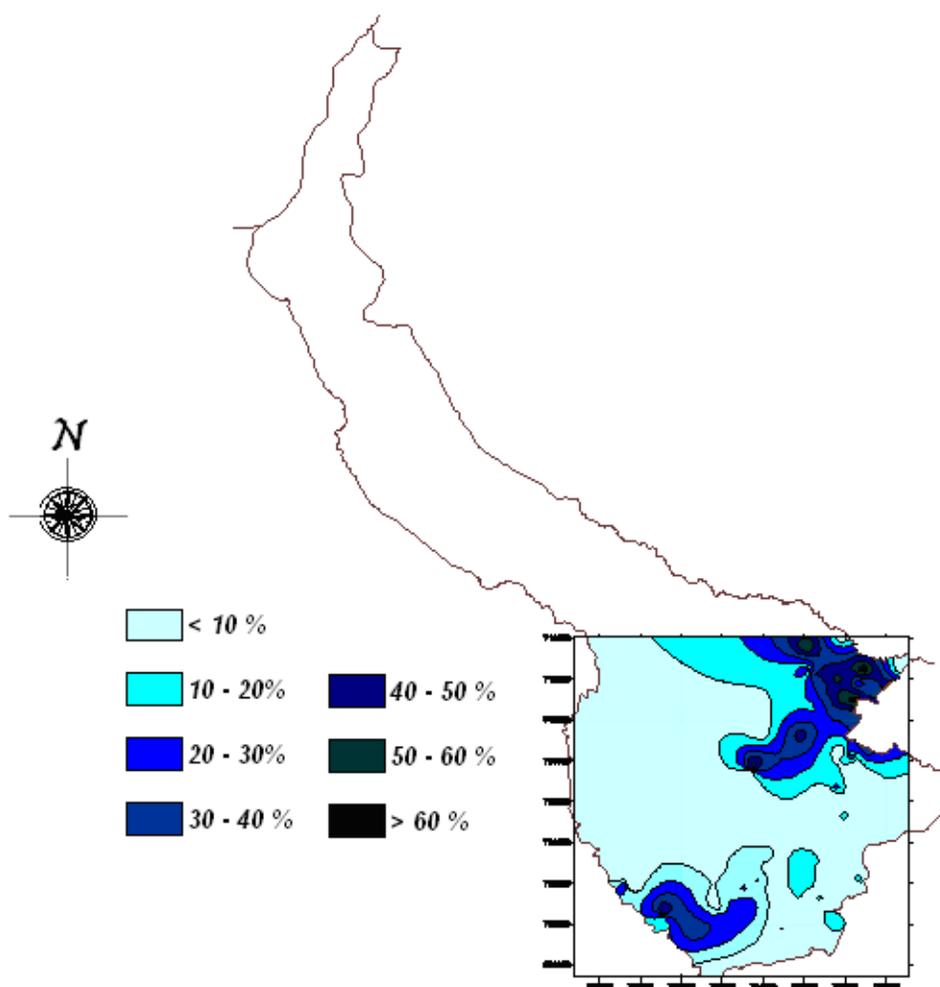
**Tabla 14.** Interpretación del aluminio en el suelo en meq/100 g.

BAJO	MEDIO	ALTO
Menor de 0,15	0,15 a 0,30	Mayor de 0,30

Fuente: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1990.

#### 4.2.8. Saturación de aluminio

Para conocer la proporción de saturación del aluminio se han establecido porcentajes, siendo algunos cultivos más tolerantes que otros. El café es uno de los más tolerantes a este elemento. Los inceptisoles generalmente presentan altos contenidos de saturación de aluminio.



**Mapa 10.** Variabilidad espacial de la saturación de aluminio.

Fuente: El autor.

La interpretación del aluminio como de su porcentaje de saturación (tabla 15) son análogas; por eso son similares en su comportamiento geográfico (mapa 10).

**Tabla 15.** Interpretación de la saturación de aluminio en el suelo en porcentaje.

<b>MUY BAJO</b>	<b>BAJO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MUY ALTO</b>
menor de 15	15 a 30	30 a 60	mayor de 60

**Fuente:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

#### 4.2.9. Textura

Hace relación a la clasificación y proporción de las partículas del suelo (tabla 16), donde los principales son: arcilla, limo, arena y un nivel más neutro (franco). De la textura depende otra serie de propiedades como son: facilidad de preparación del suelo, susceptibilidad a la erosión, facilidad de penetración en las raíces, Contenido y retención de nutrientes, y el movimiento de agua y aire en los suelos (Álvarez, 1979).

**Tabla 16.** Interpretación de la textura en el suelo.

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>TEXTURAS</b>
Suelo muy pesado	Ar
Suelo pesado	ArL, ArA
Suelo moderadamente pesado	FArL, FArA, FAr
Suelo mediano	FL, F, L
Suelo moderadamente liviano	FA
Suelo liviano	AF
Suelo muy liviano	A

**Fuente:** Salinas, 2001.

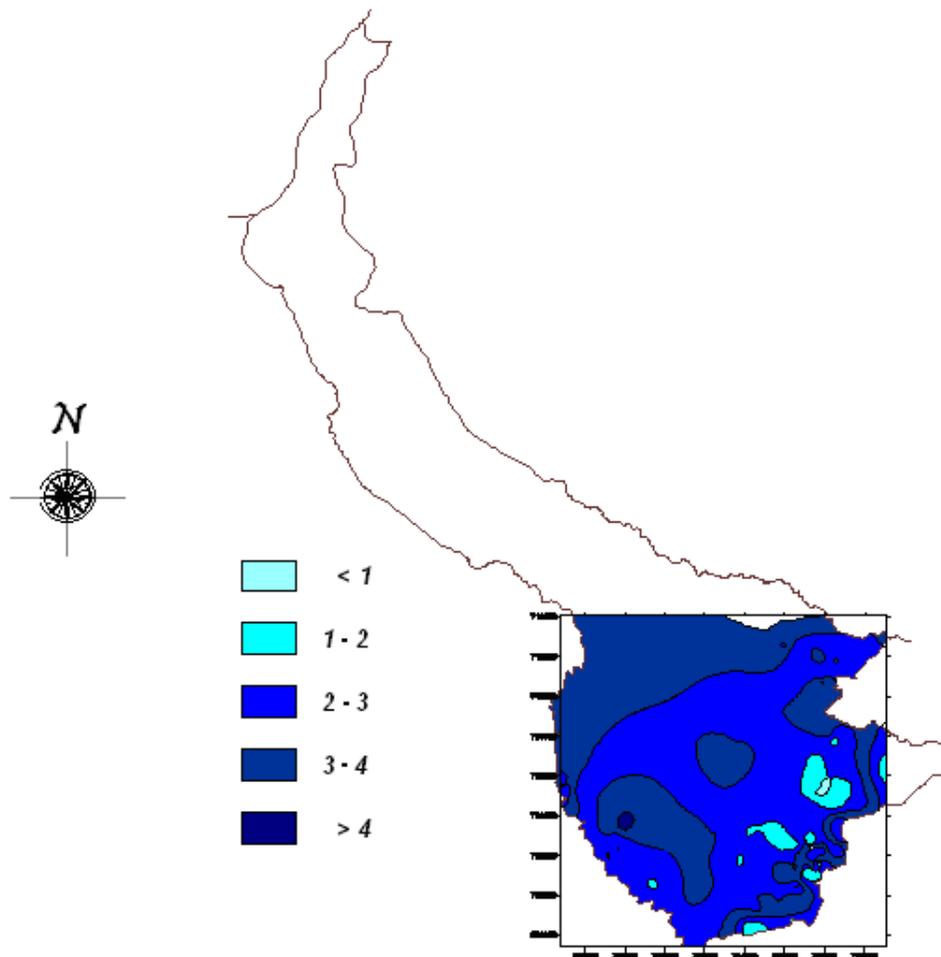
#### 4.2.10. Relaciones catiónicas

Las bases intercambiables en el suelo son  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , donde el sodio es perjudicial para las plantas en valores mayores a 1 meq/100g (Álvarez, 1979); según Cenicafe en la zona cafetera colombiana se desprecia por que se consideran valores de poca magnitud. Cuando no se cumple la relación ni está aproximado a ella, hay que suministrar el elemento que sea deficiente, ya sea magnesio y/o potasio (tabla 17).

**Tabla 17.** Interpretación de las relaciones catiónicas en el suelo.

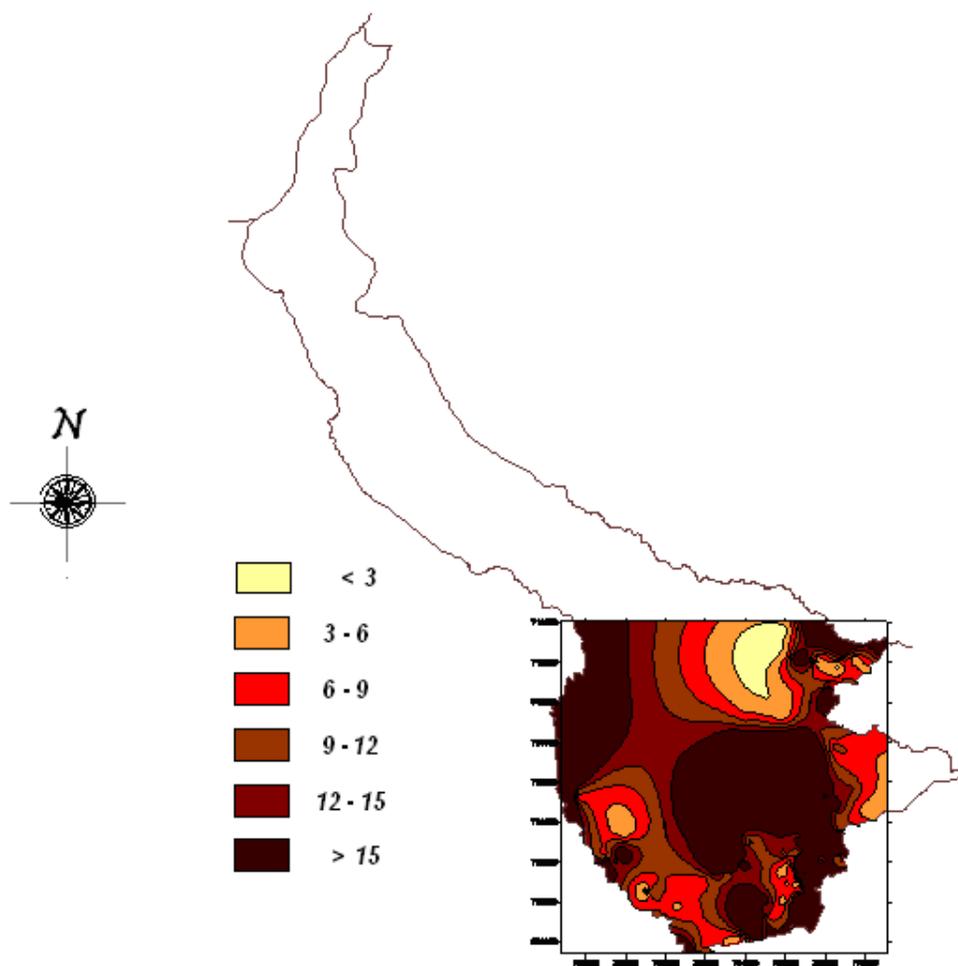
<b>Ca/Mg</b>	<b>Mg/K</b>	<b>Ca/K</b>
2 a 4	3	6

**Fuente:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

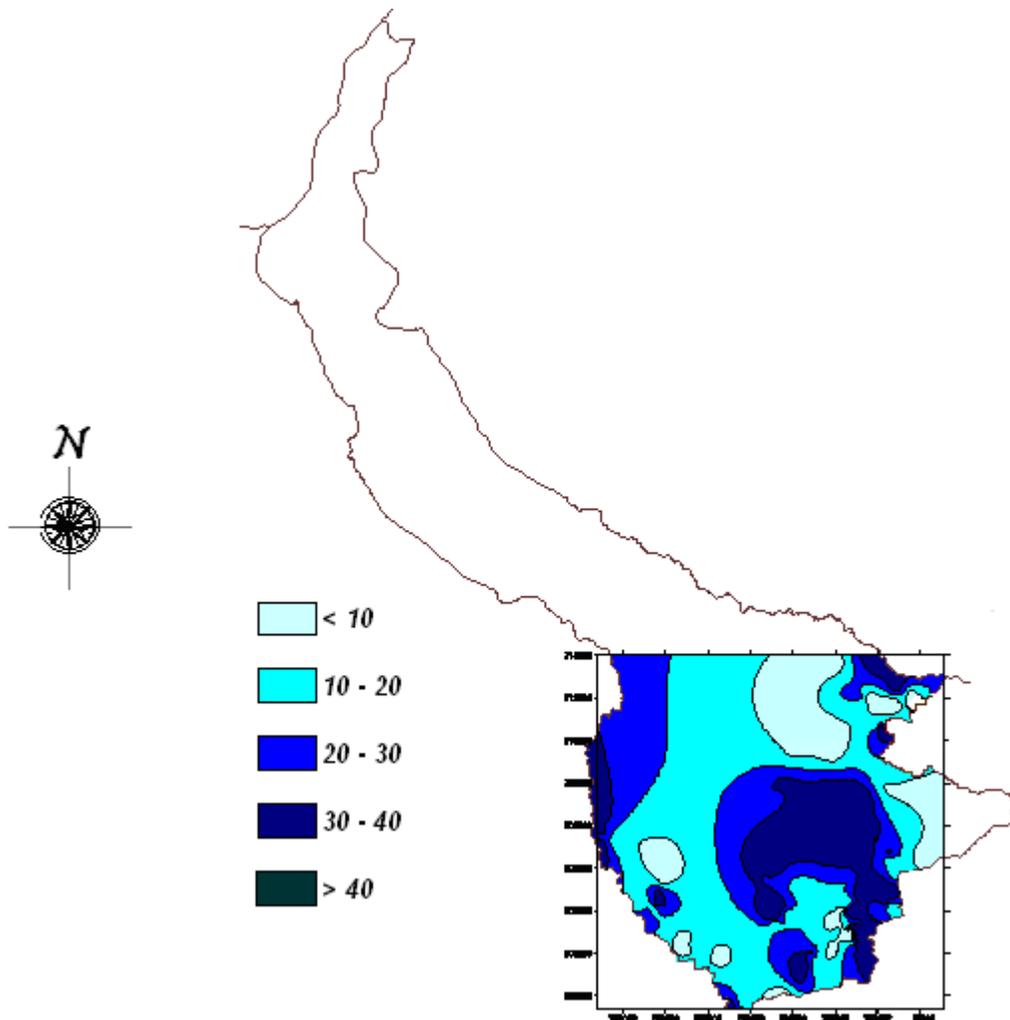


**Mapa 11.** Variabilidad espacial de la relación Calcio/Magnesio.  
**Fuente:** El autor.

La variabilidad espacial de la relación Calcio/Magnesio (mapa 11) ilustra que la mayor parte de los suelos se ubican en condiciones muy óptimas de Calcio y Magnesio, salvo en la vereda Bajo Mondeyal, donde la proporción es de 1 a 2 en promedio. Para el caso de la relación Magnesio/Potasio, y Calcio/Potasio (mapas 12 y 13 respectivamente) se presentan cantidades deficientes de potasio ( $> 18$  y  $>30$  correspondientemente) en sitios de la consociación Isnos principalmente. En el resto de la zona las relaciones de los tres elementos están dentro de rangos aceptables.



**Mapa 12.** Variabilidad espacial de la relación Magnesio/Potasio.  
**Fuente:** El autor.



### 4. 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental corresponde a la evaluación de diferentes parámetros bajo un muestreo completamente al azar, que dentro del contexto de clasificación de suelos de la Federación Nacional de Cafeteros (1985) describen que el comportamiento es ligeramente más homogéneo dentro de una misma unidad de suelo. El análisis estadístico es general, correspondiendo al promedio de los valores, a su desviación estándar y el coeficiente de variación. Los datos menos confiables son el fósforo y el aluminio ya que sus coeficientes de variación son muy altos, en tanto que el pH es el más confiable, seguido de la relación Calcio/Magnesio y de la materia orgánica.

#### 4.3.1. Consociación San Agustín.

En esta consociación se muestran los pH más altos de la zona cafetera del municipio de Isnos en promedio, así como los mayores contenidos de materia orgánica y calcio. Las relaciones entre las bases intercambiables no significan deficiencias de ninguna de los tres nutrientes, y no se presentan problemas de saturación de aluminio, como se aprecia en la tabla 18.

**Tabla 18.** Evaluación estadística de la consociación San Agustín.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,6	12,1	28,3	0,5	8,4	2,5	0,6	9,8	3,1	6,4	19,8
<b>Desv Estándar</b>	0,7	5,8	78,4	0,2	6,4	1,2	0,9	17,2	0,9	3,6	11,5
<b>Coefic. Variac.</b>	0,12	0,48	2,77	0,52	0,77	0,49	1,58	1,75	0,31	0,55	0,58

Fuente: El autor.

Total: 24 muestras.

#### 4.3.2. Consociación Isnos.

Es una de las unidades más grandes del municipio de Isnos, rico también en materia orgánica, y pH similar al del ecotopo en general, deficiente solamente en fósforo; la saturación de aluminio es baja en relación a otras unidades de suelo. Las demás propiedades químicas se localizan en los rangos óptimos (tabla 19).

**Tabla 19.** Evaluación estadística de la consociación Isnos.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,3	10,5	6,8	0,4	4,0	1,9	0,4	9,0	2,4	6,9	13,2
<b>Desv Estándar</b>	0,3	5,2	13,2	0,2	1,9	1,4	0,7	16,1	0,8	6,3	7,8
<b>Coefic. Variac.</b>	0,06	0,50	1,95	0,64	0,48	0,71	1,65	1,78	0,34	0,91	0,59

Fuente: El autor.

Total: 66 muestras.

#### 4.3.3. Asociación Saladoblanco.

Sus características químicas son muy similares a los de la unidad Isnos (tabla 20) en cuanto a condiciones de acidez en el suelo, materia orgánica, fósforo igualmente deficiente, y sin problemas en las otras propiedades.

**Tabla 20.** Evaluación estadística de la asociación Saladoblanco.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,3	9,0	20,7	0,3	4,3	1,7	0,7	16,9	2,9	5,7	14,4
<b>Desv Estándar</b>	0,5	4,6	49,2	0,2	3,3	1,5	0,9	23,9	1,4	5,5	11,4
<b>Coefic. Variac.</b>	0,09	0,51	2,37	0,54	0,77	0,91	1,30	1,41	0,48	0,96	0,79

Fuente: El autor.

Total: 71 muestras.

**4.3.4.** Asociación el Mortiño.

El contenido de materia orgánica en el suelo es moderado, por lo menos para el cultivo de café; registra en promedio un pH de 5,1 y potasio bajo. Los demás parámetros fluctúan entre las interpretaciones medianas (tabla 21).

**Tabla 21.** Evaluación estadística de la asociación El Mortiño

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,1	7,2	4,9	0,2	3,8	1,7	0,4	6,7	2,4	8,8	19,9
<b>Desv Estándar</b>	0,3	1,8	3,9	0,1	1,7	1,1	0,4	8,8	0,4	5,3	9,8
<b>Coefic. Variac.</b>	0,05	0,25	0,80	0,57	0,45	0,64	1,04	1,33	0,18	0,61	0,49

Fuente: El autor.

Total: 27 muestras.

**4.3.5.** Unidad Magdalena.

Solo 19 muestras correspondieron a este sector (tabla 22), la mayoría se ubica en la vereda El Carmen. El contenido de materia orgánica es moderado también, entendiendo que corresponde a una zona baja del municipio (< 1450 msnm). La media de pH no sobrepasa los 5,5, mientras el nivel de fósforo es mediano y con mínimos problemas de aluminio.

**Tabla 22.** Evaluación estadística de la unidad Magdalena.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,5	6,6	23,8	0,4	6,2	2,2	0,2	4,7	2,8	7,4	20,7
<b>Desv Estándar</b>	0,5	1,8	39,5	0,2	3,2	1,0	0,5	11,2	0,7	4,4	13,5
<b>Coefic. Variac.</b>	0,08	0,27	1,66	0,55	0,51	0,46	2,09	2,37	0,26	0,59	0,65

Fuente: El autor.

Total: 19 muestras.

#### 4.3.6. Asociación San Agustín-Isnos.

La materia orgánica del suelo de ésta asociación es alta, al igual que las unidades que la componen; pH de 5,0 y problemas de aluminio significativos, deficiente en fósforo. Las relaciones catiónicas comprenden valores óptimos, y el magnesio se considera bajo (tabla 23).

**Tabla 23.** Evaluación estadística de la asociación San Agustín-Isnos.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,0	11,4	6,8	0,4	2,6	1,1	1,2	31,0	2,6	3,2	8,3
<b>Desv Estándar</b>	0,4	4,3	9,6	0,3	2,6	1,4	0,8	21,8	1,0	2,1	5,7
<b>Coefic. Variac.</b>	0,07	0,38	1,41	0,71	0,97	1,24	0,67	0,70	0,40	0,66	0,69

Fuente: El autor.

Total: 34 muestras.

#### 4.3.7. Asociación Siberia-San Simón.

La materia orgánica es moderada, y en esta unidad no hay deficiencia de fósforo, por el contrario, la presencia en el suelo es alta, aunque este elemento es el más variable de los componentes evaluados en todo el Ecotopo. El aluminio es bajo y el calcio elevado (tabla 24).

**Tabla 24.** Evaluación estadística de la asociación Siberia-San Simón.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,4	6,6	49,3	0,4	6,8	2,0	0,2	3,6	3,7	7,4	25,9
<b>Desv Estándar</b>	0,4	1,6	103,2	0,3	2,8	1,1	0,4	7,0	1,6	7,4	21,1
<b>Coefic. Variac.</b>	0,07	0,24	2,09	0,66	0,41	0,55	1,76	1,98	0,42	1,00	0,82

Fuente: El autor.

Total: 41 muestras.

#### 4.3.8. Asociación Siberia-San Agustín.

**Tabla 25.** Evaluación estadística de la asociación Siberia-San Agustín.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,2	6,3	21,1	0,6	4,6	2,0	0,3	5,7	2,6	4,7	10,9
<b>Desv Estándar</b>	0,3	2,3	30,3	0,3	1,6	1,1	0,4	7,3	0,9	2,5	5,5
<b>Coefic. Variac.</b>	0,06	0,36	1,44	0,61	0,34	0,55	1,14	1,27	0,33	0,54	0,50

Fuente: El autor.

Total: 18 muestras.

Es la que ocupa la menor extensión de las unidades cartográficas estudiadas. La presencia de materia orgánica y aluminio en el suelo son relativamente bajos, potasio alto, en tanto que no hay problemas con las bases intercambiables, ni entre sus relaciones (tabla 25).

#### 4.3.9. Ecotopo 214 B.

En general el Ecotopo cafetero del municipio de Isnos presenta buenas cantidades de materia orgánica, pH óptimo promedio para la zona, al igual que los demás elementos y relaciones. Los contenidos de potasio y magnesio son altos, el fósforo es deficiente y el aluminio es moderado. Se incluye todo el muestreo (tabla 26).

**Tabla 26.** Evaluación estadística del Ecotopo 214 B.

PARÁMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,3	8,7	13,9	0,4	4,6	1,8	0,5	12,1	2,7	6,3	15,8
<b>Desv. Estándar</b>	0,42	4,4	23,8	0,2	2,9	1,3	0,8	18,9	1,2	5,5	12,9
<b>Coef de variac.</b>	0,08	0,50	1,72	0,63	0,64	0,73	1,39	1,56	0,43	0,88	0,81

Fuente: El autor.

Total: 300 muestras.

#### 4.3.10. Análisis de la textura.

En razón a que la metodología para determinar la textura, fue al tacto, y no por composición granulométrica, no existen resultados cuantitativos sino cualitativos que solo menciona el tipo de suelo. Su análisis estadístico se basa en la cantidad de repeticiones de cada textura por serie cartográfica, como se encuentra a continuación, donde corresponde principalmente a suelos moderadamente pesados y solo se determinaron seis clases texturales (tabla 27).

**Tabla 27.** Distribución de las texturas por unidades de suelo.

TEXTURA	SA	IS	SB	MO	MG	SA-IS	SI-SS	SI-SA	ECOTOPO
FArA	13	20	42	18	13	7	25	12	150
FAr	2	14	15	7	4	9	14	3	68
FA	4	12	10	0	0	13	0	0	39
Ar	3	12	2	2	2	3	1	2	27
F	2	8	1	0	0	2	1	1	15
ArA	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>66</b>	<b>71</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>18</b>	<b>300</b>

Fuente: El autor.

Donde:

**SA:** Consociación San Agustín

**IS:** Consociación Isnos

**SB:** Asociación Saladoblanco

**MO:** Asociación El Mortiño

**MG:** Unidad Magdalena

**SA-IS:** Asociación San Agustín-Isnos

**SI-SS:** Asociación Siberia-San Simón

**SI-SA:** Asociación Siberia-San Agustín

La textura más frecuente es la franco arcillo arenosa (FArA) en el ecotopo cafetero 214B, alcanzando la mitad de todas las muestras analizadas, mayoría que se refleja en cada unidad, exceptuando la asociación San Agustín-Isnos, en la cual predominan los franco arenosos (FA), seguido de los Franco arcillosos (FAr). Doce de veintisiete suelos arcillosos (Ar) corresponden a la unidad Isnos, unidad que también abarca más de la mitad de los suelos francos (F) de la zona cafetera. Solo una de trescientas muestras mostró ser una arcilla arena (ArA) en tanto que texturas arenosas y de alguna clasificación "limo" no se observaron en la zona de estudio. Los suelos en promedio más livianos son los de la asociación San Agustín-Isnos.

#### **4.4. PLAN DE FERTILIZACIÓN DE CENICAFÉ**

Cenicafé, como Centro Nacional de Investigaciones de Café procura en este cultivo implementar todos los avances en tecnificación y mejoramiento de la productividad en el país; para ello es fundamental manejar la nutrición en el cafeto, conscientes de que su correcto manejo en fertilización va relacionado con este propósito, basados en la experiencia y muchos estudios en el tema (Sadeghian, 2008). Cuando se realizan análisis de suelos, Cenicafé tiene un plan de fertilización adoptando patrones muy importantes como lo es la edad del cultivo y la debida interpretación de los resultados (Adaptado de Cenicafé, 1994). El laboratorio de suelos, al cual se enviaron las muestras se llama Multilab Agroanalítica, principal ente que realiza los análisis de suelos de la zona cafetera colombiana.

Los métodos utilizados en el laboratorio para la cuantificación de las propiedades se describen en la metodología, y a continuación se muestra la interpretación de los nueve parámetros evaluados para el cultivo de café con sus respectivos rangos y unidades que se registran además en cada análisis de suelos (tabla 28).

Aunque no lo dice cada análisis de suelos, las recomendaciones vienen dadas para plantaciones con poco sombrero y altas densidades. Estas variables entre otras relacionadas con el diagnóstico del cultivo, condiciones topográficas, climatológicas, las asume el extensionista del Comité de Cafeteros quien realiza este diagnóstico, y adecua según su criterio las dosis en las recomendaciones de los análisis de suelos. De las muestras analizadas en el municipio de Isnos, se identificaron 41 diversas sugerencias dependiendo la etapa o fase en que se

encuentre el cultivo (crecimiento vegetativo o en producción); principalmente obedecían a fertilizantes sintéticos y enmiendas de origen natural.

**Tabla 28.** Interpretación de análisis de suelos de Fertilidad para café<sup>16</sup>.

DETERMINACIÓN	RANGO	UNIDADES
pH	5,0 - 5,5	---
Materia orgánica	8,0 - 14,0	%
Fósforo	6,0 - 14,0	ppm.
Potasio	0,30 - 0,40	me/100 g.
Calcio	1,8 - 2,4	me/100 g.
Magnesio	0,6 - 0,8	me/100 g.
Aluminio	0,0 - 1,1	me/100 g.
Saturación de aluminio	0,0 - 60	%
Textura	Franco	---

**Fuente:** Centro Nacional de Investigaciones de Café.

Los productos recomendados por los resultados de los 300 análisis de suelos, se encuentran en la tabla 29, junto a la fórmula química y el grado de fertilizante. Luego se describen las recomendaciones clasificadas según la etapa fisiológica del cultivo para fertilización y para enmiendas.

#### 4.4.1. Etapa de crecimiento vegetativo en siembra.

El cultivo de café se considera en etapa de crecimiento aproximadamente hasta los 18 meses, última fecha en que se abona concerniente a este período, aunque puede tardar hasta los dos años según las condiciones del clima, de acuerdo con Valencia (1995), citado por Sadeghian (2008). Durante este tiempo se dosifica por planta y no por hectárea, debida a que en esta fase no hay mayor competencia de las plantas por su poca edad, según Sadeghian & Gaona (2005), citado por Sadeghian (2008). El mayor elemento aportado es el nitrógeno; y también el fósforo pero en menor proporción.

##### 4.4.1.1. Fertilización.

Cenicafé recomienda fertilizar cada cuatro meses empezando desde los dos de edad, es decir, continua a los seis, diez, catorce y dieciocho meses. Se pide empezar con aplicaciones de 15 ó 20 gr. de Úrea por planta, y aumentar gradualmente cinco gramos en las aplicaciones siguientes, hasta llegar a los 40 o 45 gramos al año y medio de sembrado. Sin embargo en el décimo y en el último mes de esta fase se mantienen las dosis aunque no corresponden solo a Úrea

<sup>16</sup> Todos los análisis de suelos la contienen

sino a una mezcla con Fosfato Diamónico en relación 3:2, aportando de esta forma 35% de Nitrógeno y 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Tabla 29.** Grado de fertilizantes y de enmiendas empleados.

FERTILIZANTE – CORRECTIVO	FORMULA	(N)	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	(K <sub>2</sub> O)	(Ca <sub>2</sub> O)	(MgO)	(S)
Úrea	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46					
Fosfato Diamónico- DAP		18	46				
Superfosfato Triple- SFT	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		46		14 a 19		
Cloruro de Potasio	KCl			60			
Sulfato de Potasio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			48 a 50			18
17- 6- 18- 2		17	6	18	2		
25- 4- 24		25	4	24			
Roca Fosfórica	(Apatitas)		22 a 30		32 a 40		
Cal Dolomítica	CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>				30	15 a 20	
Sulfato de Amonio - SAM	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20 a 21					24
Nitrato de Amonio	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	26 a 34					
Carbonato de Magnesio	MgCO <sub>3</sub>					40	
Óxido de Magnesio	MgO					88	
Cal Agrícola	CaCO <sub>3</sub>				40 a 70		

**Fuentes:** Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila; Monómeros Colombo Venezolanos S.A., 1993; Instituto Colombiano Agropecuario, 1993; Álvarez, 1979

Se recomienda empezar desde los 15 gramos para lotes en aquellos con edad inferior a dos meses; más cuando está en fase de crecimiento en edad superior a ésta, se sugiere fertilizar en el mes más próximo que corresponda hacerlo (6, 10, 14, 18 meses), partiendo de la base de los 20 gramos en el segundo mes.

#### 4.4.1.2. Enmiendas.

En caso de necesitar enmiendas, se suministran alternadas con las fechas de fertilización utilizando insumos de tipo natural, en algunas ocasiones con Roca Fosfórica y en otras con Cal Dolomita, con dosis de 40 gr. por planta para la primera fuente y 100 gramos para la segunda que se deben efectuar en el mes 11 de la siembra. A los nueve meses siguientes se recomienda aplicar nuevamente ya con el doble de la dosis.

Se recomienda la Cal Dolomita cuando los contenidos de calcio y de magnesio en el suelo están por debajo del rango estimado por Cenicafé, así la relación calcio/magnesio sea óptima; es de entender, que ésta cal proporciona estos dos elementos, representados en carbonato de Magnesio (MgCO<sub>3</sub>) y Carbonato de Calcio (CaCO<sub>3</sub>), este último en mayor cantidad. La Roca Fosfórica en cambio ofrece calcio y fósforo, también en mayor cantidad de calcio y entra a actuar en la recomendación cuando el fósforo tampoco está dentro del rango óptimo, pero el

magnesio sí. Cuando los contenidos de los tres nutrientes en mención están bajos, se le da prioridad solo a un producto a aplicar, en especial a la Cal Dolomítica, tal como lo registran los análisis de suelos evaluados.

Las demás propiedades de los suelos que cuentan con la necesidad de aplicar correctivos en esta etapa vegetativa, muestran texturas generalmente franco arcillosas y franco arenosas, pH fuertemente ácidos (no superiores a 5,0) menores a los adecuados para café; el contenido de materia orgánica se encuentra en el rango adecuado para el cultivo, al igual que el grado de saturación de aluminio, pero cerca del 40 por ciento en promedio.

#### **4.4.2. Etapa de crecimiento vegetativo en zoca.**

El manejo que se le da al cultivo de café en el primer año de zoqueado tiene la misma metodología aplicada al café en el segundo año de crecimiento por siembra, según Valencia (1995) citado por Sadeghian (2008), pues esta planta fue un árbol adulto, y presenta un sistema radicular moderadamente desarrollado tras la labor del corte. Esto también se tiene en cuenta para las recomendaciones de fertilización y de correctivos.

##### **4.4.2.1. Fertilización.**

En este orden de ideas, la recomendación a los dos meses de edad de la zoca es la misma para los primeros catorce meses si fuera una siembra nueva, es decir, aplicar 15 o 20 gr. de Úrea por planta. Así, a los seis meses de edad de la zoca, se aplica 35 o 40 gramos en relación 3:2 de Úrea- DAP, similar a los 18 meses de edad de un café que se prepara para su primera producción.

##### **4.4.2.2. Enmiendas**

La única recomendación impartida fue de aplicar 200 gr. por planta de Caliza Dolomítica y en otros casos 80 gramos de Roca Fosfórica, ambos a los 8 meses de edad de la zoca, análogo a los 20 meses de una siembra; ya cercano al período de producción. Los casos en que se sugirió alguno de los dos productos, obedece igualmente a bajos contenidos de calcio y magnesio y/o fósforo como ya se dijo en la etapa de crecimiento vegetativo en siembra.

#### **4.4.3. Etapa de producción.**

El cultivo de café se maneja en estado de producción desde los 24 meses de sembrado o a los 12 meses de zoqueado, justo en este tiempo se sugiere aplicar la primera fertilización respectiva a ésta etapa.

De las dos producciones anuales de café que se dan en Colombia, una corresponde a la cosecha principal y la otra a la Mitaca, también llamada Traviesa

con una producción aproximada a la tercera parte de la cosecha principal. En el municipio de Isnos la cosecha principal corresponde normalmente entre los meses de octubre y diciembre, y la Mitaca en el periodo abril-mayo (Gómez et. al., 1991).

De las áreas muestreadas, corresponden en su mayor parte a cultivos de café en fase reproductiva, por lo que se emplean en esta etapa el mayor número de recomendaciones, 23 de las 41 en total. Algunas conciernen a estos casos puntuales: “Antes de las cosechas principales” o “antes de las mitacas”; otras sugerencias aplican a combinaciones que pueden ser “antes de todas las cosechas (principales y mitacas)” o “antes de la primera principal y a las siguientes dos mitacas o a la “segunda cosecha principal”, entre otras.

Se sugiere abonar dos meses antes de las cosechas para darle tiempo a que la planta reciba los nutrimentos. En este período se debe continuar aplicando Nitrógeno (N) y principalmente Potasio ( $K_2O$ ), nutriente que no se había recomendado en fase de crecimiento, aunque cumple una gran función, pues es el encargado del llenado del fruto.

El fósforo ( $P_2O_5$ ) es el elemento primario con el cual se ha obtenido menos respuesta en el cultivo de café en este período, aun en suelos con contenidos bajos en este elemento (Uribe y Mestre, 1976; Uribe, 1983 citados por Sadeghian, 2008); por eso su concentración a aplicar en el suelo es poca; los elementos menores también son necesarios, aunque en el tipo de análisis no se evaluaron, como tampoco el Nitrógeno total (N) y azufre (S).

Para suplir la concentración de los elementos necesarios se necesitan emplear fertilizantes compuestos o mezclas de varios fertilizantes simples siendo una buena alternativa (Sadeghian et. al, 2007). Se indica ahora para café adulto una dosis en kilogramos por hectárea, y no en gramos por planta como se debe realizar en la fase de crecimiento vegetativa (Sadeghian & Gaona, 2005; citado por Sadeghian, 2008).

#### **4.4.3.1. Fertilización.**

##### **4.4.3.1.1. Antes de las cosechas principales.**

Para este evento principalmente se dan una de las dos siguientes recomendaciones, cada una con varias alternativas que pueden ser aprovechadas sumando los precios de las fertilizantes al igual que la disponibilidad para adquirirlos en el mercado. Las sugerencias para fertilizar, ubicando de forma paralela las dosis, son:

(620 / 480) Kg/ha de 25- 4- 24;  
ó (330 / 250) Kg/ha de Úrea, 90 Kg/ha de Superfosfato Triple y 200 Kg/ha de KCl;  
ó (290 / 215) Kg/ha de Úrea, 100 Kg/ha de DAP y 200 Kg/ha de KCl;

ó (580 / 540) Kg/ha si en las dos últimas alternativas hace una mezcla de las tres fuentes en relación 3:1:2<sup>17</sup> y 2:1:2<sup>18</sup> respectivamente.

Otra alternativa es aplicar 700 Kg/Ha de 17- 6- 18-2 más 80 kilogramos de Úrea en la opción de mayor dosis, ó solo 17- 6-18- 2 en la segunda.

De las mezclas ofrecidas el grado de fertilizante resultante es similar al del 25- 4- 24, por eso este se recomienda aplicarlo solo. El grado del nitrógeno y del potasio resultan ser un poco menor a 25% y el fósforo en concentración levemente superior al 4 por ciento. El grupo de mayor dosis por hectárea, corresponde a análisis de suelos que registraron materia orgánica igual o inferior al nivel recomendado de ocho por ciento, así, la relación 3:1:2 frente a 2:1:2 del otro grupo, indica mayor presencia de Úrea, por ende de nitrógeno, porque la materia orgánica constituye la principal fuente de nitrógeno (Sadeghian, 2008). El Fosfato Diamónico frente al Superfosfato Triple presenta la ventaja de contener nitrógeno (18%). Las texturas observadas en este conjunto de análisis son arcillosas y franco arcillo arenosas.

El grupo de alternativas de menor dosis es el más común de todas las recomendaciones de fertilización impartidas para la fase de producción en el cultivo de café, disminuyendo la proporción de Úrea y manteniéndose la relación de los otros fertilizantes. La materia orgánica obedece a concentraciones mayores al 8% en el suelo. Se observan suelos con estas características dominantes en la asociación San Agustín-Isnos que presentan texturas franco arenosas.

A nivel general en los resultados de los análisis de ambos grupos de recomendaciones, la cantidad de fósforo y/o potasio en el suelo está por debajo del rango óptimo; mientras el pH mostró valores que varían entre 4,5 y 5,4.

#### **4.4.3.1.2. Antes de las traviesas o mitacas.**

Las sugerencias en fertilización previas a la cosecha mitaca acompañan en los mismos resultados de los análisis de suelos al grupo de mayor dosis/hectárea del evento anterior que se utilizó para las cosechas principales. Durante este periodo de producción conviene mezclas de Úrea y Cloruro de Potasio (KCl); las recomendaciones más comunes fueron estos dos casos: Uno en cantidades iguales de los fertilizantes, con dosis de 550 Kg/ha; otro en relación 3:2, donde es mayor la cantidad de KCl y la dosis es de 530 Kg/Ha, aumentando el grado de potasio frente al nitrógeno; y en las dos posibilidades hay ausencia frente a la aplicación de fósforo.

---

<sup>17</sup> Para Superfosfato triple como fuente de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

<sup>18</sup> Para Fosfato Diamónico como fuente de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

La proporción 1:1 se recomendó para lotes con presencia de materia orgánica no superior al 8%, tal como en el evento anterior también hubo esta conjetura. Para la mezcla 2:1 de Úrea con KCl la concentración de nitrógeno queda en 31% y potasio en 20%<sup>19</sup> y se da esta indicación para reportes con presencia de potasio sobre el rango sugerido por Cenicafé y la materia orgánica también tiende a ser muy alta, incluso en más de la mitad de los casos por encima del 14 por ciento, contrario a los resultados que recomiendan la relación 1:1. Los pH están por debajo de lo que se requiere y las texturas generalmente son franco arcillo arenosas.

Hubo otras recomendaciones en las mitacas, pero que acompañan al primer grupo de alternativas de fertilizantes para aplicar en la cosecha principal como ya se vio, o sea, el de mayor dosis. También KCl y Úrea se recomienda suministrar al suelo en proporciones iguales como una opción; otra elección consiste en mantener la relación de la mezcla, pero reemplazando el potasio por otra fuente distinta al Cloruro, como el Sulfato de Potasio, que va a proporcionar además azufre, aunque este elemento secundario no se haya incluido en el tipo de análisis de suelos, por lo que no se sabe con exactitud su concentración en el suelo. Para ambas opciones se recomienda aplicar 600 kilogramos en una hectárea.

Contrario a la recomendación anterior, algunas propiedades son diferentes: pH superiores a 5,5, la materia orgánica no alcanza los niveles adecuados y la presencia de aluminio es muy poca.

El resto de sugerencias para traviesas incluyen igualmente mezclas de Úrea con Sulfato de Potasio, tanto en diferentes proporciones como en diferentes dosis/hectárea, aplicando una dosis diferente de 420 Kg/Ha de una mezcla de las cuales dos partes deben ser de Úrea por una de KCl. Esta recomendación aplica, en análisis de suelos con presencia de materia orgánica en el suelo inferior al ocho por ciento, contrario a ese otro caso, que era en concentraciones superiores, por eso la dosis es mayor, por que aporta mayor nitrógeno. Los fertilizantes que preceden a esta, es decir la de la cosecha principal es mayor también en la cantidad a aplicar por hectárea que la que precede a los 360 kilogramos.

Las Texturas para estos resultados en general son franco arcillosas, y el potasio está sobre el rango normal. El potencial de iones hidrógeno (pH) no tiene restricciones específicas.

Una última recomendación es realizar la misma mezcla, pero en relación 1: 1 y dosis de 500 Kg/Ha. Lo que se puede inferir en los pocos análisis de suelos implicados es que los parámetros evaluados están en el rango adecuado, exceptuando el potasio.

---

<sup>19</sup> Cálculo en función de los grados de fertilizante y del ponderado de la mezcla.

#### **4.4.3.1.3. Igual fertilización para las dos cosechas.**

Para este evento hay consideraciones que permiten recomendar opciones equivalentes en ambas cosechas, aplicando lo mismo semestralmente. Generalmente ocurre en lotes en producción no tan jóvenes, y con condiciones cercanas a los rangos adecuados propuestos por el Centro Nacional de Investigaciones de café. Esta puede ser la única recomendación que otorga Cenicafé, salvo para aquellos análisis de suelos en los que haya que aplicar enmiendas o pulpa de café descompuesta según los requerimientos del suelo.

Dentro de las recomendaciones más comunes se sugieren mezclas de fertilizantes simples, donde el la Úrea aporta el nitrógeno; el otro componente de la mezcla puede ser: Cloruro de Potasio ó Fosfato Diamónico ó Sulfato de Potasio, este último algunas veces como alternativa al primero; todas en igual relación 2:1 e igual cantidad a aplicar de 510 Kg/ha, y dependiendo de las necesidades del cultivo en cuanto a fósforo o potasio.

#### **4.4.3.1.4. Antes de las primeras producciones.**

Diferente a las condiciones anteriores de producción, cuando se comienza esta fase del cultivo de café, es decir, ocurren las primeras cosechas, esencialmente se recomienda fertilizar a los 24 meses de edad de la siembra o a los 12 meses de edad de la zoca asumiéndola como cosecha principal, e intercalar el semestre siguiente la fertilización para la traviesa; estas recomendaciones fluctúan en las mismas ya mencionadas, y se escogen de acuerdo a los requerimientos nutricionales en particular.

Sin embargo se presentaron algunos casos en los que se recomendó igual durante el primer año de producción, empleando un fertilizante simple, específicamente solo Úrea en cantidad de 260 Kg/Ha los 12 y 18 meses de edad de zoqueado; pero no se vio ni un caso similar a los 24 o 30 meses de edad de una siembra, que sería una fase análoga. Se está recomendando lo mismo tanto para la primera cosecha como para la primera mitaca de la zoca, característica que no es tan común en cafetales jóvenes, que busca alternar cada seis meses.

Otro caso poco generalizado y que sí se produce en la primera cosecha principal y traviesa tanto de zoca como de siembra es aplicar Úrea- Fosfato Diamónico en relación 3:1, utilizando en una hectárea 380 Kilogramos de la mezcla. Al semestre siguiente a estas dos cosechas ya se recomienda aplicar una opción independiente entre cada una de las dos cosecha anuales, alternativas de las ya mencionadas en los puntos anteriores, de acuerdo al requerimiento nutricional del suelo; y continuar el ciclo semestral.

#### **4.4.3.1.5 Otras recomendaciones.**

Los anteriores casos expuestos obedecen a los eventos enunciados como tal, es decir, solo antes de la cosechas y/o antes de las mitacas o antes de la primera y segunda producción tanto de siembra como de zoca. Sin embargo hubo varias recomendaciones en las que no se sujetaron de esta forma, sino que en muchas ocasiones se dieron en cualquiera de esos eventos.

Esto singularmente puede ocurrir por los estrictos requerimientos nutricionales del suelo, por lo cual se mantienen las mismas mezclas en general o uso de fertilizantes completos, más lo que cambia es la cantidad a aplicar, principalmente concentraciones en nitrógeno y potasio. Los insumos mas sugeridos fueron Urea con Cloruro de Potasio ó con Sulfato de potasio, además de éstas fuentes de potasio también indican los resultados mezclar algunas veces con fuentes de Fósforo aunque en menor proporción, bien sea de Fosfato Diamónico ó Superfosfato triple, de manera que el grado de Fertilizante se asemeja al 17- 6- 18- 2 y al 25- 4- 24.

Cuando no se utiliza DAP o Superfosfato, la relación de los otros dos fertilizantes (Úrea y fuente de potasio) varía mucho, usando por igual o mayoría de cualquier de los dos, dependiendo del análisis de suelos en particular.

Otras sugerencias muy específicas fueron Sulfato de Amonio "SAM" o Nitrato de Amonio (Nitrón doble- N), el primero entre 500 y 600 Kg/Ha, y el otro en diferente cantidad de aplicación, alrededor del cuarenta por ciento menos al SAM.

#### **4.4.3.2. Enmiendas**

Las enmiendas son una alternativa para corregir Acidez y aluminio principalmente, además del suministro de calcio y magnesio cuando hay deficiencia de uno o los dos elementos, teniendo también en cuenta la relación calcio/magnesio de éstas bases.

Se recomienda destinarlas en tiempos distintos a los de las abonadas: dos meses después o cuatro meses antes si es semestral, alternándose así con los periodos de fertilización. Se presentaron diez recomendaciones diferentes, actuando ahora los fertilizantes inorgánicos de origen natural.

Una de las principales fuentes recomendadas es la Caliza Dolomítica con 15% mínimo de Óxido de Magnesio, dándose la opción de realizar el encalado el semestre siguiente si el cafetal a esa fecha tiene poco follaje, tanto para ésta como para las otras opciones de encalamiento. Otras fuentes que acompañan en la recomendación a esta cal son Carbonato de Magnesio y Óxido de Magnesio, aplicando alguno de los dos un año después.

Se deben emplear 1000 kilogramos por hectárea de la caliza, en algunos casos y en otros 800 kilogramos. Sin embargo la dosis del carbonato es 270 Kg/ha ó 140 Kilogramos de Óxido de Magnesio. El hecho que sea la mayor o menor dosificación de Cal Dolomita y la utilización de las dos alternativas posteriores están en función del porcentaje de saturación de aluminio, y el grado de poca concentración del magnesio.

En unos resultados este tipo de recomendación de enmiendas no indica que se debe volver a encalar al año siguiente, sino que solo se sugirió solo Caliza Dolomítica, también con 15% mínimo de Óxido de Magnesio, con dosis de aplicación por hectárea de 800 kilogramos.

Cuando la presencia de magnesio está entre 0,5 me/100 g y 0,8 me/100 g, este ultimo valor que es el más bajo del rango adecuado para café, entonces es cuando se recomienda solo la Caliza Dolomita en una sola aplicación; pero si la concentración de esta base es aún menor acompaña a la cal otra fuente de este elemento: Carbonato de Magnesio u Óxido de Magnesio, como ya se habían nombrado. Las dosis que parten con 800 Kg/Ha de Dolomítica obedece a porcentaje de saturación de aluminio menor a 60%, máximo permitido en café; superior a esta cantidad la dosis recomendada para la cal es de 1000 Kg/Ha.

Los análisis de suelos en conjunto con este grupo de recomendaciones, revelan además texturas franco arenosas, y porcentaje de saturación de aluminio cercano al 50%, incluso mayor, pH entre fuertemente ácidos a moderadamente ácidos (entre 4,5 y 5,1). Estos suelos son muy ricos en materia orgánica, la gran mayoría superior al 12%.

Otros tipos de materiales naturales empleados para corregir problemas de acidez del suelo mediante encalamiento según los resultados que no presentaron problemas de magnesio, hacen referencia a otros insumos, como la Cal agrícola y la Roca Fosfórica. Ambas enmiendas proporcionan calcio y el último fósforo adicionalmente. La mezcla de estos dos en relación 1:1 es siempre recomendada con dosis de 800 kilogramos por hectárea, y aplica a suelos con contenidos de fósforo mediano y bajo, y la proporción calcio/magnesio es generalmente inferior a dos, así el calcio esté sobre el rango dado por Cenicafé. Lo que diferencia aplicar solo Roca Fosfórica o la mezcla en sí, es el valor del pH, si es menor o igual a 5,0 se utiliza la mezcla, mas si es superior entonces se sujeta a la aplicación de 350 Kg/Ha de la Roca Fosfórica.

Las texturas moderadamente pesadas, generalmente franco arcillosas y franco arenosas acompañaron a los análisis de suelos que solo recomienda Roca Fosfórica, y muy variados los parámetros para los resultados de la mezcla anterior, desde las franco arenosas hasta las arcillosas. Lo que también fue muy variado para las dos sugerencias fue el contenido de materia orgánica.

Algunos casos muy puntuales es el Abono Fosfórico, con una recomendación de dosificación de 0,8 Ton/Ha en dos oportunidades de todas las unidades de muestreo y otra de 0,35 toneladas, pero pide una concentración fija del diez por ciento en fósforo ( $P_2O_5$ ). En los dos primeros casos, todos los parámetros físico-químicos están dentro del rango, o valores mayores, y en el otro caso fue similar, excepto la materia orgánica (3,5%).

#### **4.4.4. Aplicaciones orgánicas.**

Los abonos orgánicos no son frecuentemente recomendados por el Centro Nacional de Investigaciones de Café en los resultados de los análisis de suelos; por el contrario solo se tienen en cuenta cuando la materia orgánica es inferior al seis por ciento, y no para efecto de aportar algún nutriente que según el resultado explícitamente se requiera. No existe una dosificación específica, únicamente la sugerencia de recurrir a la pulpa descompuesta alrededor de la planta, y en cualquier fase en que se encuentre el cultivo.

#### **4.4.5. Otras aplicaciones.**

Las recomendaciones de los análisis de suelos no hacen mención a métodos de fertilización en sistemas de fertirriego, pues el café es un cultivo de manejo tradicional y las áreas cafeteras no presentan adecuación alguna en tecnologías de riego, tampoco hacen mención a aplicaciones foliares de fertilizantes solos o en mezcla con plaguicidas.

## **5. CLASIFICACION AGROLOGICA DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS**

Con base en la descripción realizada a los perfiles en cada serie de suelo de la zona cafetera del municipio de Isnos según la clasificación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1985), se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: permeabilidad, pendiente, profundidad efectiva y grado de erosión, que son necesarios para la clasificación agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. La información de otros factores imperiosos como el pH, contenido de materia orgánica, textura superficial y uso actual de los terrenos, se tomaron de los análisis de las 300 muestras de suelo (2008); por esta razón la clasificación agrológica se hizo por cada consociación o asociación de suelo, derivados de la investigación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

### **5.1. CONSOCIACIÓN SAN AGUSTÍN**

Se agrupa en suelo de tipo I, pues la pendiente se ubica entre el 0 y el 25%, es muy profundo, erosión no aparente, y presenta buena permeabilidad. Además cuenta con un alto contenido promedio de materia orgánica (12,1%) y sus terrenos son medianos a moderadamente pesados. El pH en promedio es de 5,6, actualmente se siembran frutas, hortalizas, caña y café y no presenta limitaciones en su uso.

### **5.2. CONSOCIACIÓN ISNOS**

Sus terrenos corresponden a suelos con imperfecta permeabilidad, la erosión es moderada no mayor del 25%, no son tan profundos sino moderados; aunque la pendiente se ubica entre el 12 y 50%. Los valores promedios de pH, materia orgánica corresponden a 5,3 y 10,5% respectivamente; texturas franco arcillosas y franco arcillo arenosas. Se clasifica esta unidad en la Clase Agrológica III.

### **5.3. ASOCIACIÓN SALADOBLANCO**

Presenta erosión laminar y su drenaje es bueno, la pendiente oscila entre el 20 y el 25%. Se agrupa a suelo tipo II según la clasificación agrológica en la zona media (Typic Dystropept), y suelo tipo III en la zona baja del Ecotopo (Lithic Troorthent). El drenaje interno es rápido y moderado en las zonas media y baja respectivamente, además los suelos de la zona baja son más superficiales. Para toda la unidad, el Valor de pH es 5,3 y materia orgánica de 9% en promedio; mientras las texturas son Franco arcillo arenosas.

### **5.4. ASOCIACIÓN EL MORTIÑO**

Sus suelos muy similares a los de la Unidad Saladoblanco, especialmente a la zona baja, es decir, suelos poco profundos y baja infiltración, ubicándose

igualmente en la clase III, la pendiente promedio es un poco mayor, con el 25% y no presenta problemas de erosión aparente. En tanto que el pH oscila alrededor de 5,1, la materia orgánica cercana al 7,0% y texturas franco arcillosas y franco arcillo arenosas.

### **5.5. UNIDAD MAGDALENA**

Aunque el estudio de la Federación Nacional de Cafeteros (1985) no realizó perfil en esta serie por que corresponde a suelos muy superficiales, se pueden categorizarlos en la clase VII, ya que son muy pendientes y además con alta pedregosidad y erosión. Sin embargo puede ser suelo VI ya que presenta cultivos de café provisionalmente. Sus suelos son moderadamente ácidos, con texturas franco arcillo arenosas según la mayoría de los análisis de suelos, y materia orgánica promedio de 6,6 por ciento.

### **5.6 ASOCIACIÓN SAN AGUSTIN – ISNOS**

En sus suelos las texturas corresponden principalmente a suelos moderadamente livianos, y no tan pesados como en el resto de la zona cafetera, con altos contenidos de materia orgánica, pH alrededor de 5,0. Su uso actual además del cultivo de café y caña, como en la zona en general, se ven pastos y frutas, principalmente lulo. Sus suelos son profundos, pendientes alrededor del 20 y 30% y erosión baja. Esto la agrupa en suelo de la Clase Agrológica II.

### **5.7. ASOCIACIÓN SIBERIA- SAN SIMÓN**

Esta unidad cartográfica presenta pendiente superiores al 20 y 30 por ciento, suelos profundos, erosión en forma laminar-cárcavas y en derrumbes, texturas franco arcillo arenosas, suelos profundos y bien drenados. Según las cifras estadísticas del estudio actual corresponden en promedio a: 6,6 por ciento de materia orgánica, 5,2 de pH. Se utiliza en café y frutas en la actualidad. La asociación Siberia- San Simón se ubica en la Clase Agrológica III.

### **5.8. ASOCIACIÓN SIBERIA- SAN AGUSTÍN**

En materia orgánica corresponde a suelos en promedio de 6,3%, profundos, de pendiente moderada, moderadamente bien drenados, pH alrededor de 5,2, y erosión moderada. La permeabilidad del suelo es buena, posee texturas franco arcillo arenosas primordialmente. Actualmente se utilizan en cultivos de café y pastos. Se agrupan en suelos tipo agrupan en suelos tipo III.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos en condiciones generales se caracterizan por pertenecer a la clasificación taxonómica de entisoles e inceptisoles, presentando altos contenidos de materia orgánica, pH ácidos, texturas Franco arcillosas a Franco arcillo arenosas, deficiencias en fósforo, pero con concentraciones medias a altas de los demás elementos químicos evaluados.
- La variabilidad espacial de las propiedades químicas permitió una mayor idea del comportamiento de los componentes mapeados en la zona de estudio, presentándose valores medios a altos aunque heterogéneos en general, no obstante se apreciaron constantes deficiencias de fósforos en la zona central cafetera.
- Los mayores valores de aluminio en el suelo correlacionaron geográficamente con bajas cantidades de pH, de calcio y de magnesio. Sin embargo, los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos no superaron el 60% en saturación de aluminio, umbral máximo permitido para los cultivos en general.
- La zona alta del municipio de Isnos, es decir, en las dos consociaciones y la asociación San Agustín-Isnos son las más ricas en materia orgánica, mientras que gradualmente estas concentraciones van disminuyendo hacia la zona baja, teniendo los menores valores las áreas vecinas al río Magdalena. Los demás parámetros evaluados en los análisis de suelos no presentaron mayor sectorización para contenidos específicos de los mimos.
- El plan de fertilización basado en los análisis de suelos es muy general, teniendo solo en cuenta los resultados de las propiedades físico-químicas analizadas, además de la edad del cultivo, no incluyendo un diagnóstico particular del mismo, ni factores como el sombrero, densidad, topografía, entre otros. Las recomendaciones no dan prelación en marcas comerciales, tampoco opciones directas en materia de costos de fertilizantes y enmiendas.
- En los planes de fertilización del sector cafetero del municipio de Isnos, el producto más recomendado en las distintas fases del cultivo fue la Urea como fuente de nitrógeno, otros insumos fueron DAP y Superfosfato Triple que aportan Fósforo ( $P_2O_5$ ), y como fuente de potasio ( $K_2O$ ) se sugirió Cloruro de Potasio principalmente; estos productos se recomendaron tanto de forma individual como en mezclas. Fertilizantes compuestos primordialmente sugeridos fueron 17-6-18-2 y 25-4-24.

- Las correctivos de suelos recomendados para la zona cafetera del Ecotopo 214B correspondieron a fuentes de calcio y magnesio esencialmente, con suministros de fósforo a través de la Roca Fosfórica y Abono Fosfórico. Las cales fueron Dolomítica y afines como el Carbonato de Calcio y Carbonato de Magnesio en aplicación individuales.
- El Centro Nacional de Investigaciones de Café, a través de su laboratorio de suelos recomienda en fertilizantes y enmiendas para productos inorgánicos: elementos sintéticos para el primer caso y de origen natural en el segundo. Las aplicaciones orgánicas sugeridas se limitan específicamente a pulpa de café descompuesta.
- La caracterización físico-química connota que los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos, pertenecen principalmente a suelos de tipo II y III en la clasificación agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, donde las condiciones más similares entre todas las unidades de suelo corresponden a la pendiente, el pH, y el grado de erosión superficial.
- La mayor parte de los agricultores no realizan análisis de suelos por el desconocimiento de las metodologías e importancia del muestreo, muestran escepticismo para adoptar recomendaciones en prácticas de fertilización. Se recomienda fortalecer las actividades de capacitación y asistencia para brindar acompañamiento en la toma, análisis e implementación de las recomendación adecuadas con el fin de adoptar y optimizar los planes de fertilización del sector cafetero en el área de estudio.

## LITERATURA CITADA

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento del Huila. Bogotá. 1985, 235 p.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. La fertilización de los cafetales basados en el análisis de suelos, la mejor inversión. Chinchiná, Caldas. Avance Técnico 202, 1994. 8 P.

SADEGHIAN K., S. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná, Caldas. 2008, p.

GONZÁLES O., H.; SALAMANCA J., A. Unidades de suelos representativas de la zona cafetera colombiana. Centro Nacional de investigaciones de Café. Chinchiná, Caldas. 2002, p.

SALINAS T., F. Clasificación agrológica de los suelos con fines agrícolas. Universidad Surcolombiana. Neiva, 2001. p.

CORTES L., A. Taxonomía de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogota. 1976, 468 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC. El suelo: formación, fertilidad y conservación. Aula Virtual Cafetera: Módulos 1 al 8. Bogotá, 2004. 160 p.

CARILLO, F.I.; S. SUAREZ, J.R. SANZ. Como obtener una buena muestra para el análisis de suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café. CENICAFÉ. Avance Técnico 214, Chinchiná, Caldas. 1995, 4 p.

PORTA C., J.; LÓPEZ A., R. M.; ROQUERO L., C. Edafología para la agricultura y el medio ambiente, 2º edición. Editorial Multi-Prensa. España, 1999. p.

ÁLVAREZ O. V. Interpretación de Análisis de suelos y bases para la aplicación de Fertilizantes. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Departamento de Investigación y Programación. Bogotá, 1979. 32 p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA. Suelos y Fertilizantes. Subgerencia de Investigación, División de Agronomía. Boletín Didáctico No. 3º Edición. Bogotá, Marzo 1979. 92 p.

MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A. Fertilización en Cultivos de Clima Cálido. 3º Edición. Bogotá, 1993. 312 p.

GÓMEZ G., L. CABALLERO R., A. y BALDIÓN R., J. V. Ecotopos cafeteros. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: Cenicafé – Agroclimatología, División de Desarrollo Social. Bogotá, 1991. 125 p.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. Fundamentos para la Interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Agua para riego, 3° Edición. Bogotá, 1990. p.

SADEGHIAN K., S; HERNÁNDEZ G., E; GONZÁLEZ O., H; Mezcla de fertilizantes en la finca, una buena opción para el caficultor. Avance Técnico Cenicafé No. 302. Chinchiná, Caldas. 2007, 6p.

Localización del municipio de Isnos, Septiembre de 2009  
([Http://www.isnos-huila.gov.co/](http://www.isnos-huila.gov.co/))

Generalidades de elementos primarios y secundarios, Octubre de 2009  
(<http://www.abocol.com/>)

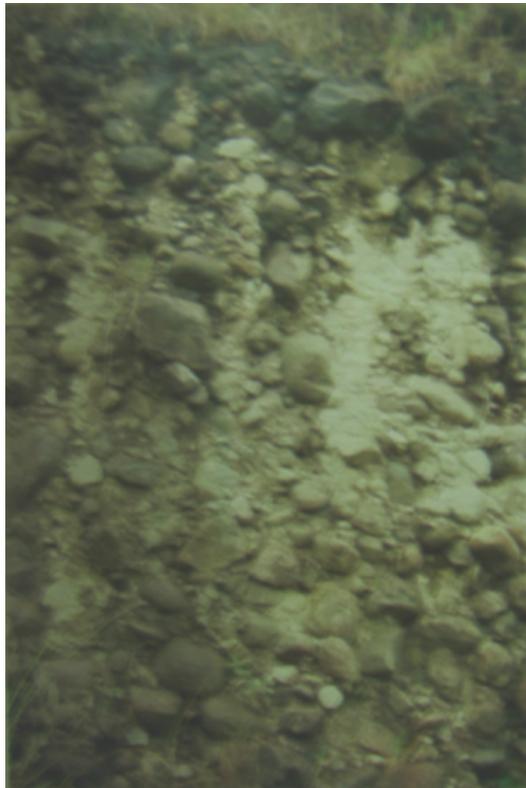
## ANEXOS

**Anexo A.** Deficiencias de fósforo en el cultivo de café, a través del análisis foliar.



**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

**Anexo B.** Unidad Magdalena (conglomerados).



**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1985.

**Anexo C:** Factores sugeridos para ajustar las dosis de las recomendaciones en los análisis de suelos.

<b>NIVEL DE SOMBRA</b>	<b>&lt;5000 plantas/Ha</b>	<b>5000-7500 plantas/Ha</b>	<b>7500-10000 plantas/Ha</b>
inferior al 35%	0,85	0,95	1
35-45%	0,75	0,85	0,95
45-55%	0,5	0,75	0,85
mayor al 55%	Hay poca respuesta a la fertilización		

**Fuente:** Sadeghian, 2008.

**Anexo D:** Etiqueta empleada para la identificación de una muestra de suelo.

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO**



**MULTILAB**  
**Centrocáfe**

No. Lab. \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Análisis solicitado:

Fertilidad

Caracterización  Otro

Propietario \_\_\_\_\_ Depto. \_\_\_\_\_

Finca \_\_\_\_\_ Altura \_\_\_\_\_ metros

Vereda \_\_\_\_\_

Municipio \_\_\_\_\_

Lote \_\_\_\_\_

Cultivo \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ meses

Café: Crec.  Prod.  Zoca

Densidad \_\_\_\_\_ plantas/ha

Última fertilización (fecha, fórmula y dosis)

\_\_\_\_\_

\* DILIGENCIAR ANTES DE LLENAR LA BOLSA

**Anexo E:** Copia de un reporte de análisis de suelos, laboratorio de Cenicafé.

**Anexo F:** Condiciones agroecológicas para algunos cultivos de diversificación en la zona cafetera.

RENGLÓN	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm.)	pH	TEXTURA	PENDIENTE (%)	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm.)
Café	18 - 22	1500 - 3000	5,0 - 5,5	Franco	50 - 75	50
Piña	22 - 25	1500 - 2000	5,0 - 5,5	Franco Arcilloso- Franco Limoso	12	50
Caña de Azúcar	20 - 26	1200 - 1800	6,0 - 7,5	(Variable)	50	50
Plátano Hartón	24 - 28	1500 - 3000	5,5 - 6,5	Franco Arenoso	50	120
Plátano Dominic Hartón	20 - 24	1500 - 3000	5,5 - 6,5	Franco Arenoso – Franco Limoso	50	120
Plátano Dominic	18 - 20	1500 - 3000	5,5 - 6,5	Franco Arenoso – Franco Limoso	50	120
Banano	17 - 28	1500 - 3000	5,5 - 6,5	Franco Limoso	50	100
Yuca	20 - 28	1200 - 1500	5,0 - 7,0	Franco Arenoso	12	70
Cacao	24 - 28	1800 - 3000	5,5 - 7,3	Franco Limoso – Franco Arcilloso	75	100
Hortalizas	17 - 20	1200 - 1500	5,0 - 6,0	Franco	12	40
Fique	16 - 19	1000 - 1200	5,5 - 6,5	Franco - Franco Arcillo - Limoso	50	70
Cítricos	18 - 25	1500 - 2000	5,0 - 6,0	Franco Arenoso – Franco Limoso	50	100
Morera	18 - 22	1500 - 2500	5,0 - 6,0	Franco Arenoso – Franco Limoso	50	100
Tomate	20 - 25	1000 - 1500	6,0 - 7,0	Franco Limoso	25	40

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1985.

# Caracterización de propiedades fisicoquímicas de los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos con el fin de establecer su aptitud de uso y manejo

## Characterization of physicochemical properties of soils in the coffee zone Isnos municipality in order to establish its fitness for use and handling

Álvaro Ladino P <sup>1</sup>.

### Resumen

El municipio de Isnos se localiza al sur del departamento del Huila, siendo el café el segundo renglón agrícola en importancia. La zona potencial cafetera cuenta aproximadamente con 15000 hectáreas, pero solo 2300 hay sembradas en su mayoría tecnificadas y distribuidas en 50 veredas.

En aras de caracterizar las propiedades de los suelos de la zona cafetera en mención, estableciendo su aptitud de uso y manejo, se tomaron como referentes los perfiles de suelo identificados según clasificación anterior de la Federación Nacional de Cafeteros (1985), comprendiendo las unidades cartográficas del Ecotopo Cafetero 214B: San Agustín (Melanudands); Isnos (Basaltos); El Mortiño (Dystropets); Saladoblanco (Toba Volcánica); Magdalena (Lithic Ustorthent), entre otras. Además se analizaron 300 muestras de suelos aleatorias (2008), en el Laboratorio Multilab Agroanalítica de CENICAFE, quien dio las recomendaciones para la fertilización del cultivo. Se utilizaron aerofotografías y los software Autocad, Surfer y Arcgis para la georeferenciación en un mapa base y así crear mapas de variabilidad espacial por cada parámetro evaluado en los análisis de suelos, que junto al análisis estadístico permitieron apreciar el comportamiento físico-químico, demostrándose mayor similitud dentro de los suelos de una misma unidad. El ecotopo corresponde principalmente a entisoles e inceptisoles, con pH ácidos propios para el cultivo de café, alto contenidos de materia orgánica, texturas moderadamente pesadas, deficientes en fósforo, sin mayores problemas en los demás elementos. En dos sectores se presentaron altos valores de aluminio, correlacionándose a bajas concentraciones de calcio, magnesio y pH.

Finalmente la información recopilada, basándose en la clasificación agrológica del IGAC, permitió determinar que las unidades de suelos caracterizadas son aptas para la explotación agrícola, excepto la unidad Magdalena. Principalmente se ubican en las clases II y III, exigiendo prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos. Esta clasificación se plasmó en un mapa a escala 1: 25000.

*Palabras Clave:* unidad cartográfica; zona cafetera; físico-químicas; clasificación agrológica; análisis de suelos; ecotopo; caracterización.

### Summary

Isnos's municipality is located in southern of the Huila province, being the coffee the second agricultural line in importance. Potential zone coffee account approximately on 15000 hectares, but only 2300 has planted mostly tech, distributed in 50 small villages.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrícola. Universidad Surcolombiana Neiva. Avenida Pastrana Carrera 1ª. Ladingeniero@gmail.com.

For the sake to characterize the properties of the soils of the coffee zone in mention, establishing their fitness for use and management, were taken as referring of the profiles of soil identified according to previous classification made by the Federación Nacional de Cafeteros (1985), comprising the cartographic unities of the Coffee Ecotopo 214B: San Agustín (Melanudands); Isnos (Basalts); El Mortiño (Dystropets); Saladoblanco (Volcanic Toba); Magdalena (Lithic Ustorthent), among others. Besides 300 random ground samples were analyzed (2008), in the laboratory Multilab Agroanalitica of CENICAFE, that gave the recommendations for the fertilization of the cultivation. Aerial photographs were used and software Autocad, Surfer and Arcgis for georeferencing in a map base and to create maps of maps of space variability by every parameter evaluated in the analysis of soil, which together with the statistical analysis allowed us to evaluate the behavior physico-chemical, demonstrating greater similarity within the soils of the same unit. The ecotopo mainly corresponds to entisoles and inceptisoles, with acid pH proper for the culture of coffee, high organic matter contents, textures moderately weighed, deficient in phosphorus, without main problems in the other elements. In two sectors presented high values of aluminum, being correlated to low concentrations of calcium, magnesium and pH.

Finally the compiled information, based on the classification agrologic IGAC, allowed to determine that characterized soil units are suitable for farming, except Magdalena unit. Mainly situate into Class II and III, requiring moderate practices of managing and conservation of soils. This classification was formed into a final map scale 1: 25000.

*Keywords:* cartographic unit; coffee zone; physicochemical; agrologic classification; analysis of soils; ecotopo; characterization.

## **1. Introducción**

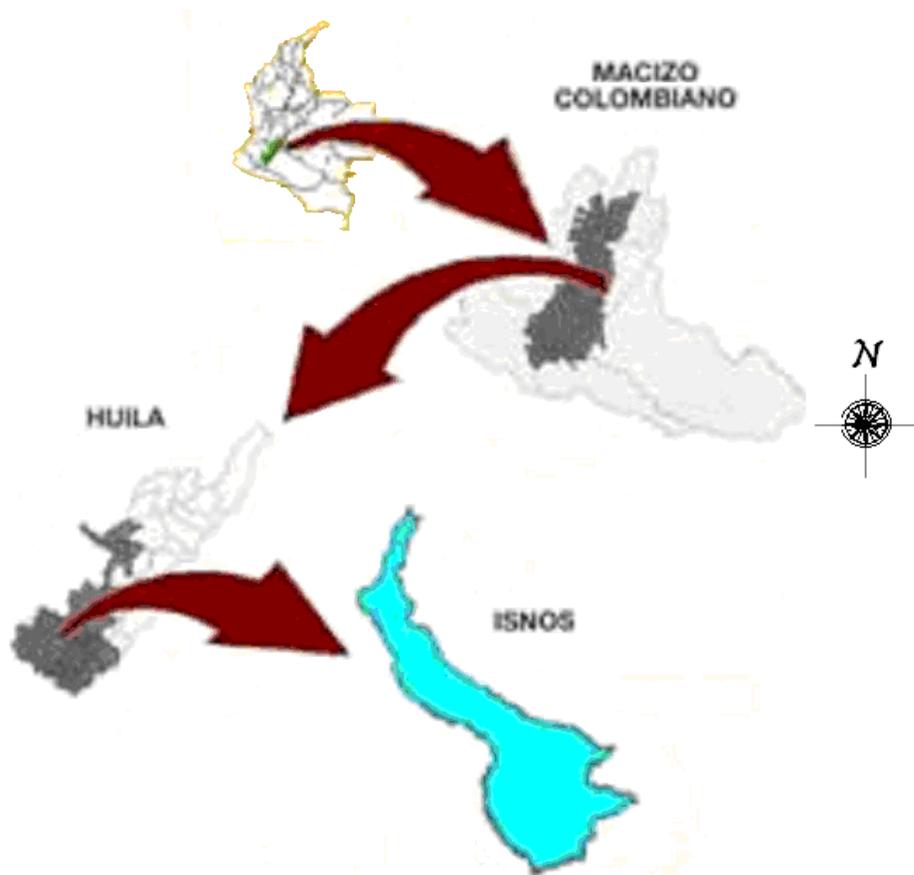
La productividad de los suelos está determinada por sus características físicas y químicas, que integradas con las climáticas determinan su producción con un sistema específico de cultivo, o sea, la “vocación” de los suelos. Tomando en cuenta previas clasificaciones de suelos del país por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT, del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, que utilizaron principalmente variables de vocación agrícola, balances hídricos decadales, áreas agroecológicas y fisiografía, el Centro Nacional de Investigaciones del Café CENICAFE, subdividió la zona cafetera colombiana en 86 ecotopos cafeteros según el sistema geográfico, variables climáticas, variables del suelo y cartografía (Gómez et al., 1991). El ecotopo del municipio de Isnos es el 214B (FNC, 1985).

Se identificaron para este estudio algunas condiciones físico-químicas de los suelos de la región cafetera del municipio de Isnos en 300 análisis de suelos con el ánimo de caracterizar potenciales sistemas de diversificación agrícola por clases agrológicas y series de suelos, mediante mapas de variabilidad espacial y el análisis estadístico. Los parámetros evaluados en el muestreo fueron: Textura, pH, Materia Orgánica, Fósforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Aluminio y porcentaje de Saturación de Aluminio, lo que además sirvió para ajustarse al plan de fertilización de Cenicafe que hizo las recomendaciones para las siembras establecidas.

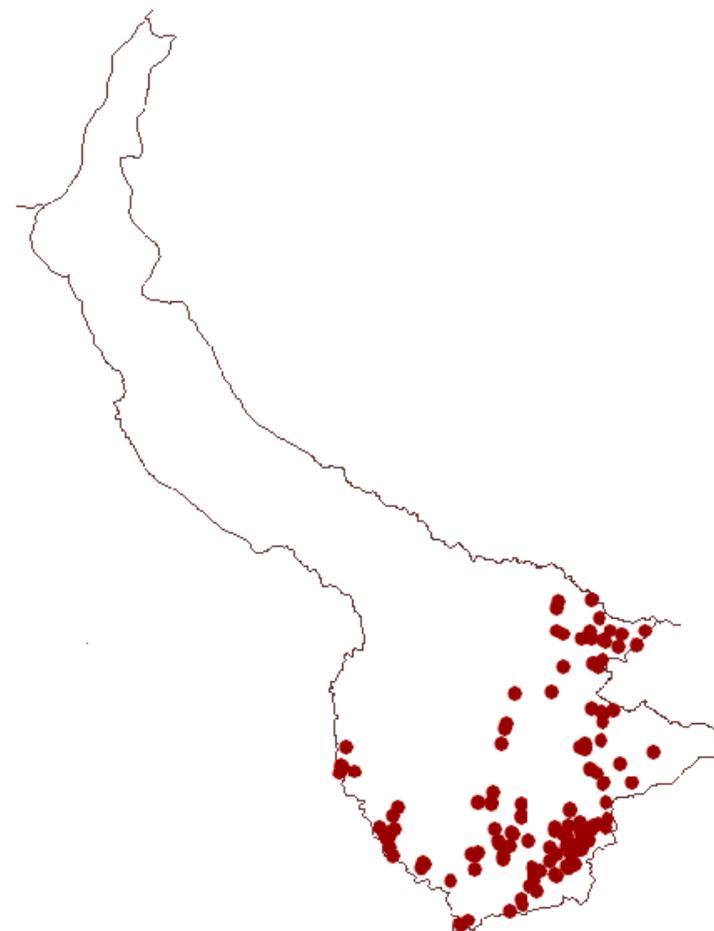
Las clases agrológicas son ocho, algunas con arreglo a sus posibilidades mediante el uso y manejo que mejor se adapte, la clase VIII se recomienda solo para uso recreativo (Salinas, 2001). Los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos principalmente corresponden a las Clases II y III.

## **2. Metodología**

**2.1. Localización:** El municipio de Isnos está ubicado en el Macizo Colombiano al sur del departamento del Huila (mapa 1). El casco urbano se ubica a 1700 msnm., central al área rural cafetera. El mapa 2 refleja los sitios muestreados y georeferenciados; éste al igual que los siguientes están a una escala aproximada de 1: 350000.



**Mapa 1.** Localización del municipio de Isnos.  
**Fuente:** [www.isnos-huila.gov.co](http://www.isnos-huila.gov.co)



**Mapa 2.** Mapa base con los sitios muestreados.  
**Fuente:** Ladino, 2010

**2.2. Métodos de extensión:** Para trabajar en el objetivo de lograr las metas propuestas por el Comité Departamental de Cafeteros se llegó al agricultor mediante acompañamiento del servicio de extensión rural, realizando actividades como reuniones de capacitación, demostraciones de método y visitas a fincas, promoviendo así la práctica de realizar análisis de suelos, indicándose entre los caficultores las instrucciones según Carrillo et al., 1995.

**2.3. Georeferenciación sobre las aerofotografías:** las fotografías utilizadas fueron del IGAC, a escala 1: 10000 y 1: 25000, y adquiridas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. El área encargada del SICA entregaba las coordenadas luego de la georeferenciación enviada. Por último se digitalizaron en el programa Arcgis.

**2.4. Recepción y envío de las muestras de suelo al laboratorio:** cada viernes se recibían las muestras de suelos en la oficina del comité municipal de Isnos; mes y medio después se entregaron los resultados.

**2.5. Agrupación y correlación de la información:** se realizaron los análisis estadísticos respectivos por las unidades de suelos y se identificó el Plan de fertilización de Cenicafé.

**2.6. Clasificación agrológica según el IGAC:** se estimó el uso y manejo de los suelos para finalmente clasificarlos.

### 3. Resultados

**3.1. Métodos de extensión:** Se obtuvieron 300 muestras de suelos, una por cada ocho productores, como se aprecia en la tabla 1. Las veredas participantes representan más del 98 % de la caficultura del municipio de Isnos.

**Tabla 1.** Características del muestreo en relación al estado de la caficultura.

PANORAMA CAFETERO	VEREDAS	PREDIOS	CAFICULTORES	ÁREA EN CAFÉ (Has.)
Municipio de Isnos	50	2521	1991	2330.13
Zona muestreada	42	254	244	250 aprox.

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Ladino, 2008

**3.2. Análisis estadístico:** corresponde un muestreo completamente al azar, reflejando que el comportamiento es ligeramente más homogéneo dentro de una misma unidad de suelo. Se incluye el promedio de los valores, desviación estándar y coeficiente de variación (tablas 2 y 3). Los datos menos confiables fueron fósforo y aluminio, en tanto que el pH es el más confiable. En el documento completo se encuentran las estadísticas de cada unidad.

**Tabla 2.** Evaluación estadística del Ecotopo 214 B.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,3	8,7	13,9	0,4	4,6	1,8	0,5	12,1	2,7	6,3	15,8
<b>Desv. Estándar</b>	0,42	4,4	23,8	0,2	2,9	1,3	0,8	18,9	1,2	5,5	12,9
<b>Coefic. Variac.</b>	0,08	0,5	1,72	0,63	0,64	0,73	1,39	1,56	0,43	0,88	0,81

**Fuente:** Ladino, 2010

**Total:** 300 muestras.

**Tabla 3.** Evaluación estadística de la unidad San Agustín-Isnos.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,0	11,4	6,8	0,4	2,6	1,1	1,2	31,0	2,6	3,2	8,3
<b>Desv. Estándar</b>	0,4	4,3	9,6	0,3	2,6	1,4	0,8	21,8	1,0	2,1	5,7
<b>Coefic. Variac.</b>	0,07	0,38	1,41	0,71	0,97	1,24	0,67	0,70	0,40	0,66	0,69

**Fuente:** Ladino, 2010

**Total:** 34 muestras.

En razón a que la metodología para determinar la textura, fue al tacto, su análisis estadístico basa en la cantidad de repeticiones de cada clase textural por serie cartográfica, como se encuentra a continuación (tabla 4):

**Tabla 4.** Distribución de las texturas por unidades de suelo.

TEXTURA	SA	IS	SB	MO	MG	SA-IS	SI-SS	SI-SA	ECOTOPO
FArA	13	20	42	18	13	7	25	12	150
FAr	2	14	15	7	4	9	14	3	68
FA	4	12	10	0	0	13	0	0	39
Ar	3	12	2	2	2	3	1	2	27
F	2	8	1	0	0	2	1	1	15
ArA	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>66</b>	<b>71</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>18</b>	<b>300</b>

Fuente: Ladino, 2010

**SA:** Unidad San Agustín  
**IS:** Unidad Isnos  
**SB:** Unidad Saladoblanco  
**MO:** Unidad El Mortiño

**MG:** Unidad Magdalena  
**SA-IS:** Unidad San Agustín-Isnos  
**SA-IS:** Unidad San Agustín-San Simón  
**SI-SA:** Unidad Siberia-San Agustín

**3.3. Plan de fertilización de Cenicafé:** Las recomendaciones vienen dadas para plantaciones con poco sombrero y altas densidades, donde los ajustes los hace el técnico a las dosis (Sadeghian, 2008). De las muestras analizadas, se identificaron 41 sugerencias para las diferentes etapas del cultivo (crecimiento vegetativo o en producción); principalmente obedecieron a fertilizantes sintéticos y enmiendas de origen natural. Existen algunas restricciones de acuerdo a las concentraciones de los parámetros evaluados, generalmente materia orgánica y bases intercambiables.

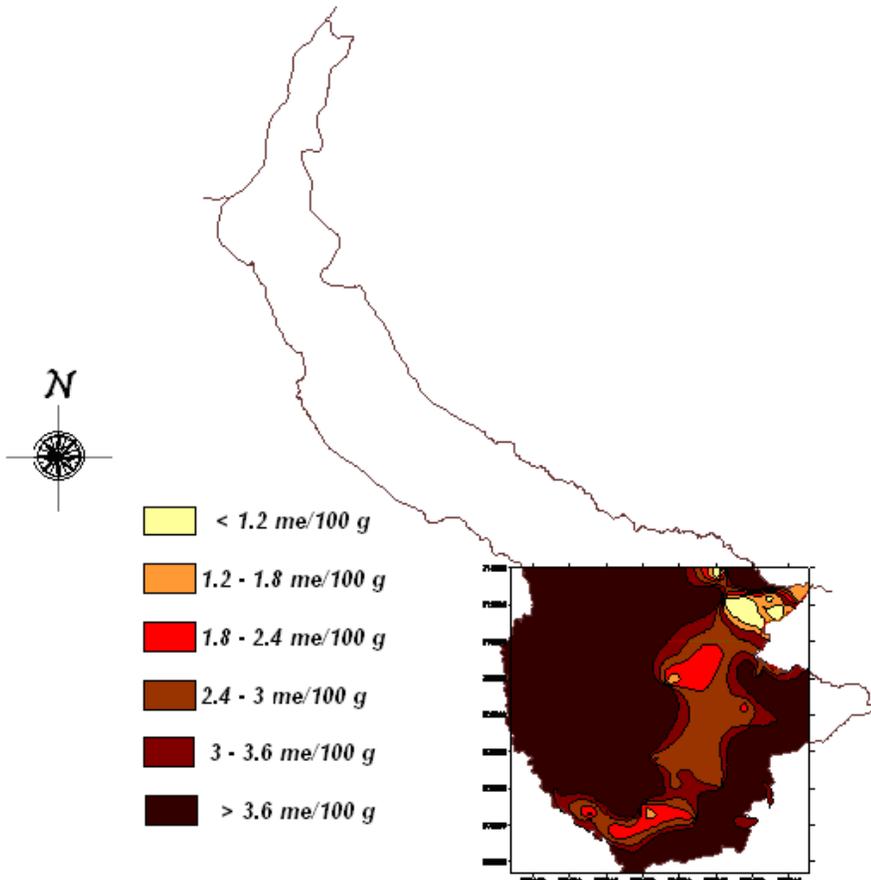
En seguida, en la tabla 5, se aprecia las recomendaciones para la fase vegetativa del café. El trabajo completo describe el plan de fertilización por tiempos de aplicación, dosis y restricciones, bien sea para fertilización o enclamiento (enmiendas) de forma simple o compuesta, con su grado de fertilizante (Cenicafé, 1994). La fertilización es limitada en cuanto a aplicaciones orgánicas; no se hace mención a fertilización foliar, ni fertirriego.

**Tabla 5.** Recomendaciones durante el crecimiento vegetativo en siembra para el cultivo de café en gr./planta.

Labor	Insumo(s) y Fórmula	Mes								Restricción
		0	2	6	10	11	14	18	20	
Fertilizar	Úrea (46% N)		15/20	20/25			30/35			M.O>8%
	Úrea : DAP (3:2) (35% N, 18% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )				25/30			35/40		M.O<8.0%
Encalar	Cal Dolomita (30% Ca <sub>2</sub> O, 15 % MgO)	100				100			200	Ca<2,4me/100g Mg<0,8me/100g
	Roca Fosfórica (22 a 30 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 40% Ca)	40				40			80	Ca<2,4 me/100g P<14ppm

Fuente: Sadeghian, 2008

**3.4. Variabilidad espacial e interpretación:** Se realizaron mapas que describen el comportamiento geográfico para cada parámetro evaluado en los análisis de suelos, de acuerdo a los sitios georeferenciados. También se hicieron mapas de variabilidad espacial para las relaciones catiónicas Ca/Mg, Ca/K y Ca/K. Dos de estos mapas, junto a su respectiva interpretación (tablas 6 y 7) se encuentran a continuación:

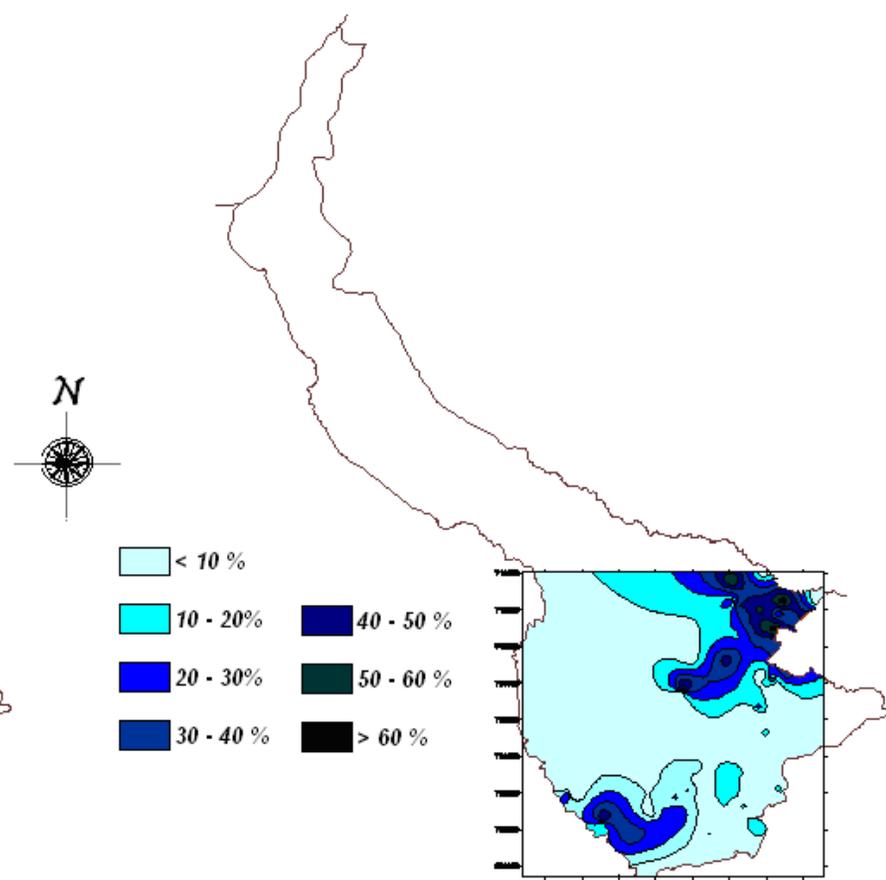


**Mapa 3.** Variabilidad espacial del calcio  
**Fuente:** Ladino, 2010

**Tabla 6.** Interpretación del calcio en el suelo

BAJO	MEDIO	ALTO	UNIDAD
< 3	3 a 6	> 6	meq/100 g.

**Fuente:** Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo



**Mapa 4.** Variabilidad espacial de la saturación de aluminio  
**Fuente:** Ladino, 2010

**Tabla 7.** Interpretación de la saturación de aluminio en el suelo

MUY BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO	UNIDAD
< 15	15 a 30	30 a 60	> 60	%

**Fuente:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi

El calcio se presenta en niveles medios a altos en la zona de estudio, la gran mayoría por encima de los 3,6 me/100 g (mapa 3), llegando incluso a valores sobre los 6,0; sin embargo en una franja continua y extendida se reduce la cantidad de este elemento en el suelo.

Los valores mínimos de saturación de aluminio ocurren en las unidades San Agustín y Saladoblanco, mientras los sitios críticos se correlacionan a deficiencias de calcio, magnesio y pH bajos. En general no se presentan problemas, pero se sugiere aplicar enmiendas según el plan de fertilización. El café es uno de los cultivos más tolerantes a este elemento.

**3.5. Clasificación agrológica de las unidades cartográficas:** se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: permeabilidad, pendiente, profundidad efectiva y grado de erosión, los cuales fueron tomados de la descripción de los perfiles de suelo de la zona cafetera de Isnos según clasificación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1985), La información de otros factores imperiosos como el pH, contenido de materia orgánica, textura superficial y uso actual de los terrenos, se tomaron de los análisis de las 300 muestras de suelo (2008).

Ajustándose a las particularidades de las clases agrológicas según Salinas (2001), en la zona de estudio conciernen a clases I, y primordialmente II, III. La mayoría aptas para uso agrícola. La unidad Magdalena se ubica entre clase VI y VII, mientras en la unidad Saladoblanco, por tener dos perfiles, varía entre clasificación II y III de acuerdo a las ubicaciones de estos.

#### **4. Conclusiones**

Los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos en condiciones generales se caracterizan por pertenecer a la clasificación taxonómica de entisoles e inceptisoles, presentando altos contenidos de materia orgánica, pH ácidos, texturas Franco arcillosas a Franco arcillo arenosas, deficiencias en fósforo, pero con concentraciones medias a altas de los demás elementos químicos evaluados.

La variabilidad espacial de las propiedades químicas permitió una mayor idea del comportamiento de los componentes mapeados en la zona de estudio, presentándose valores medios a altos aunque en general son heterogéneos.

Los mayores valores de aluminio en el suelo correlacionaron geográficamente con bajas cantidades de pH, de calcio y de magnesio. Sin embargo, los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos no superaron el 60% en saturación de aluminio, umbral máximo permitido para los cultivos en general.

El plan de fertilización basado en los análisis de suelos es muy general, teniendo solo en cuenta los resultados de las propiedades físico-químicas analizadas, además de la edad del cultivo, no incluyendo un diagnóstico particular del mismo, ni factores como el sombrero, densidad, topografía, entre otros. Las recomendaciones no dan prelación en marcas comerciales, tampoco opciones directas en materia de costos de fertilizantes y enmiendas.

Las correctivos de suelos recomendados para la zona cafetera del Ecotopo 214B correspondieron a fuentes de calcio y magnesio esencialmente, con suministros de fósforo tal como la Roca Fosfórica. Las cales fueron Dolomítica y afines en aplicación individuales.

El Centro Nacional de Investigaciones de Café, a través de su laboratorio de suelos recomienda en fertilizantes y enmiendas para productos inorgánicos: elementos sintéticos para el primer caso y de origen natural en el segundo.

La caracterización físico-química connota que las unidades de suelo de la zona de estudio, pertenecen principalmente a suelos de tipo II y III en la clasificación agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Se deben realizar prácticas de manejo y conservación de suelos.

## 5. Literatura citada

- ALCALDÍA DE ISNOS. Localización del Municipio de Isnos. Consultado el 12 de Septiembre de 2009. ([Http:// www .isnos -huila.gov.co/](http://www.isnos-huila.gov.co/)).
- CARILLO, F.I.; S. SUAREZ, J.R. SANZ, 1995. Como Obtener una Buena Muestra para el Análisis de Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café. CENICAFÉ. Avance Técnico 214, Chinchiná, Caldas. 4 p.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, 1994. La Fertilización de los Cafetales Basados en el Análisis de Suelos, la Mejor Inversión. Chinchiná, Caldas. Avance Técnico 202. 8 P.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC, 1985. Estudio de Zonificación y uso Potencial del Suelo en la Zona Cafetera del Departamento del Huila. Bogotá. 235 p.
- GÓMEZ G., L. CABALLERO R., A. y BALDIÓN R., J. V., 1991. Ecotopos Cafeteros. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: Cenicafé – Agroclimatología, División de Desarrollo Social. Bogotá. 125 p.
- SADEGHIAN K., S., 2008. Fertilidad del Suelo y Nutrición del Café en Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná, Caldas. p.
- SALINAS T., F., 2001. Clasificación Agrológica de los Suelos con Fines Agrícolas. Universidad Surcolombiana. Neiva. p.
- SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, 1990. Fundamentos para la Interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Agua para Riego, 3° Edición. Bogotá. p.

# Caracterización de propiedades fisicoquímicas de los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos con el fin de establecer su aptitud de uso y manejo

## Characterization of physicochemical properties of soils in the coffee zone Isnos municipality in order to establish its fitness for use and handling

Álvaro Ladino P <sup>1</sup>.

### Resumen

El municipio de Isnos se localiza al sur del departamento del Huila, siendo el café el segundo renglón agrícola en importancia. La zona potencial cafetera cuenta aproximadamente con 15000 hectáreas, pero solo 2300 hay sembradas en su mayoría tecnificadas y distribuidas en 50 veredas.

En aras de caracterizar las propiedades de los suelos de la zona cafetera en mención, estableciendo su aptitud de uso y manejo, se tomaron como referentes los perfiles de suelo identificados según clasificación anterior de la Federación Nacional de Cafeteros (1985), comprendiendo las unidades cartográficas del Ecotopo Cafetero 214B: San Agustín (Melanudands); Isnos (Basaltos); El Mortiño (Dystropets); Saladoblanco (Toba Volcánica); Magdalena (Lithic Ustorthent), entre otras. Además se analizaron 300 muestras de suelos aleatorias (2008), en el Laboratorio Multilab Agroanalítica de CENICAFE, quien dio las recomendaciones para la fertilización del cultivo. Se utilizaron aerofotografías y los software Autocad, Surfer y Arcgis para la georeferenciación en un mapa base y así crear mapas de variabilidad espacial por cada parámetro evaluado en los análisis de suelos, que junto al análisis estadístico permitieron apreciar el comportamiento físico-químico, demostrándose mayor similitud dentro de los suelos de una misma unidad. El ecotopo corresponde principalmente a entisoles e inceptisoles, con pH ácidos propios para el cultivo de café, alto contenidos de materia orgánica, texturas moderadamente pesadas, deficientes en fósforo, sin mayores problemas en los demás elementos. En dos sectores se presentaron altos valores de aluminio, correlacionándose a bajas concentraciones de calcio, magnesio y pH.

Finalmente la información recopilada, basándose en la clasificación agrológica del IGAC, permitió determinar que las unidades de suelos caracterizadas son aptas para la explotación agrícola, excepto la unidad Magdalena. Principalmente se ubican en las clases II y III, exigiendo prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos. Esta clasificación se plasmó en un mapa a escala 1: 25000.

*Palabras Clave:* unidad cartográfica; zona cafetera; físico-químicas; clasificación agrológica; análisis de suelos; ecotopo; caracterización.

### Summary

Isnos's municipality is located in southern of the Huila province, being the coffee the second agricultural line in importance. Potential zone coffee account approximately on 15000 hectares, but only 2300 has planted mostly tech, distributed in 50 small villages.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrícola. Universidad Surcolombiana Neiva. Avenida Pastrana Carrera 1ª. Ladingeniero@gmail.com.

For the sake to characterize the properties of the soils of the coffee zone in mention, establishing their fitness for use and management, were taken as referring of the profiles of soil identified according to previous classification made by the Federación Nacional de Cafeteros (1985), comprising the cartographic unities of the Coffee Ecotopo 214B: San Agustín (Melanudands); Isnos (Basalts); El Mortiño (Dystropets); Saladoblanco (Volcanic Toba); Magdalena (Lithic Ustorthent), among others. Besides 300 random ground samples were analyzed (2008), in the laboratory Multilab Agroanalítica of CENICAFE, that gave the recommendations for the fertilization of the cultivation. Aerial photographs were used and software Autocad, Surfer and Arcgis for georeferencing in a map base and to create maps of maps of space variability by every parameter evaluated in the analysis of soil, which together with the statistical analysis allowed us to evaluate the behavior physico-chemical, demonstrating greater similarity within the soils of the same unit. The ecotopo mainly corresponds to entisoles and inceptisoles, with acid pH proper for the culture of coffee, high organic matter contents, textures moderately weighed, deficient in phosphorus, without main problems in the other elements. In two sectors presented high values of aluminum, being correlated to low concentrations of calcium, magnesium and pH.

Finally the compiled information, based on the classification agrologic IGAC, allowed to determine that characterized soil units are suitable for farming, except Magdalena unit. Mainly situate into Class II and III, requiring moderate practices of managing and conservation of soils. This classification was formed into a final map scale 1: 25000.

*Keywords:* cartographic unit; coffee zone; physicochemical; agrologic classification; analysis of soils; ecotopo; characterization.

## **1. Introducción**

La productividad de los suelos está determinada por sus características físicas y químicas, que integradas con las climáticas determinan su producción con un sistema específico de cultivo, o sea, la “vocación” de los suelos. Tomando en cuenta previas clasificaciones de suelos del país por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT, del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, que utilizaron principalmente variables de vocación agrícola, balances hídricos decadales, áreas agroecológicas y fisiografía, el Centro Nacional de Investigaciones del Café CENICAFE, subdividió la zona cafetera colombiana en 86 ecotopos cafeteros según el sistema geográfico, variables climáticas, variables del suelo y cartografía (Gómez et al., 1991). El ecotopo del municipio de Isnos es el 214B (FNC, 1985).

Se identificaron para este estudio algunas condiciones físico-químicas de los suelos de la región cafetera del municipio de Isnos en 300 análisis de suelos con el ánimo de caracterizar potenciales sistemas de diversificación agrícola por clases agrológicas y series de suelos, mediante mapas de variabilidad espacial y el análisis estadístico. Los parámetros evaluados en el muestreo fueron: Textura, pH, Materia Orgánica, Fósforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Aluminio y porcentaje de Saturación de Aluminio, lo que además sirvió para ajustarse al plan de fertilización de Cenicafe que hizo las recomendaciones para las siembras establecidas.

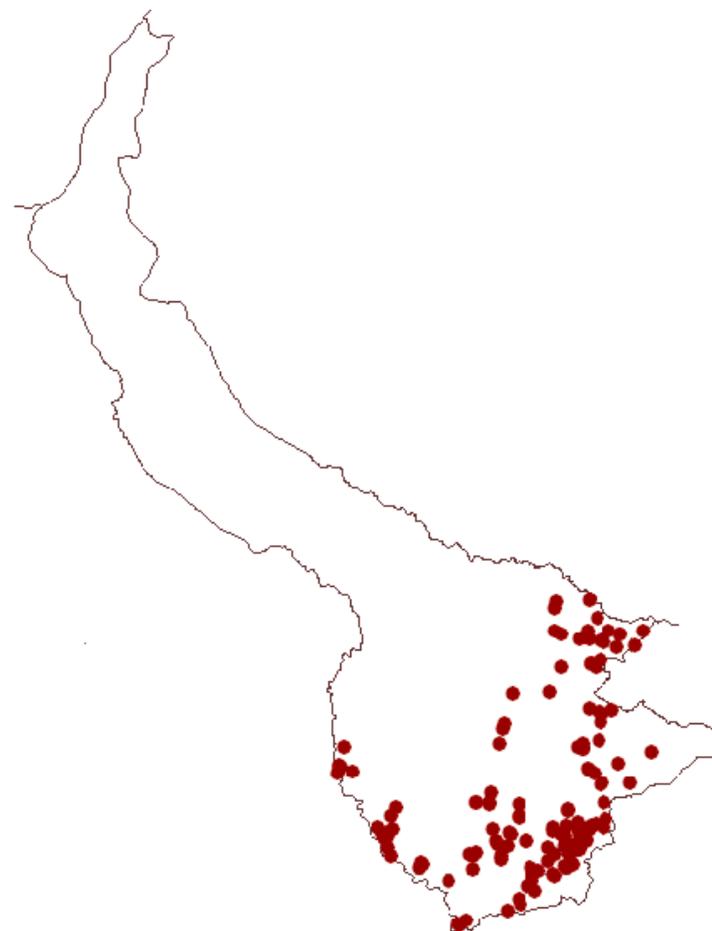
Las clases agrológicas son ocho, algunas con arreglo a sus posibilidades mediante el uso y manejo que mejor se adapte, la clase VIII se recomienda solo para uso recreativo (Salinas, 2001). Los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos principalmente corresponden a las Clases II y III.

## **2. Metodología**

**2.1. Localización:** El municipio de Isnos está ubicado en el Macizo Colombiano al sur del departamento del Huila (mapa 1). El casco urbano se ubica a 1700 msnm., central al área rural cafetera. El mapa 2 refleja los sitios muestreados y georeferenciados; éste al igual que los siguientes están a una escala aproximada de 1: 350000.



**Mapa 1.** Localización del municipio de Isnos.  
**Fuente:** [www.isnos-huila.gov.co](http://www.isnos-huila.gov.co)



**Mapa 2.** Mapa base con los sitios muestreados.  
**Fuente:** Ladino, 2010

**2.2. Métodos de extensión:** Para trabajar en el objetivo de lograr las metas propuestas por el Comité Departamental de Cafeteros se llegó al agricultor mediante acompañamiento del servicio de extensión rural, realizando actividades como reuniones de capacitación, demostraciones de método y visitas a fincas, promoviendo así la práctica de realizar análisis de suelos, indicándose entre los caficultores las instrucciones según Carrillo et al., 1995.

**2.3. Georeferenciación sobre las aerofotografías:** las fotografías utilizadas fueron del IGAC, a escala 1: 10000 y 1: 25000, y adquiridas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. El área encargada del SICA entregaba las coordenadas luego de la georeferenciación enviada. Por último se digitalizaron en el programa Arcgis.

**2.4. Recepción y envío de las muestras de suelo al laboratorio:** cada viernes se recibían las muestras de suelos en la oficina del comité municipal de Isnos; mes y medio después se entregaron los resultados.

**2.5. Agrupación y correlación de la información:** se realizaron los análisis estadísticos respectivos por las unidades de suelos y se identificó el Plan de fertilización de Cenicafé.

**2.6. Clasificación agrológica según el IGAC:** se estimó el uso y manejo de los suelos para finalmente clasificarlos.

### 3. Resultados

**3.1. Métodos de extensión:** Se obtuvieron 300 muestras de suelos, una por cada ocho productores, como se aprecia en la tabla 1. Las veredas participantes representan más del 98 % de la caficultura del municipio de Isnos.

**Tabla 1.** Características del muestreo en relación al estado de la caficultura.

PANORAMA CAFETERO	VEREDAS	PREDIOS	CAFICULTORES	ÁREA EN CAFÉ (Has.)
Municipio de Isnos	50	2521	1991	2330.13
Zona muestreada	42	254	244	250 aprox.

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Ladino, 2008

**3.2. Análisis estadístico:** corresponde un muestreo completamente al azar, reflejando que el comportamiento es ligeramente más homogéneo dentro de una misma unidad de suelo. Se incluye el promedio de los valores, desviación estándar y coeficiente de variación (tablas 2 y 3). Los datos menos confiables fueron fósforo y aluminio, en tanto que el pH es el más confiable. En el documento completo se encuentran las estadísticas de cada unidad.

**Tabla 2.** Evaluación estadística del Ecotopo 214 B.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,3	8,7	13,9	0,4	4,6	1,8	0,5	12,1	2,7	6,3	15,8
<b>Desv. Estándar</b>	0,42	4,4	23,8	0,2	2,9	1,3	0,8	18,9	1,2	5,5	12,9
<b>Coefic. Variac.</b>	0,08	0,5	1,72	0,63	0,64	0,73	1,39	1,56	0,43	0,88	0,81

**Fuente:** Ladino, 2010

**Total:** 300 muestras.

**Tabla 3.** Evaluación estadística de la unidad San Agustín-Isnos.

PARÀMETROS	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Sat. Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k
<b>Promedio</b>	5,0	11,4	6,8	0,4	2,6	1,1	1,2	31,0	2,6	3,2	8,3
<b>Desv. Estándar</b>	0,4	4,3	9,6	0,3	2,6	1,4	0,8	21,8	1,0	2,1	5,7
<b>Coefic. Variac.</b>	0,07	0,38	1,41	0,71	0,97	1,24	0,67	0,70	0,40	0,66	0,69

**Fuente:** Ladino, 2010

**Total:** 34 muestras.

En razón a que la metodología para determinar la textura, fue al tacto, su análisis estadístico basa en la cantidad de repeticiones de cada clase textural por serie cartográfica, como se encuentra a continuación (tabla 4):

**Tabla 4.** Distribución de las texturas por unidades de suelo.

TEXTURA	SA	IS	SB	MO	MG	SA-IS	SI-SS	SI-SA	ECOTOPO
FArA	13	20	42	18	13	7	25	12	150
FAr	2	14	15	7	4	9	14	3	68
FA	4	12	10	0	0	13	0	0	39
Ar	3	12	2	2	2	3	1	2	27
F	2	8	1	0	0	2	1	1	15
ArA	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>66</b>	<b>71</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>18</b>	<b>300</b>

Fuente: Ladino, 2010

**SA:** Unidad San Agustín  
**IS:** Unidad Isnos  
**SB:** Unidad Saladoblanco  
**MO:** Unidad El Mortiño

**MG:** Unidad Magdalena  
**SA-IS:** Unidad San Agustín-Isnos  
**SA-IS:** Unidad San Agustín-San Simón  
**SI-SA:** Unidad Siberia-San Agustín

**3.3. Plan de fertilización de Cenicafé:** Las recomendaciones vienen dadas para plantaciones con poco sombrero y altas densidades, donde los ajustes los hace el técnico a las dosis (Sadeghian, 2008). De las muestras analizadas, se identificaron 41 sugerencias para las diferentes etapas del cultivo (crecimiento vegetativo o en producción); principalmente obedecieron a fertilizantes sintéticos y enmiendas de origen natural. Existen algunas restricciones de acuerdo a las concentraciones de los parámetros evaluados, generalmente materia orgánica y bases intercambiables.

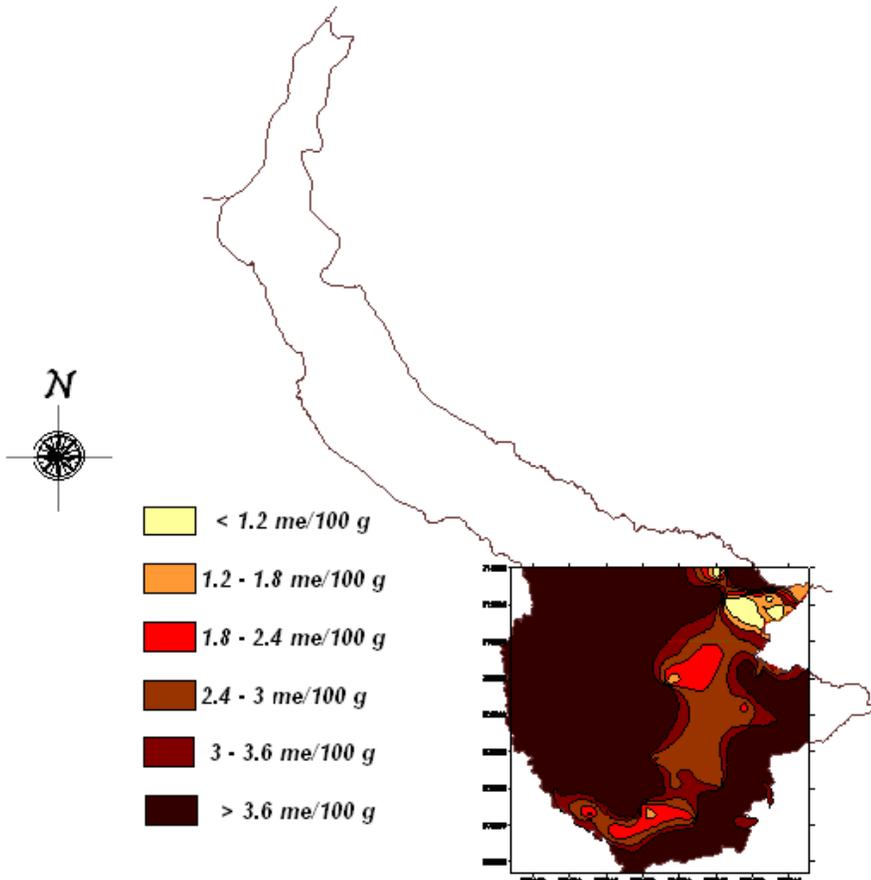
En seguida, en la tabla 5, se aprecia las recomendaciones para la fase vegetativa del café. El trabajo completo describe el plan de fertilización por tiempos de aplicación, dosis y restricciones, bien sea para fertilización o enclamiento (enmiendas) de forma simple o compuesta, con su grado de fertilizante (Cenicafé, 1994). La fertilización es limitada en cuanto a aplicaciones orgánicas; no se hace mención a fertilización foliar, ni fertirriego.

**Tabla 5.** Recomendaciones durante el crecimiento vegetativo en siembra para el cultivo de café en gr./planta.

Labor	Insumo(s) y Fórmula	Mes								Restricción
		0	2	6	10	11	14	18	20	
Fertilizar	Úrea (46% N)		15/20	20/25			30/35			M.O>8%
	Úrea : DAP (3:2) (35% N, 18% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )				25/30			35/40		M.O<8.0%
Encalar	Cal Dolomita (30% Ca <sub>2</sub> O, 15 % MgO)	100				100			200	Ca<2,4me/100g Mg<0,8me/100g
	Roca Fosfórica (22 a 30 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 40% Ca)	40				40			80	Ca<2,4 me/100g P<14ppm

Fuente: Sadeghian, 2008

**3.4. Variabilidad espacial e interpretación:** Se realizaron mapas que describen el comportamiento geográfico para cada parámetro evaluado en los análisis de suelos, de acuerdo a los sitios georeferenciados. También se hicieron mapas de variabilidad espacial para las relaciones catiónicas Ca/Mg, Ca/K y Ca/K. Dos de estos mapas, junto a su respectiva interpretación (tablas 6 y 7) se encuentran a continuación:

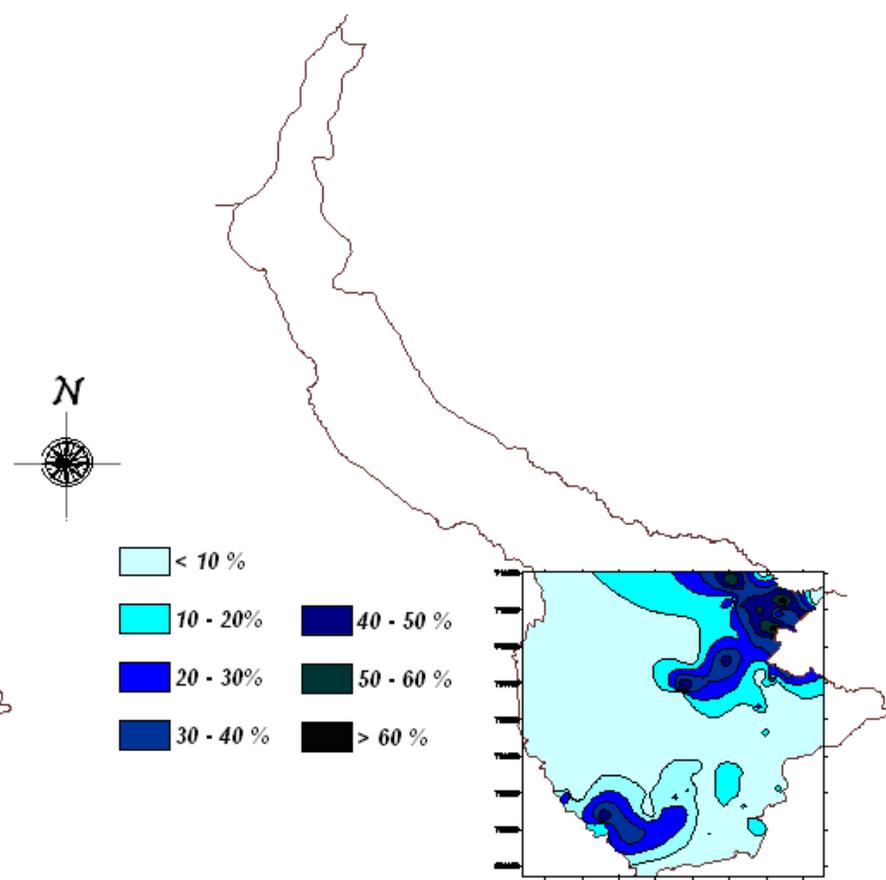


**Mapa 3.** Variabilidad espacial del calcio  
**Fuente:** Ladino, 2010

**Tabla 6.** Interpretación del calcio en el suelo

BAJO	MEDIO	ALTO	UNIDAD
< 3	3 a 6	> 6	meq/100 g.

**Fuente:** Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo



**Mapa 4.** Variabilidad espacial de la saturación de aluminio  
**Fuente:** Ladino, 2010

**Tabla 7.** Interpretación de la saturación de aluminio en el suelo

MUY BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO	UNIDAD
< 15	15 a 30	30 a 60	> 60	%

**Fuente:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi

El calcio se presenta en niveles medios a altos en la zona de estudio, la gran mayoría por encima de los 3,6 me/100 g (mapa 3), llegando incluso a valores sobre los 6,0; sin embargo en una franja continua y extendida se reduce la cantidad de este elemento en el suelo.

Los valores mínimos de saturación de aluminio ocurren en las unidades San Agustín y Saladoblanco, mientras los sitios críticos se correlacionan a deficiencias de calcio, magnesio y pH bajos. En general no se presentan problemas, pero se sugiere aplicar enmiendas según el plan de fertilización. El café es uno de los cultivos más tolerantes a este elemento.

**3.5. Clasificación agrológica de las unidades cartográficas:** se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: permeabilidad, pendiente, profundidad efectiva y grado de erosión, los cuales fueron tomados de la descripción de los perfiles de suelo de la zona cafetera de Isnos según clasificación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1985), La información de otros factores imperiosos como el pH, contenido de materia orgánica, textura superficial y uso actual de los terrenos, se tomaron de los análisis de las 300 muestras de suelo (2008).

Ajustándose a las particularidades de las clases agrológicas según Salinas (2001), en la zona de estudio conciernen a clases I, y primordialmente II, III. La mayoría aptas para uso agrícola. La unidad Magdalena se ubica entre clase VI y VII, mientras en la unidad Saladoblanco, por tener dos perfiles, varía entre clasificación II y III de acuerdo a las ubicaciones de estos.

#### **4. Conclusiones**

Los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos en condiciones generales se caracterizan por pertenecer a la clasificación taxonómica de entisoles e inceptisoles, presentando altos contenidos de materia orgánica, pH ácidos, texturas Franco arcillosas a Franco arcillo arenosas, deficiencias en fósforo, pero con concentraciones medias a altas de los demás elementos químicos evaluados.

La variabilidad espacial de las propiedades químicas permitió una mayor idea del comportamiento de los componentes mapeados en la zona de estudio, presentándose valores medios a altos aunque en general son heterogéneos.

Los mayores valores de aluminio en el suelo correlacionaron geográficamente con bajas cantidades de pH, de calcio y de magnesio. Sin embargo, los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos no superaron el 60% en saturación de aluminio, umbral máximo permitido para los cultivos en general.

El plan de fertilización basado en los análisis de suelos es muy general, teniendo solo en cuenta los resultados de las propiedades físico-químicas analizadas, además de la edad del cultivo, no incluyendo un diagnóstico particular del mismo, ni factores como el sombrero, densidad, topografía, entre otros. Las recomendaciones no dan prelación en marcas comerciales, tampoco opciones directas en materia de costos de fertilizantes y enmiendas.

Las correctivos de suelos recomendados para la zona cafetera del Ecotopo 214B correspondieron a fuentes de calcio y magnesio esencialmente, con suministros de fósforo tal como la Roca Fosfórica. Las cales fueron Dolomítica y afines en aplicación individuales.

El Centro Nacional de Investigaciones de Café, a través de su laboratorio de suelos recomienda en fertilizantes y enmiendas para productos inorgánicos: elementos sintéticos para el primer caso y de origen natural en el segundo.

La caracterización físico-química connota que las unidades de suelo de la zona de estudio, pertenecen principalmente a suelos de tipo II y III en la clasificación agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Se deben realizar prácticas de manejo y conservación de suelos.

## 5. Literatura citada

- ALCALDÍA DE ISNOS. Localización del Municipio de Isnos. Consultado el 12 de Septiembre de 2009. ([Http:// www .isnos -huila.gov.co/](http://www.isnos-huila.gov.co/)).
- CARILLO, F.I.; S. SUAREZ, J.R. SANZ, 1995. Como Obtener una Buena Muestra para el Análisis de Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café. CENICAFÉ. Avance Técnico 214, Chinchiná, Caldas. 4 p.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, 1994. La Fertilización de los Cafetales Basados en el Análisis de Suelos, la Mejor Inversión. Chinchiná, Caldas. Avance Técnico 202. 8 P.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC, 1985. Estudio de Zonificación y uso Potencial del Suelo en la Zona Cafetera del Departamento del Huila. Bogotá. 235 p.
- GÓMEZ G., L. CABALLERO R., A. y BALDIÓN R., J. V., 1991. Ecotopos Cafeteros. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: Cenicafé – Agroclimatología, División de Desarrollo Social. Bogotá. 125 p.
- SADEGHIAN K., S., 2008. Fertilidad del Suelo y Nutrición del Café en Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná, Caldas. p.
- SALINAS T., F., 2001. Clasificación Agrológica de los Suelos con Fines Agrícolas. Universidad Surcolombiana. Neiva. p.
- SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, 1990. Fundamentos para la Interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Agua para Riego, 3° Edición. Bogotá. p.