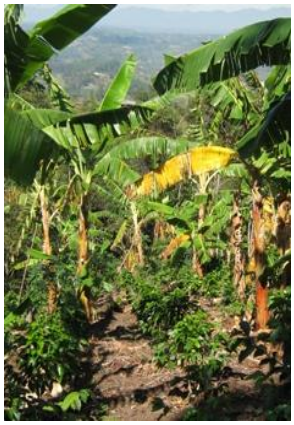


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

2009

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO, EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO Y TRADICIONAL EN LOS MUNICIPIOS DE CALDONO, MORALES Y PIENDAMO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

ROSANA CALAMBAS MUELAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA –SEDE PALMIRA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRICOLA
TRABAJO DE GRADO
VALLE DEL CAUCA
2009

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO, EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO Y TRADICIONAL EN LOS MUNICIPIOS DE CALDONO, MORALES Y PIENDAMO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

ROSANA CALAMBAS MUELAS

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial
Para optar al título de Ingeniera Agrícola.

DIRECTOR: MILTON CESAR ARARAT OROZCO
INGENIERO AGRONOMO M.Sc

CODIRECTOR: SILVIO LOPEZ.
INGENIERO AGRONOMO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE PALMIRA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRICOLA
TRABAJO DE GRADO
VALLE DEL CAUCA
2009

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los productores de café, al personal administrativo y a los técnicos de la Central Cooperativa Indígena del Cauca por su colaboración en mi trabajo de grado, sin la ayuda de ellos no habría sido posible la realización de este trabajo.

Al profesor Milton Cesar Ararat Orozco, director del trabajo de grado por brindarme los elementos investigativos necesarios, por su disponibilidad y asesoría que contribuyo con el fortalecimiento del trabajo.

Al coordinador del Sistema de Control Interno de CENCOIC, Ingeniero Silvio López codirector del trabajo por coordinar y facilitar el trabajo técnico en campo en cada una de las zonas.

A las sedes de la Federación Nacional de Cafeteros de Morales, Piendamo y Popayán por facilitarme información para el estudio de las zonas, especialmente a los Ingenieros Alirio, Víctor Manuel Astadiza, Rodrigo Solarte y Juan Pablo. Y a todas aquellas personas que contribuyeron, confiaron y aportaron experiencias para la realización del trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres.....por:

Brindarme su apoyo incondicional y poner su confianza en mí
Maestros de sabiduría, de valores éticos y culturales
Amigos que me escuchan atentos sin juzgarme,
Tal vez no me alcancen las palabras para expresarles mi cariño y amor por ellos, pero quiero decirles que me siento orgullosa y feliz de ser su hija.

Mil Gracias.....

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

GLOSARIO.....11

RESUMEN.....12

1. INTRODUCCIÓN.....13

2. JUSTIFICACION.....14

3. OBJETIVOS.....15

3.1 OBJETIVO GENERAL.....15
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....15

4. REVISIÓN DE LITERATURA.....16

4.1 EL CULTIVO DEL CAFÉ.....16

4.2 ZONAS AGROECOLOGICAS, FACTORES CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS RELEVANTES EN EL DESARROLLO DE CAFETO.....17

4.2.1 Precipitación.....17
4.2.2 Temperatura.....17
4.2.3 Brillo solar y nubosidad.....17
4.2.4 Humedad Relativa.....17
4.2.5 Suelos.....18
4.2.4.1 pH.....18
4.2.4.2 Textura.....18
4.2.4.3 Densidad aparente.....18
4.2.4.4 Contenido de humedad.....21
4.2.4.5 CIC.....21
4.2.4.6 Materia orgánica.....22

4.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....22

4.3.1 Nitrógeno.....22
4.3.2 Fosforo.....23
4.3.3 Potasio.....23
4.3.4 Calcio.....24
4.3.5 Magnesio.....24

4.4 ABONOS ORGANICOS E INORGANICOS.....25

4.4.1 Abonos Orgánicos.....25
4.4.1.1 Abonos procesados.....25

4.4.1.1.1 Compost……26
4.4.1.1.2 Lombricompost……26
4.4.1.1.3 Bocaschi……26
4.4.2 Abonos inorgánicos……26
4.4.2.1 Urea……26
4.4.2.2 Fosfato Diamónico (DAP)……26
4.4.2.3 Cloruro de Potasio (KCl)……27

4.5 ENMIENDAS O MATERIALES DE ENCALAMIENTO……27
4.5.1 Factores para determinar las necesidades de encalamiento…… 27
4.5.2 Composición de algunos materiales encalantes en Colombia……28
4.5.2.1 Cal Agrícola……28
4.5.2.2 Cal viva……28
4.5.2.3 Cal apagada……28
4.5.2.4 Dolomita……28
4.5.2.5 Roca fosfórica……28
4.5.2.6 Calfos o escorias Thomas……29

4.6 SISTEMAS DE PRODUCCION

4.6.1 Sistema Orgánico……29
4.6.2 Sistema Tradicional……30

4.7 ENTIDADES CERTIFICADORAS
4.7.1 Proceso de certificación……30

4.8 CARACTERIZACION EDAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.8.1 Ecotopos cafeteros……31
4.8.1.1 Ecotopo 218A……33
4.8.1.2 Ecotopo 112B……34
4.8.1.3 Ecotopo 212B……35

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 FASES DEL PROYECTO……38
5.1.1 Determinación de la zona de estudio……38
5.1.2 Clasificación y definición de las fincas representativas……38
5.1.3 Recolección de las muestras……39
5.1.4 Geoprocesamiento de la información……40
5.1.5 Métodos empleados en el laboratorio……41
5.1.5.1 Determinación de propiedades Físicas del suelo……42
5.1.5.2 Determinación de propiedades Químicas del suelo……42

6. RESULTADOS Y DISCUSION……43

6.1.1 DETERMINACION DE LA ZONA DE ESTUDIO……43
6.1.2 VARIEDADES Y AREAS MANEJADAS EN CAFÉ……43
6.1.3 CLASIFICACION Y DEFINICION DE LAS FINCAS……44
6.1.4 DIAGNOSTICO DE LAS FINCAS SELECCIONADAS……45

6.1.5 ANALISIS E INTERPRETACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICASDEL SUELO
6.1.4.1 Propiedades Físicas……45
6.1.4.2 Propiedades Químicas……48

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……56

8. BIBLIOGRAFIA……59

9. ANEXOS……61

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Pasos generales para el proceso de certificación de fincas……31
Figura 2. Ecotopos Cafeteros de Colombia……......32
Figura 3. Ecotopos Cafeteros del Departamento del Cauca…….....33
Figura 4. Esquema general de metodología del proyecto……37
Figura 5-6. Reconocimiento de la finca y delimitación de lotes……...39
Figura 7-9. Desinfección de herramientas y extracción de las muestras de suelo…..…....40
Figura 10-12. Recolección y rotulado de las muestras de suelo…..……40
Figura 13-14. Marcado del punto de muestreo y secado de las muestras……40
Figura 15. Equipo de Etrex –GPS…….....40
Figura 16-18. Tamizado y quema de la materia orgánica ……..……..…..41
Figura 19-21. Maquina dispersadora y probetas…….....41
Figura 22-24. Muestras de suelo antes y después del horno.....41

LISTA DE CUADROS

Pág.

Tabla 1. Efecto del pH..…….....18
Tabla 2. Clasificación de textura según el sistema USDA……..19
Tabla 3. Agrupación de clases texturales…….....19
Tabla 4. Relación entre textura y algunas características del suelo…….……....19
Tabla 5. Clasificación de suelos con diferente densidad aparente……20
Tabla 6. Composición de algunos materiales encalantes en Colombia……...28
Tabla 7. Resumen de las propiedades a evaluar y métodos empleados…….42
Tabla 8. Variedades manejadas por los municipios de Caldono, Morales y Piendamo....43
Tabla 9. Superficie en café productores CENCOIC versus área total FNC…….43
Tabla 10. Determinación de las zonas agroecológicas..……...44
Tabla 11. Resumen datos de textura, humedad y Da……...48
Tabla 12. Rangos generales para la determinación de niveles de fertilidad…….....48
Tabla 13. Parcelas problema con alto % de saturación de Al…….49
Tabla 14. Interpretación del % N total……..51
Tabla 15. Interpretación de la capacidad de intercambio catiónico CIC…….52
Tabla 16. Eficiencia de los fertilizantes……...53
Tabla 17. Fincas con necesidades mínimas de nutrientes…….....54
Tabla 18. Resumen de valores Promedio de las necesidades de aplicación para SPO Y SPT…….55

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Análisis químicos del lombricompost y propiedades químicas del bocaschi.....61
ANEXO B. Diagnostico de las fincas muestreadas ……...62
ANEXO C. Análisis de resultados físicos.....64
ANEXO D. Análisis de resultados de caracterización química……65
ANEXO E. Cálculos de las necesidades de encalamiento……..67
ANEXO F. Requerimientos Nutricionales para el cafeto……...68
ANEXO G. Ubicación general de muestreo.…….....71
ANEXO H. Área fincas CENCOIC VS Trabajo con GPS……..72
ANEXO I. Interpretación y recomendaciones de cada una de las fincas……...73

GLOSARIO

CENCOIC: Central Cooperativa Indígena del Cauca, cooperativa conformada por pequeños productores de café especial, asociados a organizaciones de base.

FLO: Fairtrade Labelling Organizations, Entidad certificadora de comercio justo

FNC: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

GPS: Sistema de Posicionamiento Global de la Superficie Terrestre

IMO-CONTROL: Instituto de Ecomercado, entidad certificadora de café orgánico

Productor ecológico: maneja un sistema de producción amigable con el medio ambiente sin hacer uso de sustancias de síntesis química.

Productor social: maneja un sistema de producción tradicional, donde se hace uso de productos de síntesis química.

SIG: Sistema de información Geográfica

SICCA: Sistema de Información Cafetero del Cauca

Socio activo: se define como socio activo aquella persona que ha cumplido con el pago de cuota de afiliación y sostenimiento, acopio de café a la cooperativa y participación dentro de las organizaciones de base (grupos asociados).

SPO: Sistema de producción orgánico

SPT: Sistema de producción Tradicional

Resguardo: Es un territorio indígena delimitado por un título de propiedad colectiva en donde se desarrolla una comunidad.

RESUMEN

El proyecto se realizo en el departamento del Cauca, en los municipios de Morales, Piendamo y Caldono, en los Resguardos de Agua Negra, Chimborazo, Honduras, La María, Las Mercedes y Caldono. Con el objetivo de Estudiar las propiedades Físicas y Químicas del suelo en sistemas de producción de café orgánico y tradicional. La idea surge a partir de la necesidad de mostrar a los productores cafeteros que trabajar con la agricultura orgánica el sistema cafetero es más sostenible por que se disminuye la inversión en los costos de producción y por ende se generan beneficios económicos y ecológicos a los productores. Además independientemente del sistema que se maneje los productores podrán fertilizar sus cafetales de una forma precisa y sencilla.

Para el estudio se seleccionaron fincas con los dos sistemas de producción, las cuales fueron muestreadas para el análisis de fertilidad de suelos, recogiendo de cada una de ellas seis muestras/ha, estas fueron analizadas en los laboratorios del Ingenio Providencia y de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Con los resultados se analizaron pH, Aluminio, elementos mayores como nitrógeno, fosforo, potasio magnesio y Calcio y propiedades físicas como; la textura, la densidad aparente y humedad gravimétrica.

Los resultados se refieren al análisis general de las cuarenta y dos (42) fincas muestreadas en las diferentes zonas se hacen un análisis de cada una de las propiedades físicas y químicas en los diferentes sistemas de producción y se logran identificar doce fincas con saturación de aluminio, correspondientes a las zonas de Chimborazo, Agua Negra, Honduras las Mercedes y la María, denominadas fincas-problema, debido a que presentan porcentaje de saturación de Aluminio mayor al 25%, aluminio intercambiable mayor a 2cmolAl/100g y relación calcio, Magnesio y potasio menor o igual a uno.

Igualmente se identificaron catorce (14) muestras de suelos ricos en diferentes elementos como nitrógeno, potasio, magnesio y calcio. De las cuales doce corresponden al sistema de producción orgánico, la mayoría ubicadas en las zonas de Caldono y la Aguada. Estas mismas zonas presentan bajos contenidos de Aluminio (≤1cmol Al/100g).

Por último para cada una de las fincas de acuerdo a su sistema de producción se dan una serie de recomendaciones y alternativas de fertilización basadas en los análisis de suelos y material bibliográfico consultado.

1. INTRODUCCION

El estudio se oriento en el departamento del Cauca, en los municipios de Morales, Piendamo y Caldono, en comunidades indigenas de los Resguardos de Agua Negra, Chimborazo, Honduras, La María, Las Mercedes, la Aguada y Caldono, correspondientes a los tres municipios cafeteros mencionados.

La metodología que se utilizo para dicho estudio fue crear cuatro criterios de selección para los dos sistemas de producción orgánico y tradicional, donde se diagnosticaron las fincas, se recogieron las muestras y se llevaron a los laboratorios para su respectivo análisis. De cada una de las siete zonas se muestrearon seis fincas representativas para un total de cuarenta y dos fincas muestreadas.

El objetivo es estudiar las propiedades físicas y químicas en suelos con diferentes sistemas de producción cafetero orgánico y tradicional, permite a los productores tener herramientas y poder seleccionar su sistema según su conveniencia y/o generar su propio sistema, independientemente del sistema que maneje el productor tener como base un análisis de caracterización de suelos de su finca le permite fertilizar su cultivo de una forma precisa, sencilla y sostenible, por ello surgió la idea de generar dicho estudio.

Además donde se llevo a cabo el estudio la mayoría de las zonas son aisladas, es decir, que son de difícil acceso y por ende los estudios que se han realizado en suelos son tal vez pocos de ahí lo importante de continuar estudiando las zonas, que como se concluyo del estudio algunas zonas son aptas para el cultivo de café y generan alternativas para continuar trabajando con una agricultura orgánica que anuncia beneficios económicos y ecológicos a los productores cafeteros.

2. JUSTIFICACION

Es muy importante dentro del desarrollo de un proyecto productivo diagnosticar el nivel de fertilidad del suelo, porque permite cuantificar la oferta de nutrientes del suelo y la diferencia entra esta oferta y la demanda del cultivo, indican la cantidad necesaria que deberá agregarse al suelo, por ello los análisis de suelos son una herramienta básica para la elaboración de recomendaciones de fertilización para los cultivos.

La Central Cooperativa Indígena del Cauca, **CENCOIC** debe de trabajar y garantizar a sus productores una caficultura sostenible que permita mantener niveles de producción a largo plazo, para ello es necesario contar con mecanismos adecuados de fertilización basados en las características de los suelos, por ello se requiere generar información de las propiedades fisicoquímicas de las zonas productoras de café.

Con esta información se podrá brindar una mejor asesoraría técnica a los productores de café para que mejoren su producción y el uso del suelo.

Además dentro de los criterios que maneja el Instituto de Ecomercado-IMO, y FLO (Fairtrade Labelling Organizations), que son entidades que trabajan para la certificación de fincas orgánicas y de comercio justo respectivamente, exigen que la organización establezca plazos concretos y medidas prácticas diseñadas para mejorar la fertilidad y estructura del suelo. Este criterio dentro de la organización todavía no está bien estructurado por lo tanto al estudiar las propiedades fisicoquímicas de los suelos en las áreas productoras de Café bajo sistemas de producción orgánico y tradicional se puede dar cumplimiento con las políticas del proceso de certificación de las fincas.

Los análisis de suelos permiten obtener información de las zonas representativas y determinar la disponibilidad de los nutrientes en el suelo para el cultivo de café.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Estudiar las propiedades Físicas y Químicas del suelo en sistemas de producción de café orgánico y tradicional en los municipios de Caldono, Morales y Piendamo en el Departamento del Cauca.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Identificar los sistemas de producción de café en las diferentes zonas de estudio.

- ✓ Determinar propiedades físicas y químicas del suelo en los diferentes sistemas de producción.

- ✓ Interpretar y analizar correctamente los resultados físicos y químicos de los suelos de cada una de las fincas muestreadas.

- ✓ Generar alternativas de fertilización a los productores cafeteros.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 EL CULTIVO DEL CAFETO

El cafeto es originario de Etiopia, Nororiente de África[1]. El cafeto entro por las Guayanas Francesas a Venezuela, hacia 1735 y fue introducido en Colombia hace más de 200 años.

En Colombia se producen cafés suaves de excelente calidad y reconocimiento mundial. Dentro de estos cafés suaves están los llamados "Gourmet" bastante apetecidos en el mercado mundial y producido con técnicas tradicionales hacia lo orgánico, con bajas producciones, pero con buen cuerpo, sabor y alta acidez. Las zonas productoras de estos cafés son: Caldas, Tolima, Nariño, Huila y el Cauca[2] (zona plana de la meseta de Popayán y el Macizo entre otros).

Las variedades cultivadas en Colombia pertenecen a la especie *Coffea arabica L., dentro de estas especies se encuentran las variedades como: Borbón, Caturra, Tabí y Castillo, las cuales* representan el 71% del mercado mundial. La caficultura colombiana inicio en el año de 1835 y su producción se expandió hacia 1970.

A nivel Nacional el gremio caficultor está representada por la Federación Nacional de Cafeteros, creada en 1928, la cual ha sido la columna vertebral de la economía de las regiones productoras del grano en el país, a través del Fondo Nacional del café, desde 1940, regula el mercado cafetero, abre nuevos mercados, estabiliza precios y desarrolla la infraestructura productiva de Colombia[2].

El comercio justo se está imponiendo en Colombia, su objetivo es comprar el grano a asociaciones de pequeños productores y remunerarlos con precios competitivos, para que cultiven bajo normas sociales y medio ambientales que sean aprobadas por organizaciones certificadas bien sea Nacionales e Internacionales.

4.2 ZONAS AGROECOLOGICAS - FACTORES CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS PRINCIPALES EN EL DESARROLLO DEL CAFETO.

4.2.1 ZONAS AGROECOLOGICAS

El cafeto se cultiva comercialmente entre los 1000 y los 2000 msnm. En Colombia se han identificado tres zonas divididas así:

[1] ARANGO, A. MIGUEL A. TESIS. Zonificación Agroecológica del Café en Puerto Rico y Análisis Estructural y de Composición de Especies Arbóreas Presentes en el Agroecosistema Cafetero. Universidad de Puerto Rico, 2007.P.3.
[2] RAMOS, R. HECTOR F., QUINTERO. EDGAR M., CARVAJAL, P. SARAH. V. El Sistema de Producción del Cafeto en Colombia. Curso: Café, Cacao y Musáceas. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2007.P.3-4.

- ✓ Zona optima: 1300-1700msnm
- ✓ Zona marginal baja: 1000-1300msnm
- ✓ Zona marginal alta: 1700-2000msnm

La altitud incide en forma directa sobre la temperatura, de manera indirecta en la lluvia, e inversamente con la iluminación.

4.2.2 FACTORES CLIMATICOS Y EDAFICOS PRINCIPALES EN EL DESARROLLO DEL CAFETO

4.2.2.1 Precipitación

Para el buen desarrollo del cafeto se requieren lluvias entre 1800 y 2800mm/año, bien distribuidas en todos los meses del año, sin embargo en las zonas cafeteras Colombianas la cantidad de lluvia varía entre 1000 y 3000mm/anuales.

4.2.2 .2 Temperatura

La temperatura óptima para cultivo de cafeto está entre 19 y 21°C. En Colombia las temperaturas medias anuales varían entre 17 y 24°C. La temperatura es uno de los factores climáticos que más influye en la floración y fructificación del cafeto. Gopal y Vasudeva (1976) citados por Arango (2007) afirman que la diferenciación floral ocurre a bajas temperaturas.

4.2.2.3 Brillo solar y nubosidad

La principal fuente de energía para las plantas es la radiación del sol, por ello se requiere brillo solar mayor a 6horas luz/día y cerca de las 2000 horas luz/año. En las zonas cafeteras colombiana más calientes y meses secos, el brillo solar alcanza 280horas al mes, mientras que en tiempos lluviosos, zonas altas y frías se llega solo a 70horas de sol. Cuando la intensidad lumínica es alta ocurre el cierre de estomas en las hojas del cafeto para protegerse de una transpiración excesiva, lo que trae como consecuencia una disminución en el proceso de fabricación de alimentos de la planta y baja en producción.

Una intensidad de luz baja y prolongada favorece la incidencia de plagas, problemas de maduración del grano y, por ende, la recolección. El cafeto se considera una planta de día corto por lo que necesita de 8 a 13 horas de iluminación para florecer.

4.2.2.4 Humedad Relativa

El arbusto de café crece mejor bajo condiciones de alta humedad relativa (70 a 85%). Si la humedad relativa excede el 85% se afecta la calidad del café y se favorece la incidencia de enfermedades.

La humedad ayuda a fraccionar o disipar los rayos solares sirviendo como filtro. Esto disminuye la intensidad lumínica y permite que en ciertas localidades, donde existen estas condiciones pueda cultivarse el cafeto a plena exposición solar.

4.2.2.5 Suelos

Los mejores suelos para el cafeto son los francos (Fr-A o Ar) de estructura granular (las raíces crecen y penetran fácilmente), donde hay buena aireación y permeabilidad moderada, de buena profundidad efectiva (mayor a 90cm), "se prefieren suelos ricos en materia orgánica (mayor al 8%), con pH entre 5.0 y 6.0, ricos en cenizas volcánicas (alto potasio)"[3]. Exige suelos de buen drenaje tanto interno como externo, por lo cual prospera bien en terrenos con topografía ondulada a quebrada.

4.2.2.5.1 pH

Los suelos buenos para café presentan un pH entre 5.0 y 6.0 (CENICAFE-Cartilla Cafetera N°3). El valor del pH es importante en las propiedades físicas y químicas de los suelos, por ejemplo si se tienen pH muy ácido hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. En pH alcalino, la arcilla se dispersa y se destruye la estructura del suelo. El pH es un indicador de la disponibilidad de nutrientes, debido a su efecto sobre la solubilidad de algunos elementos. A continuación se presenta una tabla general del efecto del pH sobre la solubilidad de algunos elementos,

TABLA 1. Efecto del pH sobre la solubilidad de algunos elementos que pueden afectar el desarrollo de la planta, así como sobre algunos procesos relacionados con la nutrición vegetal.

Elemento	pH de Max Disponibilidad	Fuente
N	6 – 8	Guerrero, M. (1991)
P	5.6- 6.6*	Guerrero, M. (1991)
K y S	> 6	Guerrero, M. (1991)
Ca y Mg	>6.5	Guerrero, M. (1991)
Fe	< 6	Guerrero, M. (1991)
Mn	< 5.5	Sánchez y Salinas (1983)
Cu y Zn	5 – 7	Guerrero, M. (1991)
B	5-7 y >9	Guerrero, M. (1991)
Al	<5.5	Bohn et al (1993)
Na	>8.5	Porta et al (1994)
Nitrificación	6 – 8	Orozco (1999)
Des nitrificación	6 – 8	Orozco (1999)

***fuente:** Jaramillo en el 2002. (Pagina 351-352).

En términos generales los suelos se pueden agrupar en tres grandes categorías: **Suelos ácidos** los que presentan pH < 6.5; **Suelos neutros** los que tienen pH entre 6.5 y 7.3 y **Suelos básicos** aquellos que exhiben valores de pH > 7.3.

4.2.2.5.2 **Textura**

[3] URIBE.M, PEDRO. Suelos para el Cafeto. Centro Nacional de Investigación de Café. CENICAFE. Chinchina-Caldas. Cartilla Cafetera. N° 3.P.57-60.

La **textura** es aquella propiedad relacionada con el tamaño de las partículas minerales del suelo, estas partículas, llamadas **separados**, se agrupan en tres clases, por tamaños: Arena (**A**), Limo (**L**) y Arcilla (**Ar**)[4]:

La textura es una propiedad muy importante ya que se emplea como criterio para determinar: la capacidad de retención de humedad, permeabilidad e infiltración, plasticidad o adhesividad, condiciones de labranza, la circulación o movimiento del agua, la aireación, capacidad para almacenar nutrientes (CIC), fertilidad, el riesgo a la erosión, uso y manejo del suelo.

En Colombia la clasificación más usada es la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). El cual subdivide los separados en los rangos que se exponen a continuación:

Tabla 2. Clasificación Según el sistema USDA[5]

TAMAÑO DE LA PARTICULA (mm)	CLASIFICACION
2.0-1.0	Arena muy gruesa
1-0.5	Arena gruesa
0.5-0.25	Arena fina
0.25-0.1	Arena media
0.1-0.05	Arena muy fina
0.05-0.02	Limo grueso
0.02-0.002	Limo fino
<0.002	Arcilla

Tabla 3. Agrupación de Clases Texturales

Grupo de texturas	Tipo de suelo	Símbolos
Gruesas	Arenosos	**A, AF**
Moderadamente gruesas	Francos con dominio de arena	**FA**
Medias	Francos	**F, FL, L**
Moderadamente finas	Francos con dominio de arcilla	**FArA, FArL, FAr**
Finas	Arcillosos	**ArA, ArL, Ar**

A continuación se presenta la relación de la textura con algunas características químicas y físicas del suelo.

Tabla 4. Relación entre la textura y algunas características del suelo

Textura	Condición de labranza	Infiltración permeabilidad	Retención Humedad	Erodabilidad por agua	Fertilidad natural
A	Pobre	Alta	Muy baja	Baja	Baja
FA	Regular	Alta	Baja	Baja	Baja
F	Buena	Moderada	Media	Media	Media
FL	Buena	Moderada	Media	Media	Media alta
FArL	Regular	Moderada	Alta	Media	Media alta
FAr	Regular	moderada a baja	Alta	Media	Alta(2:1)
Ar	Pobre	Baja	Muy alta	Alta	Alta(2:1)

***fuente:** tomado de las clases Ciencia del Suelo. Ararat 2.005

[4] JARAMILLO.J.DANIEL.E. Ciencia del Suelo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002.P.352-353.

[5]JARAMILLO.B. JAVIER. Propiedades físicas y químicas. Curso: Manejo y conservación de Suelos. Palmira. Universidad Nacional de Colombia.2008.s.p.

4.2.2.5.3 Densidad Aparente

Se define la densidad aparente (Da) como la relación entre el peso del suelo seco (g) y un volumen de suelo conocido (cm^3) incluyendo volumen de sólidos y de poros. Matemáticamente se puede expresar:

$$Da = \frac{Pss}{Vc}$$

Donde:

Pss: Peso de suelo seco en la estufa entre 105-110°C, por un lapso de 24 horas.

Vc: Volumen del cilindro ($2*PI*R^2h$)

La Da en el suelos es muy importante ya que por medio de ella se puede: calcular la porosidad, estimar el grado de compactación, calcular la lámina de agua, transformar el contenido de humedad con base en peso a volumen, inferir sobre circulación de agua y aire, inferir sobre problemas de enraizamiento y con ello dar un mejor manejo al suelo.

En general los suelos livianos con alto contenido de arenas tienen densidades aparentes altas, alrededor de 1.6 g/cm^3. Los suelos pesados como los arcillosos no compactados, tienen valores alrededor de 1.0 y 1.3 gr/cm^3. Sin embargo cuando la arcilla dominante es de tipo alofónico, los valores de Da son menores, alrededor de 0.8 g/cm^3.

En los suelos con alto contenido de materia orgánica las densidades aparentes tienen valores bastante bajos (menores de 0.5 g/cm^3).

Cuando los suelos pesados se compactan por el mal uso de la maquinaria y equipos, la densidad aparente puede aumentarse considerablemente y tomar valores cercanos a 1.6 y 1.7 g/cm^3. (Tafur Harold H. 2005)

Tabla 5. Clasificación de suelos con diferentes Da [5]

SUELOS	g/cm^3
Arenosos	1.4-1.6
Arcillosos	1.0-1.4
Volcánicos	0.6-0.9
Orgánicos	0.10-0.40
Compactados	>1.60

[6] Ibid.s.p.

4.2.2.5.4 Contenido de Humedad

La humedad de un suelo se puede evaluar midiendo el contenido de agua, midiendo la fuerza con la que es retenida (fuerzas de adhesión y cohesión y fuerzas capilares) o midiendo propiedades como la textura, la mineralogía de las arcillas, la materia orgánica y del material alofónico.

Determinar el contenido de humedad de un suelo es importante porque permite estimar: almacenamiento de agua en el suelo, cálculo de la lámina de agua de riego, y distribución de tamaños de poros.

Determinación del contenido de agua: Se trata de establecer la cantidad de agua que contiene el suelo, el agua que almacenan los suelos se puede expresar de tres formas:

- ✓ Gravimétrica: W (%)
- ✓ volumétrica: θ (%)
- ✓ En lámina (Lam) o profundidad equivalente.

La manera más común de medir la humedad del suelo es la gravimétrica y se calcula con base en el suelo seco al horno, para tener un nivel de referencia igual en todos los suelos y poderlos comparar, según la siguiente expresión:

$$W(\%) = \frac{Psh - Pss}{Pss} * 100$$

Donde:

W (%): contenido de humedad gravimétrica
Psh: Peso de suelo húmedo
Pss: Peso de suelo seco a la "estufa" (horno) entre 105 y 110 °C durante 24 horas Como mínimo.

Se debe tener en cuenta que un suelo podría presentar en un momento dado un W (%) mayor al 100%, ya que en cierta forma la diferencia entre Psh y Pss es independiente de la Pss, es decir, que estas diferencias mencionadas no está haciendo parte de la Pss. Esto se puede presentar en aquellos suelos que poseen altos contenidos de materia orgánica; con densidades aparentes menores a 1.0 g/cm³, capaces de llegar a tomar más masa de agua que lo que pueden pesar ellos cuando están secos[6].

4.2.2.5.5 Capacidad de Intercambio Catiónico

Es la capacidad que posee un suelo de adsorber cationes y es equivalente a la carga negativa del suelo. Esta propiedad es la que define la cantidad de sitios disponibles para almacenar los cationes en el suelo. Es importante porque los cationes que son retenidos quedan protegidos contra procesos que tratan de evacuarlos del suelo (**lixiviación)**, evitando así que se pierdan nutrientes para las plantas.

[6] TAFUR., H. HAROLD. Conceptos Básicos para el Riego en los Cultivos. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 2005. P.18.

Los cationes que participan en dichos procesos, son Ca2+, Mg2+, K+ y Na+ (las **bases del suelo**) y NH4+. La CIC del suelo se expresa en **cmol (+) kg-1 de suelo** o en **meq (100 g de suelo)-1** (ambas unidades son numéricamente iguales) y depende de la cantidad y tipo de coloides que tiene. Los cationes intercambiables del suelo están presentes en la arcilla y en la materia orgánica.

4.2.2.5.6 Materia orgánica

La materia orgánica son los residuos descompuestos de plantas y animales. Los suelos buenos para café tienen un contenido de M.O mayor al 8%. "Generalmente los suelos cafeteros son ricos en materia orgánica y algunos casos llegan a un contenido entre el 8 y 12%"[7]. Se considera a medida que aumenta la altura y disminuye la temperatura el contenido de materia orgánica tiende a aumentar, debido a que la tasa de mineralización baja, provocando su acumulación en la superficie del suelo.

El contenido de materia orgánica en el suelo mejora la estructura, aumenta la porosidad y permeabilidad. Además suministra elementos para el suelo como: nitrógeno, fosforo y azufre entre otros, por ello la materia orgánica es un indicador de la capacidad de producción de los suelos, además hace más activa la vida de los microorganismos del suelo.

4.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA EL CAFETO

4.3.1 Nitrógeno

El nitrógeno para el cafeto es necesario tanto en la época de crecimiento como en la época de producción, sin embargo su mayor consumo se presenta cuando está en producción. En etapa de almacigo no es necesario la fertilización con nitrógeno, según Siavosh (2008), la respuesta con este elemento ha sido negativa.

Etapa de Crecimiento: La materia orgánica es la principal fuente de nitrógeno, por lo tanto los requerimientos nutricionales se ajustan con base en esta propiedad del suelo. "En esta etapa se establecen 2 categorías para la MO: 1) suelos con contenidos bajos a medios (MO ≤8%) y segunda suelos con contenidos medios a altos (MO>8%).Para la primera categoría se requieren dosis más altas (7 a 16g de N/planta) y para los segundos se requieren dosis más bajas (5 a 14g/planta)"[8]. (Ver anexo F, requerimientos de N).

[7] S.n. Manual del Cafetero Colombiano.4ta Edición. Chinchina-Caldas: Federación Nacional de Cafeteros. 1979. p.31

[8] Siavosh. S. Khalajabadi. Fertilidad del Suelo y Nutrición del Café en Colombia. Chinchina-Caldas: Centro Nacional de Investigación de Café.2008.P.20-21.

Etapa productiva: el N en esta etapa es elemento más limitante en la producción de café. Su principal reserva en los suelos es la materia orgánica, la cual a través de los procesos de mineralización suministra a la planta parte de esos requerimientos. Conforme aumenta los niveles de MO, se disminuye la respuesta a este elemento y se debe reducir la cantidad del fertilizante, pero se debe tener en cuenta que para contenidos de MO >20% se requiere incrementar las dosis de N, debido a que el proceso de mineralización es más lento en zonas con temperaturas bajas. (Ver anexo F, requerimientos de N).

4.3.2 Fosforo

El fosforo es otro elemento necesario para el cafeto, el mayor consumo de este se presenta en el periodo de crecimiento (en los primeros 3 años de vida). Está presente en todas las partes de la planta. El fósforo es un elemento esencial para la célula, hace parte de los sistemas encargados de la captación, almacenamiento y transferencia de energía. Entre las funciones principales del fosforo se tienen: Estimula el desarrollo de la raíz, la floración, madurez y la formación de la semilla, es un factor importante en la fotosíntesis, transformación y transporte de energía e interviene en la formación de órganos de reproducción de la planta.

Etapa de crecimiento: "Cuando los contenidos de P en el suelo se encuentren por debajo de su nivel crítico para esta etapa (30mg/kg), se recomienda aplicarlo a los 2, 10 y 18 meses después del trasplante en el campo. Para contenidos de P mayor a 30mg/kg no se recomienda la aplicación de este elemento"[9].

Etapa productiva: "con base en el análisis de suelos si el contenido de este elemento es menor o igual a 10 mg/kg de P se requieren dosis altas (60kg/ha/año), el cual se podría fraccionar en 2 aplicaciones al año"[10]. (Anexo F, tablas de requerimiento de P con base en contenido en el suelo).

4.3.3 Potasio

Hace parte de los elementos esenciales para el cafeto, su mayor consumo se presenta en la época de producción. El tiempo máximo que dura el efecto del potasio, después de un abonamiento, es de 4 meses, por ello se requiere realizar varias fertilizaciones en el año (Manual cafetero Colombiano.1979). El potasio es importante en el proceso de la fotosíntesis y Aprovechamiento de las plantas.

Etapa de crecimiento: en esta etapa la demanda de este elemento es baja, pero se incrementa con la primera floración y el llenado de los frutos, por lo tanto "cuando el contenido en el suelo es <0.40 $cmol_{(+)}$/kg, se debe incluir en los planes de fertilización a los 18 meses, pero si su

[9] Ibid., P.21.
[10] Ibid.,P.29.

contenido es < 0.2 $cmol_{(+)}$/kg se recomienda aplicar 10gr/planta entre los 10 y 12 meses"[11]. (Ver tablas en anexo F).

Etapa productiva: Se requieren dosis elevadas (300kg/ha/año de K2O) "cuando el contenido de K en el suelo es menor a 2$cmol_{(+)}$/kg. Cuando los contenidos de este elemento son mayores a 4 $cmol_{(+)}$/kg, se recomienda suministrar dosis de sostenimiento para evitar el agotamiento del nutriente en el suelo y si su contenido en es mayor a 8 $cmol_{(+)}$/kg,"[12] se recomienda suspender la fertilización con este elemento (densidades menores 5000plantas/ha). Anexo G

4.3.4 Calcio

El calcio en el suelo no se encuentra en forma libre sino que hace parte de otros compuestos como Carbonatos y fosfatos.

Las necesidades de este elemento se suplen al realizar la operación de encalamiento en el suelo y la cantidad de material encalante se hace con base en el pH, el contenido de Ca en el suelo y la etapa del cultivo. Por ello se hacen diferencias de la cantidad de cal aplicar en la etapa de crecimiento y la etapa productiva.

Etapa de Crecimiento: para suelos muy ácidos (pH≤4) las dosis varían entre 80 y 120g/sitio, dependiendo del contenido de Ca, y para valores de pH entre 4 y 5, la cantidad de cal varía entre 60 a 100g/sitio. Si el nivel de Ca es inferior a 1.5cmol/kg y el pH se encuentra en un rango adecuado se recomienda adicionar dosis bajas (40gr/planta)[13]. (Ver tablas en anexo F).

Etapa productiva: Para suelos muy ácidos (pH≤4) se sugiere dosis que varían entre 1.000 y 1.400 kg. Para valores de pH entre 4 y 4.5 la cantidad de cal varía entre 800kg y 1.200kg, y para pH entre 4.5 y 5.0 se requiere aplicar entre 600 y 1.000kg/ha.(ver anexo F).

4.3.5 Magnesio

El magnesio es el octavo elemento más abundante en la corteza terrestre, siendo esencial en el metabolismo de plantas y animales. Sin embargo en el sistema suelo la abundancia dicho elemento puede ser del 2.3%, por ello es importante determinar su disponibilidad para las plantas, se debe tener en cuenta la relación potasio/magnesio y la relación calcio/ magnesio/ potasio, ya que se puede presentarse antagonismo químico si la relación Ca/Mg es superior a 10.

[11] Ibid., P. 21.
[12] Ibid., P.30.
[13] Ibid., P.14-16.

Etapa productiva: las aplicaciones sugeridas para este elemento van desde 15 a 60kg/ha/año, según el contenido de este elemento en el suelo. Las dosis más altas se pueden fraccionar en dos aplicaciones al año. (Anexo F).

Estudios realizados por CENICAFE han demostrado que la absorción de Mg por la planta de café se ve afectada por los contenidos de K en el suelo, sin que ello haya afectado la producción de manera significativa, aun no se cuenta con niveles críticos para las relaciones entre las bases intercambiables, sin embargo se hace mención de una relación ideal de Ca:Ma:K (6:2:1), con base en los contenidos adecuados de estos nutrientes en el suelo.

4.4 ABONOS ORGÁNICOS E INORGANICOS

4.4.1 Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se incorporan al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Los abonos orgánicos pueden ser residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos verdes (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos (cascaras, excretas); compost, bocaschi y lombricompost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados y anélidos que mediante procesos descomponen los residuos (lombriz roja californiana)[14].

Al aplicar abonos orgánicos al suelo se mejora la fertilidad integral del suelo, sin embargo se debe tener en cuenta que estos productos liberan nutrientes en una forma lenta hacia la solución del suelo.

Existen diferentes tipos de abonos orgánicos, los cuales se pueden categorizar según la fuente principal de nutrientes, sin embargo estos abonos se pueden subdividir en procesados y no procesados, pero se va hacer énfasis en los primeros.

4.4.1.1 Abonos procesados

Son aquellos que mediante diferentes procesos son preparados (por el hombre) y descompuestos (por macro y microorganismos), durante un corto periodo de tiempo. Dentro de los abonos procesados sólidos se tienen: compost, lombricompost y Bocaschi entre otros.

4.4.1.1.1 Compost

El compostaje se define como la descomposición biológica de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho que se produce en condiciones controladas en el que intervienen

[14] Muñoz, T. José S. Tesis, Compostaje en Pescador, Cauca: Tecnología apropiada para el manejo de residuos orgánicos y su contribución a la solución de los problemas medioambientales. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2002.P.7

numerosos y variados microorganismos que requieren de una humedad adecuada y substratos orgánicos heterogéneos en estado sólido.

4.4.1.1.2 Lombricompost

El lombricompost o humus de lombriz proviene de la recolección de las deyecciones de lombrices, estas son mantenidas en criaderos acondicionados para tal fin, llamados camas lombriceras. Para este tipo de criaderos la lombriz roja californiana es la más utilizada para la producción de lombricompost, para la producción de dicho abono se usan diferentes materiales, que varían desde de pulpa de café hasta estiércol de animales. (Anexo A, Análisis químico del lombricompost).

4.4.1.1.3 Bocaschi

Es una mezcla de diferentes fuentes orgánicas generadas de la misma finca en diferentes estados de descomposición.

Análisis químico del Compost: en un estudio realizado por Pérez, Céspedes y Núñez, en la caracterización de enmiendas orgánicas muestran ciertas propiedades químicas de diferentes tipos de humus. (Anexo A. propiedades químicas y elaboración de diferentes tipos de bocaschi).

4.4.2 Abonos Inorgánicos

Abonos inorgánicos o fertilizantes químicos son productos manufacturados que contienen cantidades substanciales de uno más elementos primarios, donde se llevan procesos de producción industrial que generalmente envuelve reacciones químicas o simplemente se llevan la refinación de fuentes naturales.

Dentro de estos abonos se tienen diferentes fuentes que aportan nitrógeno, fosforo, potasio entre otros elementos que necesita la planta, sin embargo los más utilizados para el cultivo de café en Colombia son; la urea (Fuente de N), el Cloruro de potasio KCL (fuente de potasio) y el fosfato diamónico DAP (fuente de fosforo).

4.4.2.1 Urea: la urea es la fuente de Nitrógeno mas utilizada como fertilizante posee un 46% de N y es soluble, sin embargo su eficiencia es baja debido a perdidas por volatilización de amoníaco (NH_3) o por fitoxicidad provocada por el uso de dosis elevadas de este fertilizante.

En promedio solo la mitad es aprovechado por la planta, sin embargo si los suelos son secos y livianos las perdidas pueden ser mayores. Los fertilizantes nitrogenados como la urea dejan un residuo acido en el suelo, lo que implica una disminución en el pH del suelo, por lo cual se requiere 80kg de de cal agrícola para neutralizar el residuo acido dejado por cada 100kg de urea.

4.4.2.2 Cloruro de potasio (KCl): fertilizante inorgánico de de origen mineral tiene mayor porcentaje de potasio que otras fuentes de este elemento con un 60% de K2O. Es completamente soluble en agua. Cuando se aplica al suelo es absorbido a las arcillas por ello las perdidas por lixiviación son mínimas. El cloruro presente es neutro por lo tanto no produce acidez o alcalinidad[15].

Compatibilidad química. Es compatible con todos los fertilizantes puede combinarse con Urea, Sulfato de Amonio, Superfosfatos, Fosfatos de Amonio, Sulfato de potasio, Nitrato de Amonio y algunos productos con elementos menores. También puede ser utilizado con materia orgánica.

4.4.2.3 **Fosfato diamónico*:*** Es un fertilizante solido, soluble y complejo contiene un 46% de P2O5 y un 18% de N, su aporte principal es el elemento fosforo. Es compatible con la mayoría de fertilizantes, pero existe incompatibilidad con Superfosfato Triple (SPT) y Superfosfato Simple (SPS) ya que genera reacción húmeda y se apelmaza, por ello no se recomienda mezclarlos con los productos antes mencionados.

4.5 ENMIENDAS O MATERIALES ENCALANTES

Son productos naturales a base de calcio y magnesio que se utilizan para corregir la acidez del suelo y neutralizar efectos tóxicos causados por altas concentraciones de Aluminio, Hierro y Manganeso en suelos ácidos, y al mismo tiempo pueden aportar Calcio y magnesio en suelos con deficiencias de estos elementos.

4.5.1 Factores que determinan las necesidades de enmiendas

Las necesidades de cal están influenciadas por varios factores como:

El pH del suelo: determina el grado de actividad ácida [H+] o alcalina [OH-] del suelo. Como único parámetro, el pH no es un buen indicador de las necesidades de cal agrícola.

La capacidad tampón: o capacidad a la resistencia al cambio. Es una medida de la resistencia del suelo a los cambios de pH. Indica la cantidad de cal agrícola que se requerirá para ajustar el pH a un nivel deseado y depende de la textura, CIC, materia orgánica y origen del suelo.

El tipo de cultivo: determina el nivel de pH requerido. Ciertos cultivos son más tolerantes a la acidez del suelo que otros.

La cantidad de aluminio: En suelos ácidos, la cantidad de aluminio (Al) se incrementa en la solución del suelo. La cantidad de cal aplicada debe ser la suficiente para disminuir la cantidad de Al soluble a niveles no tóxicos para el cultivo.

[15] Estrada Álvarez Julián. Pastos y Forraje para el trópico Colombiano. Pág. 102-103

4.5.2 Composición de algunos materiales encalantes en Colombia

Tabla 6. Composición de materiales encalantes

FUENTE	$CaCo_3$	$MgCO_3$	CaO	MgO	P_2O_5	PD*
	%					
Cal Agrícola	70		40			100
Cal Viva	70		40			179
Cal apagada	80		40			136
Dolomita	55	30-40	30	15-20		109
Oxido de Mg				88		248
Dolfos	55	26	30		5	
Roca Fosfórica	57		32-40		24-30	
Calfos	70		50	1.5	12	

***Poder de neutralización

4.5.3 Pureza o valor de neutralización.

El valor de neutralización es expresado como el porcentaje de CCE, tomando al CaCO3 puro como el 100 %. A mayor valor de CCE mayor efectividad del encalado. Algunas cales agrícolas, tales como la cal dolomítica pueden tener valores superiores al 100 %. La cal agrícola contiene generalmente impurezas como grava o arena o materia orgánica que reducen el valor de CCE. El Carbono de calcio (CaCO3) puro contiene 100% (equivalentes de carbono de calcio) de CEE.

4.5.2.1 Cal agrícola

En su forma natural se encuentra como Carbonato de Calcio (CaCO3) y tiene una concentración aproximada del 40% de Calcio.

4.5.2.2 Cal viva

Es la misma piedra caliza quemada en hornos. Para aplicarla al suelo se pulveriza y se recomienda usarla solamente cuando se pueda asegurar una mezcla completa con el suelo.

4.5.2.3 Cal apagada

Conocida también como cal hidratada (Ca (OH)2), se obtiene al tratar la cal viva con agua. Es menos fuerte que la cal viva. El contenido de Calcio es alrededor del 50%. Similar a la cal viva, es un material que reacciona rápidamente, por lo cual, se debe incorporar muy bien al suelo, por lo menos 20-30 días antes de la siembra.

4.5.2.4 Dolomita

Es una mezcla de carbonatos de Calcio y de Magnesio. (CaMg (C03)2) en diferentes proporciones.

4.5.2.5 Roca fosfórica

Es una fuente de fosforo de lenta entrega o baja solubilidad y es la única fuente natural de concentración alta de fosforo, su origen es de rocas ígneas derivadas de erupciones volcánicas. La roca fosfórica es útil como material para el encalamiento es más recomendable que el Calfos debido a u bajo contenido en hierro.

4.5.2.6 Calfos o Escorias Thomas

Son un subproducto de la industria del acero, debido a la tecnología utilizada actualmente en Colombia tiene un contenido bajo en fosforo y alto contenido de hierro, el fosforo de las escorias no es soluble en agua, pero si en acido cítrico, los compuestos fosfatados son inestables y lo liberan lentamente especialmente en suelos ácidos, por ello es una fuente de fosforo muy utilizada en suelos ácidos.

4.6 SISTEMAS DE PRODUCCION

4.6.1 Sistema Orgánico

En el sistema de producción orgánico el café es cultivado bajo sombra sin utilización de insumos externos como pesticidas y fertilizantes de síntesis química o semillas transgénicas (OMG-Organismos Genéticamente modificados), los cuales son reemplazados por prácticas y procesos naturales con mínimos riesgos para la salud de los seres vivos y para el ecosistema[16].

El sistema de producción orgánico se basa en la utilización de insumos de la misma finca, como por ejemplo incorpora materia orgánica del sombrío, abonos verdes, pulpa descompuesta y excrementos de los animales compostados. Este sistema ha funcionado bien con pequeños productores debido a que sus prácticas están soportadas en la sabiduría y conocimientos ancestrales que están relacionadas con los principios de equidad y conservación de todos los elementos de la naturaleza. Dentro de las prácticas manejadas por los productores para combatir las plagas se realiza mediante prácticas de tecnología limpia tales como: control biológico, uso de trampas, podas, aplicación de productos fungicidas e insecticidas de origen orgánico.

Las variedades que han sido adoptadas para el sistema orgánico en el Cauca especialmente en los municipios de Morales, Caldono y Piendamo son caturra, arábigo y Borbón entre las diferentes variedades existentes. Sin embargo la variedad que más ha sido utilizada es la caturra por ser una variedad de porte bajo, grano grande y fácil de cosechar. Las densidades de siembra varían desde 2000 hasta 5000 plantas/ha aproximadamente, con una productividad entre 100 y 600kg café pergamino seco por hectárea.

[16] ROSAS, ROA, ANTONIO. Agricultura Orgánica Práctica. Bogotá. P. 19-23.

Según CENICAFE para este sistema la densidad de siembra optima oscila entre 2000 y 3000 plantas/ha con una productividad entre 500 -1000 kg café pergamino seco por hectárea.

De otro lado, es necesario que se adopte permanente plan de renovación de los cafetales y de los sombríos que preserven y consoliden las características ambientales del proyecto orgánico. Respetando las condiciones de conservación que deben tener los cafetales donde se produzca café orgánico, se debe buscar que la producción sea lo más alta posible.

De acuerdo a la experiencia de Cenicafé y a la de los diferentes proyectos de caficultura orgánica del país, los costos de mantenimiento de los cafetales y, en particular, las necesidades de mano de obra se incrementan notablemente en los primeros dos años de producción, lo que genera una limitante importante para el desarrollo de nuevos proyectos de caficultora orgánica.

4.5.2 Sistema tradicional

En el sistema de producción tradicional generalmente se cultiva bajo sombra y se caracteriza por hacer uso de fertilizantes de síntesis química. Sin embargo el pequeño agricultor procura no hacer uso intensivo de insumos químicos. Los caficultores que trabajan con este sistema no cuentan con un plan de fertilización adecuado, pues simplemente abonan el cafeto cada vez que se puede e igualmente los productores no tienen distancias de siembra definidas, ellos plantan su cafeto según su conveniencia. En el sistema tradicional no hay un manejo adecuado del suelo, el productor realiza prácticas que deterioran el suelo como por ejemplo practicas de desyerba con pala o azadón en terrenos pendientes, aunque este sistema anteriormente era netamente natural en los últimos 20 años ha estado influenciado por la tecnología donde se ha generado pequeñas transformaciones que han sido inevitables por la participación de instituciones del estado en las zona cafeteras del cauca.

Una característica importante en ambos sistemas es que siempre está intercalado el café con otros cultivos (inga spp, musáceas, etc), las densidades de siembra manejadas son bajas y el ciclo productivo es mayor a diez años.

Los productores asociados a la Central Cooperativa Indígena del Cauca manejan las mismas variedades tanto para el sistema orgánico y convencional entre estas variedades se tienen: Borbón, arábigo y caturra esta última variedad es la más utilizada por los productores.

4.6 ENTIDADES CERTIFICADORAS

La certificación es una de las características que distingue a la agricultura orgánica y el comercio justo, ya que para participar en el mercado se tienen que certificar los productos. En el proceso productivo debe considerar normas de producción y procesamiento previamente establecidas, y las agencias de certificación verifican el cumplimiento de esa normativa por parte de los productores.

La certificación es un instrumento de mercadeo, en cuyo proceso el productor obtiene un sello que aparece en sus productos y asegura al consumidor que se han obtenido en un proceso de producción garantizado e inocuo. Sólo con este sello el productor puede acceder al nicho de mercado de productos y obtener la diferenciación y el "sobreprecio". Dicho sello, se consigue de una empresa certificadora a través del proceso de certificación.

4.6.1 Proceso de certificación

El proceso de certificación inicia cuando el productor contacta a la agencia certificadora y solicita información, conoce y estudia las normas, contesta formularios, envía la información relativa a su cultivo, firma los acuerdos de membrecía y cubre la cuota de inscripción. El proceso comprende dos etapas: la inspección y la certificación. En la siguiente figura resume estas etapas:

PASOS DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

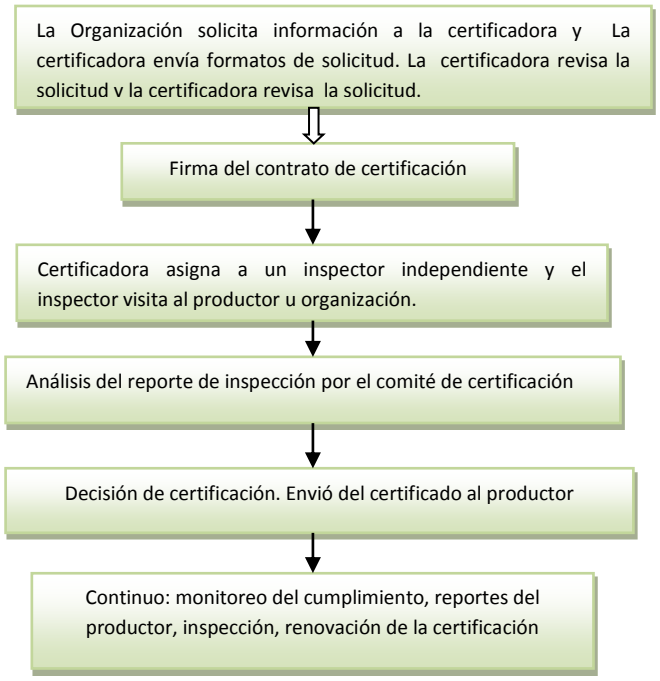


Figura 1. Pasos generales para el proceso de certificación.

4.7 CARACTERIZACION EDAFICA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

4.7.1 ECOTOPOS CAFETEROS

El Centro Nacional de Investigación del Café – CENICAFE realizó una zonificación del área cafetera en el país llamada "Ecotopos Cafeteros"; por definición el Ecotopo es una región agro ecológica delimitada geográficamente, teniendo en cuenta condiciones predominantes de clima, suelo y relieve donde se obtiene una respuesta biológica similar del cultivo del café[17]. A

[17] CENICAFE, Guía Ambiental para el Sector Cafetero. 2010

nivel general Colombia está dividido en 7 ecotopos cafeteros (1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B Y 4) ubicados geográficamente en las tres cordilleras y la sierra nevada de Santa Martha.

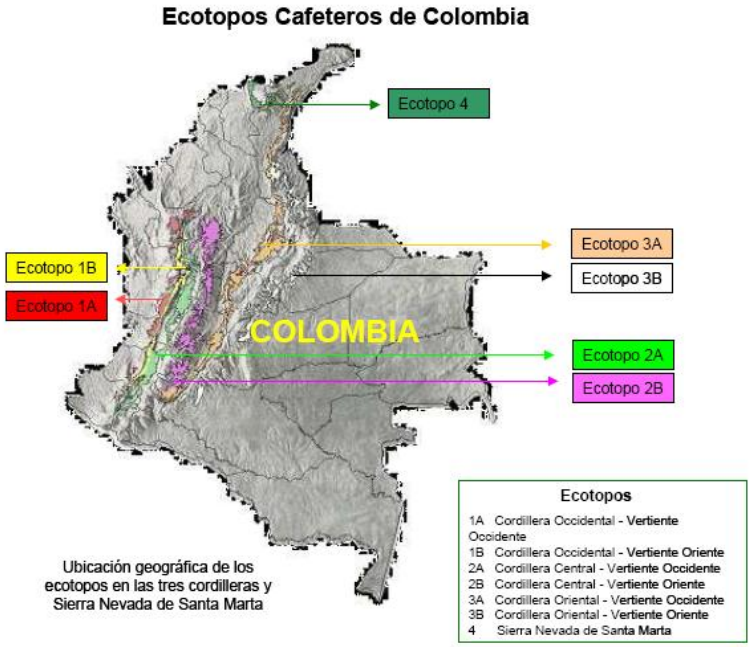
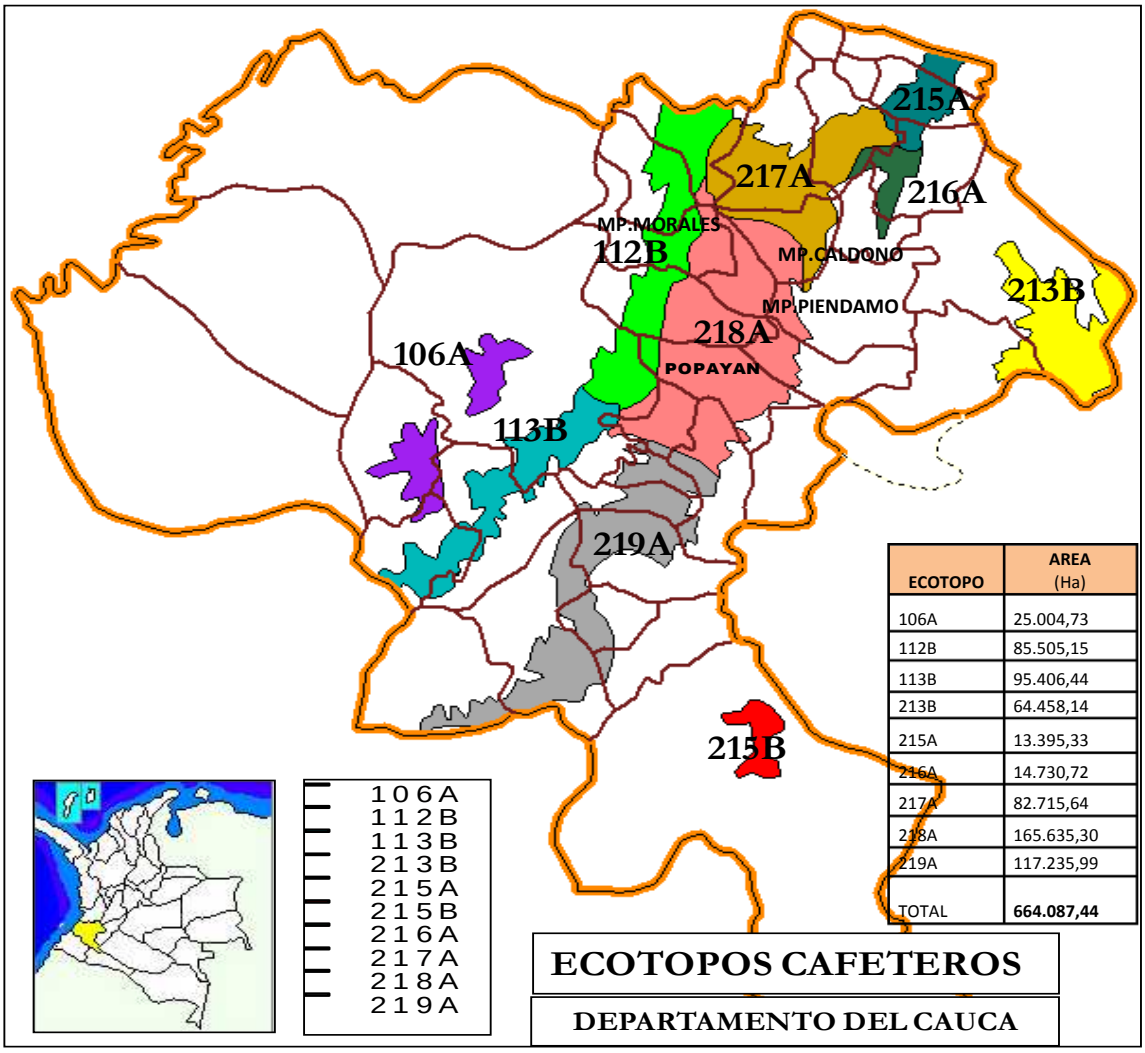


Figura 2. Ecotopos Cafeteros de Colombia

De acuerdo al estudio anterior La Federación Nacional de Cafeteros (FNC) en 1999 publico una caracterización edáfica de los ecotopos cafeteros, dividiendo geográficamente las áreas sembradas en café teniendo en cuenta la oferta ambiental y la fertilidad de los suelos. Según estos estudios el departamento del Cauca está subdividido en 9 ecotopos cafeteros, para los municipios de Piendamo, parte de Caldono y Morales les corresponde el 218A, sin embargo el municipio de Morales, específicamente para la zonas de: Honduras, Chimborazo y Agua Negra el ecotopo correspondiente es el 112B, mientras que para el Municipio de Caldono parte de las zonas de: La Aguada, Las Mercedes y Caldono les corresponde el ecotopo 217A, como se muestra en el siguiente figura:



ECOTOPO	AREA (Ha)
106A	25.004,73
112B	85.505,15
113B	95.406,44
213B	64.458,14
215A	13.395,33
216A	14.730,72
217A	82.715,64
218A	165.635,30
219A	117.235,99
TOTAL	**664.087,44**

Figura 3. Ecotopos Cafeteros del departamento del Cauca. 2008

4.7.1.1 ECOTOPO 218A

Localización: Comprende la zona cafetera de los municipios de Popayán, Timbío, Piendamó y Totoró, además de parte de la de los municipios de Cajibío, Morales, Caldono (corregimientos de Siberia y Pescador) y Tambo. Se ubica en términos generales entre los 2°18' y los 2° 58' de latitud norte, entre los 1400 y 2000 m de altitud aproximadamente. El área en estudio tiene una extensión de 167.594,9 hectáreas.

Clima: La **topografía**, de ondulada a casi plana. La temperatura media para la región, con las modificaciones enunciadas varía, en términos generales, en 0.6°C por cada 100 m de diferencia **altitudinal.**

Precipitación: La distribución de las lluvias es bimodal en toda el área del ecotopo, los déficit de humedad son de poca relevancia y estos van de 14 mm en la estación el Rosario en Cajibío

hasta los 133.8 mm en la estación Tunía en Piendamó. Dichos déficit se presentan en el periodo julio - septiembre y en ningún caso limitan la explotación agrícola del área

Litología: el ecotopo 218A comprende cinco unidades cartográficas; Unidad Piendamo (PI), Unidad el Hato (EH), Unidad Tunía, Unidad Suarez (SU), Complejo Piendamo-Purace, Complejo Purace-Suarez, pero se hará descripción de la unidad Piendamo que corresponde a la zona de estudio.

Cuadro 1. Descripción de la Unidad Piendamo del ecotopo 218A

UNIDAD CARTOGRAFICA	LOCALIZACION	SUELOS		USO MANEJO Y CONSERVACION
		Características físicas	Características Químicas	
UNIDAD PIENDAMO (PI). Material parental cenizas volcánicas,	Zona cafetera de los municipios de Morales y Piendamó, además se mapeo en parte del municipio de Caldono (corregimiento de Siberia, vereda la Buitrera)	Se destaca la presencia de bauxita, la Da y el % de poros aumentan con la profundidad, el cont. De humedad: de media alta y buena estructura.	pH: entre 5.1-5.6, MO: medio-alto, P y K bajo, CIC: alta en 1er horizonte, media 2do horzt, Al: alto, Bases totales: baja , Ca/K: baja(desbalance), Mg/K=0 desbalance, % sat. Al alto, Elementos menores: Fe: > 400 ppm, Mn: 50 - 150 ppm, Zn: 10 - 20 ppm, Cu: 0.5 - 5 ppm y B: > 0.3 ppm, no hay deficiencia.	Oferta ambiental apropiada para el cultivo de café, pendiente <50%, requiere el uso de semisombra.

4.7.1.2 ECOTOPO 112B

Localización: cordillera occidental andina, al centro occidente y noroccidente del departamento del Cauca; su posición geográfica, está delimitada entre las coordenadas 2º 30' y 3º 8' de latitud norte y 76º55' y 76º40' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich, cubriendo parcialmente los municipios del Tambo, Cajibio, Morales, Suárez y Buenos Aires

Clima: la temperatura fluctúa entre 29-12°C la primera corresponde a las riberas del cañón del río Cauca y las segundas para las cúspides de la cordillera Occidental. La zona cafetera del presente Ecotopo está ubicada entre 1.000 y 2.000 metros de altitud.

Litología: Depósitos superficiales de origen volcánico (Cenizas volcánicas), Rocas ígneas (basalto), Sedimentarias (Chert y areniscas) y Metamórficas (Pizarras).

Cuadro 2. Descripción: consociacion200, Unidad Marilopito y Altamira

UNIDAD CARTOGRAFICA	LOCALIZACION	SUELOS		USO MANEJO Y CONSERVACION
		Características físicas	características químicas	
Consociacion 200. Composición mineralógica del basalto (feldespatos, Plagioclasas (labradorita), Piroxeno (augita), Olivina, Magnetita; cuya matriz es de color negra o gris).	Mp: Suarez, el Tambo, Cajibio y Morales (Pueblillo, Bodega y Lomitas). Perfil tipo ABC	Textura arcillosa conten. Entre el 58 y 70%, derivada de basaltos de colores domiantes rojo y amarillo. El contenido de MO del horizonte A es de 10.7 a 15.3% y tiene una profundidad de 25cm. El horizonte B tiene prof. De 80cm en promedio. Da: 1.09 y 1.04g/cc. agua disponible en CA. es de 14.3%. Almacenamiento Ac.	Saturación de bases < 50%, arcilla caolinita baja actividad catiónico, debido a ello se debe fraccionar la dosis del fertilizante. pH alrededor de 4.7 . Saturación Al 54-73%. Cont. de P y K bajo. CIC 24meq/100gr. Bases totales bajas, Ca> Mg. Fe alto, Zn y Boro deficientes, Cu normal, Man medio y alto	Uso de sombrío (guamo y nogal) permanente para cafetales, con el fin de reducir la escorrentía en altas pendientes.
Unidad Marilopito	Mp: Morales (Mesón, La Bodega y Pueblillo) y en el municipio de Cajibío (Achiral, Escuela Ortega y El Edén).	pendit: inclinada-escarpada(50-75%). El espesor -Horz A <18cm, Ar>50%, MO: medios-altos. Da <0.65g/cc. Agua dispn: 7.8-20.5%. Pedregosidad	pH: 5-5.1, saturación Al 50-88% Alta, saturación de bases baja, CIC: 8-25meq/100g. Aplicación de P y K. Fe normal, Cu, Zn, B y Mn, son considerados deficientes.	Parcelas de café ubicada en vegas, con sombrío permanente guamo y transitorio plátano.
Unidad Altamira (consoacion Altamira), Material parental: pizarras, roca metamorfica, cont. Ar, cuarzo, biotita,clorita	Mp: Morales (Mesón, Chorrera Blanca, Honduras), Buenos Aires, en las veredas Casa de Zinc y Aguas Blancas,Mp: Suarez(Chorrera, Bella vista, Robles)	Pendiente: 25-75%, textura arcillosa>70%, perfiles tipo ABC,1er horizt A color oscuro, profun 25-50cm. MO: medio-alto. Da: 0.83-1.07g/cc. , contenido de humedad CA:12-15%,	pH: 5.1-5.4, saturación Al 20-85% Alta,MO:3.6-14.6%, saturación de bases baja, CIC: 7-24meq/100g(bajo-alto). Bases totls bajas. P bajo, Aplicación de P y K. Fe normal, Cu, Zn, B y Mn, son considerados deficientes.	Manejo integral ecológico. Aplicar cal agrícola o dolomítica.

4.7.1.3 ECOTOPO 217A

Localización: zona norte del departamento del Cauca, al sur del país, entre los 2° 43´ y 3° 08' de latitud norte y cotas altimétricas entre los 1100 y los 2200 m.s.n.m., en los municipios de Santander de Quilichao, Buenos Aires, Caloto y parte de Caldono.

Precipitación: La precipitación oscila entre los 1100 a 1850 mm, presentándose deficiencias fuertes que se inician hacia la segunda década del mes de junio y se extienden hasta el final del mes de septiembre.

Litología: Depósitos superficiales de origen volcánico (Cenizas volcánicas), Rocas ígneas (basalto), Sedimentarias (Chert y areniscas) y Metamórficas (Pizarras).

Cuadro 3. Descripción de la Unidad San Isidro. Ecotopo 217A

UNIDAD CARTOGRAFICA	LOCALIZACION	SUELOS		USO MANEJO Y CONSERVACION
		Características físicas	características químicas	
Unidad: San Isidro, Material parental: Cenizas volcánicas,	Recubre cerro de la Chapa, se presenta recubriendo a la unidad **Catalina** en los cerros La Teta, Garrapatero y la Chapa; a la unidad **Mandiva** en sectores de las colinas del Turco, Tres esquinas, Mandiva, Guaitalá, Mondomo y partes bajas de Caloto; hace parte, en menor proporción, de la unidad **Buenos Aires** y recubre a la unidad **200** en las vertientes noroccidentales del cerro de Munchique y en los alrededores de la cabecera municipal del municipio de Caldono	Color pardo amarillento a pardo rojizo, 1er y 2do horizonte respectivamente. C humedad disponible entre 8.8% y 15.5%.	MO:(11 - 25%) que varían de medios a altos, con tendencia a ser altos. P medio-alto, Ca, Mg y K bajo. Relación Ca/Mg=2.5 normal, Ca/K<5.5 .Cont Al 65-85% alto. CIC medio-alto. Cont de elementos menores adecuados. pH acido-muy acido.	Cultivos en faja, manteniendo cobertura noble, desyerbas con selector de malezas, barreras vivas. Debido a su baja fertilidad se recomienda los fertilizantes de formulas compuestas y uso de enmiendas.

5. MATERIALES Y METODOS

METODOLOGIA GENERAL

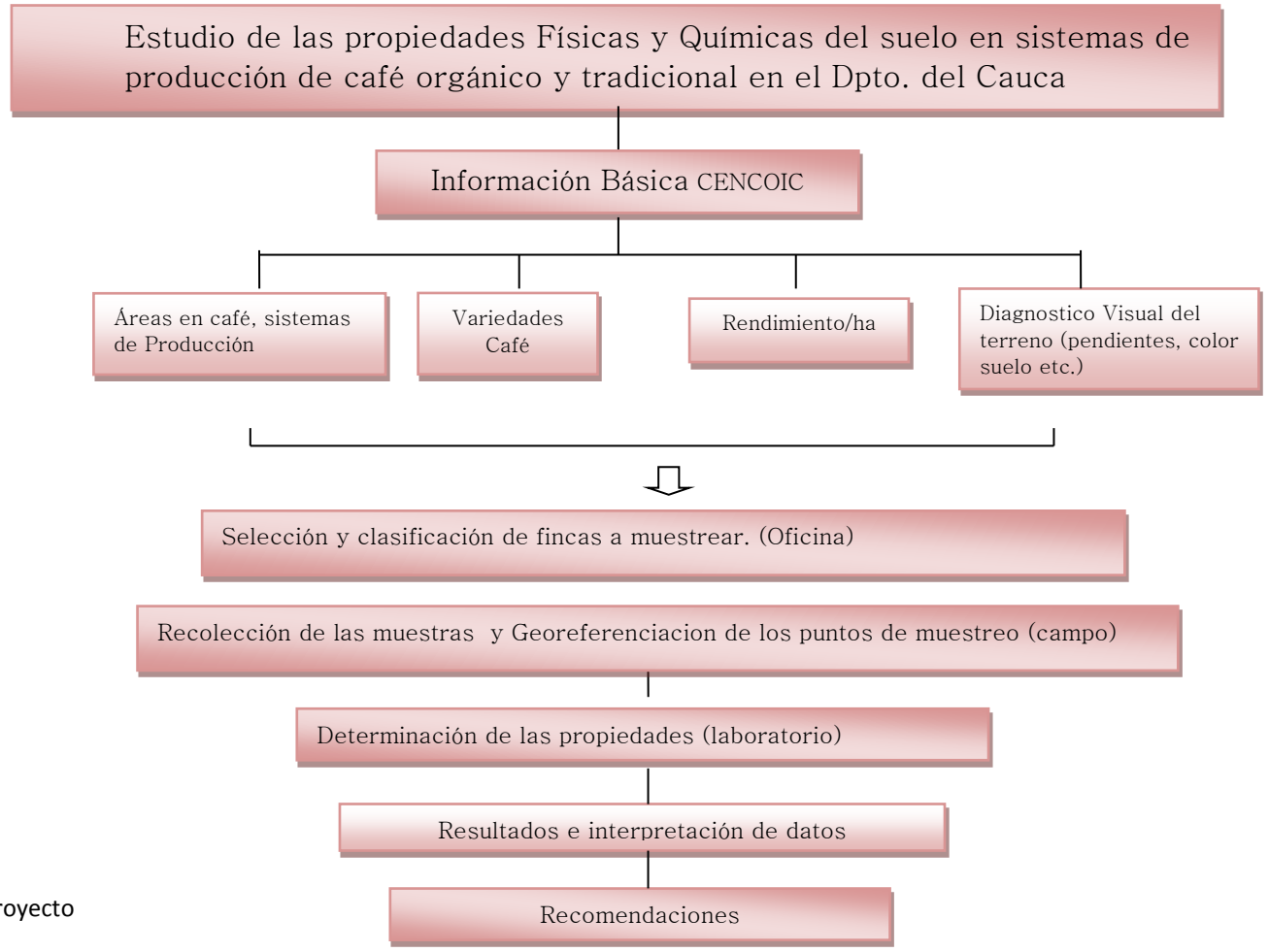


Figura 4. Esquema general del proyecto

5.1 FASES DEL PROYECTO

El tipo de muestreo a desarrollar es de carácter general se emplea para la formulación de recomendaciones generales de manejo y diagnostico del suelo. La evaluación de los sistemas de producción se llevara a cabo en tres municipios del departamento del Cauca: Piendamo, Caldono y Morales. El tipo de análisis de suelos a realizar es de caracterización de suelos. El proyecto se resume en siete pasos generales: 1.Determinacion de la zona de estudio 2.Informacion básica para el desarrollo del estudio 3.Seleccion y clasificación de las fincas a muestrear 4. Recolección de la muestras y georeferenciacion de puntos de muestreo en campo 5.Metodos empleados en el laboratorio de física y química de suelos (Universidad Nacional de Colombia) 6. Geoprocesamiento de la información 7. Interpretación de los análisis y 8.Recomendaciones.

5.1.1 DETERMINACION DE LA ZONA EN ESTUDIO

Para llevar a cabo la caracterización de la zona se realizo una extensa revisión bibliográfica y de comunicación personal, vía internet con diferentes entidades, funcionarios y personal involucrado en el manejo de la información de los estudios realizados por la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) y Centro Nacional de Investigación de Café (CENICAFE). En esta etapa se recogió información histórica de la zona como: datos meteorológicos, variedades manejadas, Áreas con cultivos de café y sistemas de producción en el departamento del Cauca.

5.1.2 INFORMACION BASICA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

Para el desarrollo del estudio se tomo información de la base datos 2008 de la Central Cooperativa Indígena del Cauca, **CENCOIC** de cada una de las fincas de los productores asociados. En esta etapa se recopilo información de: áreas sembradas en café, sistemas de producción, fecha de ingreso, variedades manejadas, rendimiento por hectárea y distribución de las fincas cartografía de las fincas (mapas obtenidos de los diagnósticos a mano alzada).

5.1.3 CLASIFICACION Y DEFINICION DE FINCAS REPRESENTATIVAS

Para definir las fincas representativas a muestrear, se determinaron criterios de selección, como Área en café, distribución de las fincas y fecha de ingreso a CENCOIC. Con los criterios establecidos se seleccionaron 42 fincas de productores orgánicos y convencionales, tratando de establecer una distribución homogénea de las fincas para cada uno de los ecotopos cafeteros. En esta etapa se definió las fincas representativas de cada zona a muestrear.

Para clasificar las fincas a muestrear bajo los dos sistemas de producción, se trabajo con tres criterios de selección:

1. Área en café
2. Distribución de las fincas
3. Fecha de ingreso a CENCOIC
4. Socio activo

Área en café: Los productores de CENCOIC manejan un área mínima de 0,25Ha y un área máxima de 5Ha. Para establecer áreas representativas se trabajo con áreas entre 1 y 2Ha para sistema de producción orgánico y para el Sistema de Producción tradicional se tomaran fincas menores o iguales a 1Ha.

Distribución en fincas: Para trabajar la distribución de fincas se conto con personal de CENCOIC (técnicos, productores y personal administrativo) y con cartografía de las zonas.

Fecha de ingreso: Se seleccionaron productores orgánicos ingresados desde el 2002 hasta 2004 y para los productores convencionales no se tuvo en cuenta fecha de ingreso debido a que en la base de datos de 2008 no se tiene esta información.

5.1.4 RECOLECCION DE LAS MUESTRAS Y GEOREFERENCIACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN CAMPO

5.1.4.1 Recolección de las muestras

Para la recolección de las muestras se siguió la guía planteada por la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (Guía para el muestreo), manual Técnico (Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina) y el libro de Fertilización y nutrición del café. CENICAFE-2008. Con estos documentos se elaboro una guía general de muestreo para el análisis fisicoquímico de las fincas productoras de café. La guía general se resumen en: reconocimiento de la finca, delimitación de lotes, toma de submuestras, empaque y recomendaciones en la toma de muestras.

Procesos de recolección de muestras:

Figuras 5 y 6. Reconocimiento de la finca y delimitación de lotes (Resguardo Chimborazo)

Figuras 7, 8 y 9. Desinfección de la herramienta y extracción de las muestras (Da)

Figuras 10,11 y 12. Recolección y rotulado de las muestras (1kg suelo aproxim).

Figuras 13 y 14. Marcación del punto de muestreo y secado de las muestras

5.1.4.2 Georeferenciacion de los puntos de muestreo

Se georefenciaron los puntos de muestreo y realizo un croquis de las fincas con GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de marca GARMIN Etrexl, se utilizaron dos tipos de GPS. Para cada una de las zonas se asigno una codificación para facilitar el trabajo.

Figura 15. GPS Garmin Etrexl, lado izquierdo con más tecnología.

5.1.5 METODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO

5.1.5.1 Determinaciones físicas

Para la determinación de las propiedades volumétricas de densidad aparente, contenido de humedad y textura se utiliza el método del cilindro (método del núcleo), estufa, Bouyoucos y pipeta de Robinson respectivamente.

Pasos para determinar textura por el método de: pipeta de Robinson:

Figuras 16, 17 y 18.Tamizado del suelo y quema de la MO con peróxido al 50%

Figuras 19,20 y 21. Suelo en maquina dispersadora, probetas y pipeteo a los 40 segundos

Figuras 22, 23 y 24. Muestras de suelo antes y después de someterlas al horno 105°C.

5.1.5.2 Determinaciones químicas

El análisis químico a utilizar es el de caracterización de suelos incluye: materia orgánica, potasio, fosforo, magnesio, calcio, sodio, CIC y pH.

Tabla 7. Resumen de propiedades a evaluar y métodos empleados

PROPIEDAD	METODO
FISICAS	
Propiedades Volumétricas	
Densidad aparente	Cilindro
Propiedades texturales	
Arena	Bouyoucos- Pipeta de Robinson
Limo	Bouyoucos- Pipeta de Robinson
Arcilla	Bouyoucos- Pipeta de Robinson
Propiedades hidrológicas	
Humedad del suelo	Estufa
QUIMICAS	
Materia Orgánica	Técnica espectroscopia (Walkley-Black)
	Titulación (Walkley-Black)
pH	Mt. Agua volumen a volumen (V.V)
Al	Mt. Cloruro de P (técnica de titulación)
Fosforo disponible (P)	Bray II
Bases Intercambiables	Acetato de amonio I Normal (Técnica de adsorción atómica)
Potasio(K)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
CIC	Mt. Cloruro de sodio

5.1.6 INTERPRETACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO.

Para llevar a cabo la interpretación de los requerimientos nutricionales para el café se baso en tablas de la guía práctica de Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. CENICAFE, y se conto con el apoyo y asesoría de profesores de la Universidad Nacional de Colombia.

5.1.7 GEOPROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Una vez tomados los datos en campo se proceso en un SIG (Sistema de Información Geográfica), el software utilizado es **ArcGis 9.2** y las herramientas utilizadas que hacen parte de este son ArcCatalog y ArcMap. En ArcCatalog se crearon los chapifiles con su sistema y proyección de coordenadas Gcs-Bogota.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio cubre tres municipios: Morales, Piendamo y Caldono, localizados al Norte del departamento del Cauca, sur occidente de la república de Colombia. El primero Está localizada a 2º 45' de latitud Norte y a los 76º38' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, comprende las zonas de estudio de los Resguardos de Agua Negra, Chimborazo y Honduras, dentro de estos resguardos se tiene en total 273 productores asociados a CENCOIC.

El segundo municipio comprende la zona plana del resguardo de la María con 136 productores asociados a CENCOIC y donde se ubican el mayor número de productores con sistema de café orgánico. En el tercer municipio se localizan los resguardos de las Mercedes, San Lorenzo de Caldono y la Aguada, en total se cuenta con 278 productores asociados a CENCOIC, según datos del 2009.

6.1.1 VARIEDADES Y AREAS MANEJADAS EN CAFÉ

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia del Comité Departamental del Cauca para los municipios de Caldono, Morales y Piendamo se manejan un área total 15.387 Ha en café, sembradas por más de 15.000 productores vinculados a diferentes programas y entidades. Las variedades manejadas por los productores son Típica, Caturra y Colombia. A continuación se presenta las áreas cultivadas en los tres municipios mencionados con sus respectivas variedades.

Tabla 8. Variedades manejadas para los municipios de Caldono, Morales y Piendamo (2009)

Municipio	V. Típica Área (Ha)	V. Caturra Área (Ha)	V. Colombia Área (Ha)	Área total (Ha)
Caldono	490.52	2347.13	725,95	3563,6
Morales	678.43	4328,15	493,04	5499,62
Piendamo	130.12	5475.32	718.03	6323,47

Tabla 9. Superficie en café por los productores de CENCOIC Vs área total en café FNC.

Municipio	Área total Café	Área Café	Área CENCOIC	CENCOIC-AREA TOTAL
	(Ha)	%	Café (Ha)	%
Caldono	3563.6	23.1602768	235.6	1.5311935
Morales	5499.62	35.7427101	329	2.1382117
Piendamo	6323.47	41.0970131	216.8	1.40901
TOTAL:	15386.69	100	781.4	5.0784152

El área total en café maneja por los productores vinculados a CENCOIC está alrededor de 782Ha, lo que equivale al 5% del área total manejada por los tres municipios del departamento del Cauca, según datos relacionados con el SICCA.

De acuerdo a la revisión de literatura citada las zonas en estudio de los municipios de Caldono, Morales y Piendamo pertenecen a los ecotopos cafeteros 112B, 217A 218A respectivamente. Estos municipios se encuentran en zonas agroecológicas óptima y marginal alta.

Tabla 10. Determinación de las zonas agroecológicas de los municipios de estudio

Municipio	Resguardo	Ecotopos Cafeteros	Zona Agroecológica
Caldono	La Aguada	**217A**	Zona Marginal Alta(1700-2000msnm)
	Las Mercedes		
	Caldono		
Morales	Agua Negra (samaria-Agua negra)	**112B**	Zona Marginal Alta
	Chimborazo(Liberia parte alta-media)		
	Honduras (El Mesón)		
	San José, Lomitas y los Andes	**112B**	Zona Marginal Baja(menor de 1300msnm)
	Honduras(Pueblillo-honduras-Medellín-Chorrera Blanca)	**112B**	Zona optima (1300-1700)
Piendamo	La María	**218A**	Zona Optima (1300-1700)

6.2 CLASIFICACION Y DEFINICION DE FINCAS REPRESENTATIVAS

Con los datos tomados de la Central Cooperativa Indígena del Cauca, CENCOIC, para 2009 se tienen en el proceso orgánico 402 productores, de los cuales 255 son certificados y los 150 restantes están en proceso de certificación, mientras que los asociados con café tradicional son aproximadamente 614 productores, de los cuales 155 productores están ubicados en las zonas a muestrear.

Los productores de CENCOIC manejan un área mínima de 0,25Ha y un área máxima de 5Ha.los resultados obtenidos en áreas de café en sistema orgánico y tradicional son los siguientes:

Sistema de producción Orgánico
Áreas < 1Ha = 104 fincas
Áreas 1-2 Ha = 228fincas
Áreas >2 Ha = 70 fincas

Sistema producción tradicional
Áreas < 1Ha = 179 fincas
Áreas 1-2 Ha = 87fincas
Áreas >2 Ha = 70 fincas

Con los anteriores datos se tomo las áreas que más se repiten, para el SPO se trabajaran fincas con áreas entre 1 y 2Ha y para el SPT se tomaran fincas menores o iguales a 1Ha.

Con los criterios establecidos se seleccionaron 42 fincas de las cuales el 50% corresponden a productores orgánicos y el otro 50% a fincas con manejo tradicional, tratando de establecer una distribución homogénea de las fincas para cada uno de los ecotopos cafeteros.

6.3 DIAGNOSTICO DE LAS FINCAS SELECCIONADAS

La Mayoría de las fincas manejadas por los productores asociados a CENCOIC presentan áreas menores a dos hectáreas, la variedad mas cultivada es caturra, se tienen cultivos desde 1año hasta los 45 años de edad. La mayoría de los cultivos están en etapa productiva, lo cual facilita la interpretación de los análisis, se tienen producciones desde 40 a 700kg/ha. Las distancias de siembra y las densidades de siembra manejadas son diversas debido a la topografía del terreno y criterio de manejo de cada productor.

Además en la mayoría de los cultivos se tiene algún grado de sombrío, sin embargo hay fincas con muy poco sombrío lo cual hace que el aporte de la materia orgánica sea bajo. En cuanto al manejo de arvenses la mayoría de productores utilizan machete para el control de estas. (Ver anexo C: Diagnostico de fincas).

6.4 INTERPRETACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS FISICOS Y QUIMICOS DEL SUELO

Para cada una de las fincas se tomaron 6 sub-muestras/ha, que fueron debidamente mezcladas hasta obtener 1 muestra por finca. El muestreo de suelos se realizo a la profundidad 0-20cm, que es lo recomendable para café, según Siavosh Sadeghian (2008). Los análisis de caracterización química se realizaron en el laboratorio del INGENIO PROVIDENCIA y los análisis físicos en el laboratorio de física de suelos de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira.

6.4.1 Físicos

Densidad aparente: la mayoría de los resultados generados de densidad aparente (Da) arrojaron valores entre 0.6 y 0.9 gr/cm^3, que representan el 66.7% del total de los resultados analizados, con lo cual se constata que estos valores según la literatura consultada corresponden a suelos derivados de cenizas volcánicas. Además se tienen valores <0.6g/cm^3 los cuales corresponden a suelos con alto contenido de materia orgánica, con un porcentaje del 14.3% de los suelos analizados. También se obtuvo un porcentaje del 19% del análisis de

los resultados con valores de Da entre 1.0 y 1.4 g/cm^3, estos valores corresponden a suelos de textura franca.

En forma general se puede decir que los valores promedio de Da (0.84 g/cm^3) no presentan ningún inconveniente o limitante para el buen desarrollo de la caficultura, además cabe destacar que estos valores de Da están en el rango apropiado para el cultivo de café, según Senén Suarez (2001).

Textura y contenido de humedad:

Con los resultados según del triangulo textural se tienen texturas: franco-Arcillo-arenoso (FArA), franco arenoso (FA), franco arcilloso (FAr), arcillosa (Ar) y franco limoso (FrL) con porcentajes del 33.3%, 28.6%, 19%, 9.5% y 9.5%, respectivamente de los suelos analizados.

Se encontraron 13 muestras de suelos con textura FArA, que corresponden al 30% de las muestras, siete de las muestras analizadas presentan porcentaje de humedad>50%, mientras el restante tienen contenidos de humedad <50%, lo cual se explica por el porcentaje alto de arena contenido en el suelo y además por que los suelos correspondientes a estas fincas tienen poco sombrío.

Doce de las muestras de suelos analizados que corresponden al 28.6% presentan textura franco arenosa, pero la mayoría de las muestras presentan contenidos menores al 50% de humedad (FA), esto se debe al mayor porcentaje de arenas, por ende mayor % de macroporos, los cuales retienen poca cantidad de agua y son de rápida permeabilidad.

Ocho de las fincas presentan textura franco arcillosa (FAr), pero la gran mayoría contienen valores menores al 50% de humedad, a pesar del porcentaje de Ar, esto es posible porque en el momento del muestreo, los suelos estaban a libre exposición sin ningún tipo de sombrío, y algunos lotes de las fincas estaban en renovación y además el tiempo de muestreo fue en época de verano y se muestreo a mediodía.

Los suelos con textura arcillosa, a pesar de su contenido de Arcilla, tienen porcentajes de humedad menores al 50%, esto puede ser posible debido al bajo contenido de materia orgánica, que como se muestra en el grafico hay una relación directamente proporcional entre el contenido de humedad y % MO, es decir a que mayor contenido de materia orgánica, mayor contenido de humedad. (Ver grafico 1).

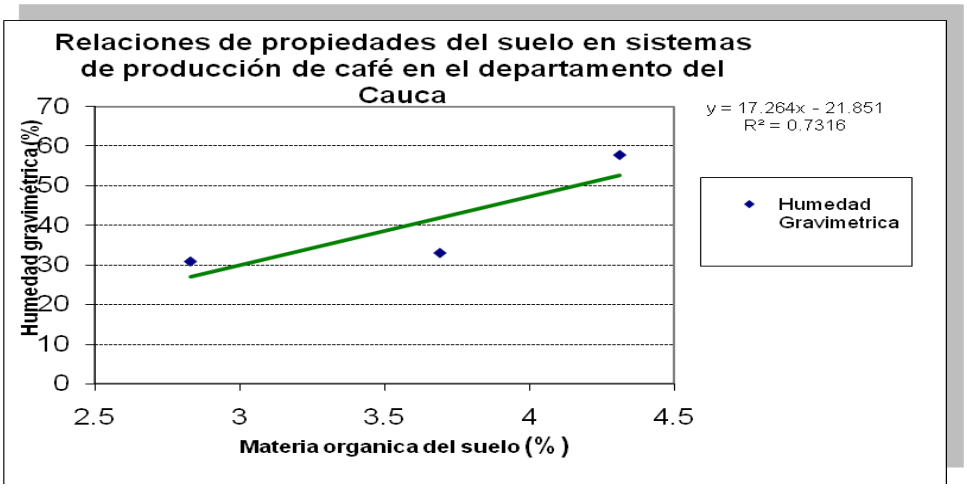


Grafico 1. Materia Organica (%) vs Humedad gravimetrica

Cabe destacar que La finca de código 5MR, que corresponde a la del Señor John Henry Velasco, presenta un contenido muy bajo de humedad (15W%), esto se debe posiblemente a que son cafeteras a plena exposición solar y sin embargo el cultivo de café tolera estos valores de humedad, pero se recomienda establecer sombrío al cafetal. Los árboles de sombrío en los cafetales permiten regular la disponibilidad del agua y atenuar los efectos negativos que los períodos prolongados de sequía causan sobre la producción[18].

A nivel general se obtuvieron valores promedio de 44.8% de humedad gravimétrica en los suelos, a pesar de que la mayoría de los suelos provienen de cenizas volcánicas, los cuales deberían presentar contenidos más altos de humedad, pero ello se debe a varios factores como son: textura, alto porcentaje de arenas, contenido de materia orgánica, topografía del terreno (>20% pendiente), manejo de cafetales con poco sombrío y lo más importante fue que se muestreo en época de verano.

A pesar de que el cultivo de café tolera bajos contenidos de humedad, de todas maneras se ve afectada el rango de producción, por ello se recomienda establecer en la mayoría de las fincas sombrío permanente, que le permite no solo mantener la humedad sino que también mejorar y mantener la fertilidad del suelo. Según Farfán Fernando y Mestre Alfonso (2004) sugieren por lo menos mantener un 45% de sombra con guamo (sombrío establecido a 12m x12m), para mantener la producción.

[18] Farfán V Fernando, Mestre. M Alfonso. Manejo del Sombrío y Fertilización del Café en la Zona Central Colombiana. CENICAFE, avance técnico 330. Diciembre 2004. Pg. 1.

Tabla 11. *Resumen de datos: textura, contenido de humedad y Da.*

	w%		Da		
FArA	> 50%	<50%	0.6-0.9	<0.6	>1.0
13	7	5	11	1	1
	w%		Da		
FA	> 50%	<50%	0.6-0.9	<0.6	>1.0
12	4	8	4	3	5
	w%		Da		
FAr	> 50%	<50%	0.6-0.9	<0.6	>1.0
8	1	7	5	0	3
	w%		Da		
Ar	> 50%	<50%	0.6-0.9	<0.6	>1.0
4	1	3	4	0	0
	w%		Da		
FrL	> 50%	<50%	0.6-0.9	<0.6	>1.0
4	2	2	2	2	0
	w%		Da		
F	> 50%	<50%	0.6-0.9	<0.6	>1.0
1	1	0	1	0	0

6.4.2 Químicos

De acuerdo con las experiencias en suelos de Colombia, para el cultivo de café los rangos generales para la determinación de niveles de fertilidad de MO (%), P, K, Ca, Mg y Al son:

Tabla 12. Rangos generales para la determinación de niveles de fertilidad en Colombia

PROPIEDAD	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
pH	-	< 5	5 - 5.5	> 5.5	-
M.O%	< 6	6.0 - 8.0	8.0 - 14	14 - 16	> 16
P(mg/kg)*	-	< 10	10.0 - 30.0	> 30	-
K(cmol/kg)**	-	<0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.85	> 0.85
Ca(cmol/kg)**	-	<1.5	1.5 - 3.0	>3.0	-
Mg(cmol/kg)**	-	<0.4	0.4 - 0.6	>0.6	-
Al(cmol/kg)**	-	<1.0	-	>1.0	-

Fuente: CENICAFE, Marzo 2007

Tomando como referencia para la interpretación de los análisis la tabla 12 y correlacionándola con resultados se analiza pH, MO, P, K, Ca, Mg y Al. (Anexo E. Análisis de resultados químicos).

pH:

Con base en la tabla anterior se clasificaron los valores de pH como bajo, medio y alto. Los análisis de suelos de las 42 fincas mostraron pH con valores entre 4.4 y 6.1, y un promedio de 5.1, lo anterior significa que son suelos medianamente ácidos, con denominación de acidez extrema, con contenidos de Aluminio intercambiable variables de 0.11 (bajo) a 13.82 meq/100gr (alto) de suelo.

Por lo tanto existe el riesgo de que algunas fincas puedan presentar problemas de toxicidad por aluminio, lo cual reduce la disponibilidad del fosforo debido a que frecuentemente hay una alta fijación de este elemento que lo lleva a formar compuestos completamente insolubles, bloquea las posiciones de intercambio y podría llegar a ser toxico para las plantas[19].

Con referencia a lo anterior se debe hacer un estudio de los problemas que puedan ocasionar el contenido del elemento Aluminio en el suelo a las plantas.

Contenido de Aluminio:

La mayoría de los suelos analizados presentan contenidos altos de Aluminio (>1meq/100g), con valores promedio de 3.1meq/100g, y si se analiza el porcentaje de saturación de aluminio casi el 50% de las muestras analizadas presentan valores mayores al 25% de saturación de Al+++. Pero conjuntamente se debe analizar la relación: $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} / Al^{3+}$. Con base a esta relación se tiene un valor mínimo de 0.07 y un valor máximo de 86.72, pero ±solo un 29% de las muestras analizadas presentan valores ≤ 1

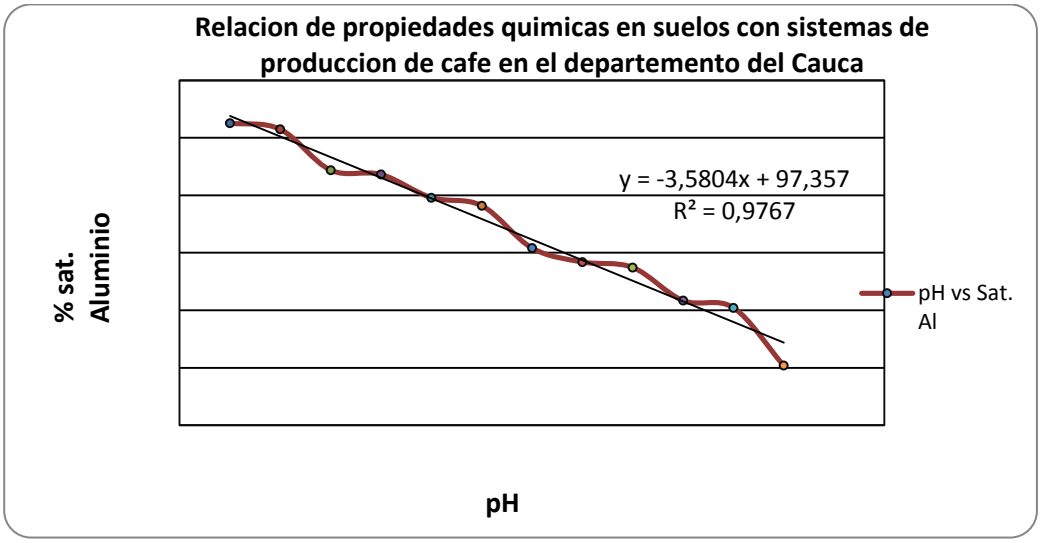
Con los datos evaluados anteriormente se tienen 12 fincas que presentan: contenidos de Al>2meq/100g, % saturación de Aluminio>25% y relación: $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} / Al^{3+} \leq 1$, estas fincas podrían presentar problemas de toxicidad por Aluminio.

Tabla 13. Parcelas-problema con alto % de saturación de Aluminio.

NOBRE PRODUCT	CODIGO-FINCA	pH	% sat. Al	MO%	Al (meq/100g)	(Ca+Mg+k)/Al
Nolbert F.Fajardo	2HJ 1	4.4	92.6	5.8	10.82	0.1
Maria T. Tumiña	2 MA 1	4.5	91.5	9.75	7.84	0.1
Diomedez Rivera	2A(1/2)	4.8	84.4	9.11	5.56	0.2
Sebastian Campo	6 CH 1-2	4.5	83.6	4.56	8.58	0.2
Angelina Medina	4 MR 1-3	4.4	79.6	4.66	7.84	0.3
Danilo M. Chocue	4A	4.8	78.2	10	4.7	0.3
German Cruces	3 HM 1	5.1	70.8	8.73	3.52	0.4
Laura Valencia	6 MR 1-3	5.1	68.4	4.31	3.42	0.4
Laurentino Chocue	5A-(1)	4.5	67.4	4.31	13.82	0.5
Virgilio Corpus Y.	1 CH 1-3	4.8	61.7	6.94	5.28	0.6
Honorio Yande C.	2 CH 1-5	4.8	60.4	5.07	3.82	0.6
Serafín Nene	5 CH	5.2	50.4	16.94	2	1.0

[19] Jaramillo. Ciencia del Suelo. Pg. 355-361.

Como se aprecia en la tabla anterior los suelos de estas fincas presentan porcentajes de saturación de Aluminio mayor al 50%. Con contenidos de materia orgánica entre 4.1 y 16.94 %MO y valores de pH inferiores a 5.3, lo cual reducen la disponibilidad de nutrientes para las plantas, por ello se denominaron fincas-problema. Estas fincas correspondientes a las zonas de Chimborazo, Agua Negra, Honduras las Mercedes y la María.



Grafica 2. Relación de % de saturación de Aluminio vs pH

La grafica 2, muestra como el porcentaje de saturación de Aluminio es directamente proporcional al valor del pH, es decir, que al acidificarse el pH el porcentaje se saturación de aluminio se incrementa. Por lo cual requieren urgentemente un plan de encalamiento para neutralizar (llevar a formas insolubles) el exceso de Al y corregir el pH del suelo, antes de empezar un programa de fertilización.[20]

Los resultados de pH y Aluminio muestran una tendencia correlativa, por ejemplo, el valor más alto de Aluminio de 13.82meq/100gr (finca el guadual- código 5A), corresponde al valor más bajo de pH (4.5).

Promediando los contenidos de Aluminio para los suelos con pH comprendidos entre 4.5 y 5.5, se tienen valores Aluminio de 3.096 meq/100gr. Asumiendo según Ararat[21], para suelos ácidos existe un factor de encalamiento: 1meq+++/100 g de suelo se neutraliza con 1meq Ca+++/100g, esto se obtiene aplicando 1046kg/ha de cal agrícola con el 70% de pureza, lo que equivale aplicar 21bultos/ha de cal agrícola. (Ver anexo E: cálculos de encalamiento).

[20] Farfán V. Fernando, Mestre M. Alfonso. CENICAFE. Caldas. 2004.

[21] Ararat Orozco Milton C. Curso: Fertilidad de Cultivos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.2007.

MO%:

De acuerdo al análisis, se tienen de porcentajes de MO desde 2.27 (muy bajo) hasta 23.8 de % MO (muy alto), con un promedio de 9.11% de MO ubicándose este valor en un rango medio de materia orgánica, sin embargo se debe tener en cuenta que ±45.5% de las fincas presentan valores bajos de MO (<8%), de las cuales un 20% de las fincas corresponden al SPO y el restante al manejo con SPT.

Nitrógeno Total (%)

Se Considera que la 5ta parte de la MO corresponde al N total. Para una mejor interpretación de esta propiedad se tiene en cuenta el clima, la mayoría de las zonas en estudio se ubican en un clima templado (entre 1000 y 2000m.sn.m.).

Tabla 14. Interpretación del (%) N total

Clima	Bajo	Medio	Alto
Frío	Menos de 0.25	0.25 – 0.5	Mayor de 0.5
Templado	Menos de 0.15	0.15 – 0.25	Mayor de 0.25
Cálido	Menos de 0.1	0.1 – 0.2	Mayor de 0.2

Fuente: Curso de Nutrición de Cultivos. Ararat. Universidad Nacional de Colombia 2008

Las fincas analizadas tuvieron un promedio de 0.45 % de N total, ubicándose en un rango alto, sin embargo, se encontraron valores bajos entre 0.11 y 0.14 % de NTotal correspondiente a las fincas orgánicas del señor Ismael Dizu y Dídimo Flor, respectivamente.

Fosforo (P): el contenido de este elemento en el suelo es bajo (<10ppm), los suelos de las fincas analizadas tienen valores entre 0.25 y 7ppm de fosforo, estos valores posiblemente se deban al pH (acido) y al contenido de Al (>1cmol/kg) en el suelo que reducen la disponibilidad de este elemento. Sigue siendo fundamental llevar a cabo la práctica de encalamiento para poder aumentar la disponibilidad de fosforo en el suelo y además es necesario suministrarle a los suelos de las fincas muestreadas este elemento mediante productos provenientes de roca fosfórica (fosfórica pesca, Huila, codifhos entre otros).

Según los análisis los suelos de las fincas requieren una dosis de fosforo (P_2O_5) que oscilan entre 400 y 125kg/ha/año para cafetales en producción con sistema orgánico y entre 300 y 40kg/ha/año para cafetales manejados con sistema tradicional, sin embargo CENICAFE recomienda dosis de sostenimiento de 60kg/ha/año, con contenidos de fosforo< 10 (mg/kg), cabe aclarar que estas son las cantidades que se necesitan en puro o asimilables y que aumenta según el tipo y la clase de fertilizante utilizado.

Potasio (K). La mayoría de los suelos analizados presentaron valores bajos de este elemento (<4meq/100g), con un promedio de 0.29meq/100g, lo cual significa que los suelos de las fincas cafeteras analizadas presentan deficiencia de K.

Según los resultados de las fincas analizadas se necesitan aplicaciones entre 600 y 40kg/ha/año para sistemas de producción orgánico y dosis entre 480 y 100kg/ha/año para los sistemas de producción tradicional. Según CENICAFE el cultivo requiere una dosis sostenimiento de potasio entre 300 y 260 kg/ha/año para contenidos menores de 0.4 meq/100g.

Calcio (Ca): los suelos analizados presentaron contenidos de calcio desde 0.29 meq/100g (bajo) hasta 13meq/100g (alto), y un promedio de 4.3meq/100g lo que significa que el contenido de Ca en el suelo es bueno, sin embargo para valores bajos (<1.5meq/100g) de Ca, es necesario encalar para suplir y corregir la necesidad de Calcio en el suelo, pero junto a ello se debe analizar el valor del pH y del catión Al, y así poder determinar la cantidad de cal aplicar.

Magnesio (Mg). Las muestras analizadas presentaron un promedio de 1.99meq/100g de Mg, ubicándose en un rango alto de Mg, pero se tiene valores mínimos y máximos de Mg desde 0.24 meq/100g (bajo) hasta 8.14 meq/100g (alto).

Esto significa que con solo la práctica de encalamiento se estaría suministrando las necesidades de los elementos calcio y magnesio y que no es necesario hacer uso de otros elementos.

CIC: para una mejor interpretación se muestra la siguiente información de la capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 15. Capacidad de intercambio de catiónico

Baja.	< 10 Cmol (+) /Kg de suelo
Media	10 – 20 Cmol (+) /Kg de suelo
Alta	> 20 Cmol (+) /Kg de suelo

De acuerdo a los resultados interpretados se tienen un valor mínimo de CIC de 2.31meq/100gr (bajo) y un valor máximo de 22.48meq/100g (alto) y un promedio 10.52meq/100g, ubicándose en un rango medio, sin embargo esta propiedad está ligada a otros factores que se deben analizar**.**

Para determinar las necesidades de fertilización (NAF) para cada una de las fincas analizadas es necesario saber el requerimiento del cultivo y el aporte del suelo (con base en el análisis de

suelo). Para determinar el requerimiento del cultivo se tiene en cuenta la el tipo de cultivo, la etapa y la nutrición del cultivo.

Requerimiento del cultivo (RC):

La mayoría de los cultivos de café están en etapa productiva, a excepción de 2 fincas en etapa de crecimiento, los requerimientos del cultivo se ajustan de acuerdo a las recomendaciones hechas por Siavosh (2008). Anexo F (Requerimientos de N, P, K , Mg y Ca).

Con dichas recomendaciones Se tienen requerimientos de Nitrógeno desde 240 a 300kg/ha para cultivos en etapa productiva y 35 a 36g/planta en etapa de crecimiento, mientras que del elemento potasio el requerimiento va desde 100 hasta 300kg/ha y de 25 a 40g/planta, para etapa de crecimiento y la mayoría de las fincas necesitan 60kg/ha de fosforo en etapa productiva.

Aporte del Suelo (APS):

De acuerdo a los resultados a nivel general los suelos de las fincas son deficientes principalmente en fosforo, en menor cantidad en nitrógeno y potasio, mientras que en Magnesio estos suelos poseen una cantidad considerable, es decir que estos suelos no se necesitan Mg (674kg/ha en promedio). Anexo H

Necesidad de Aplicación de fertilizantes (NAF):

Para determinar la necesidad de aplicación de fertilizantes se resta requerimiento del cultivo menos el aporte del suelo, sobre la eficiencia del fertilizante (EF) que depende del tipo fertilizante y el sistema de producción manejado, se propone los siguientes porcentajes de eficiencia. (Ver anexo H: eficiencia de fertilizantes).

Tabla 16. Eficiencia de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos

Elemento	**Fertilización Orgánica**	**Fertilización química**
N:	40%	60%
P:	15%	20%
K:	40%	50%

Una vez determinada la eficiencia para cada uno de los elementos (N-P-K) tanto en el SPO Y SPT se calculo las necesidades de aplicación del fertilizante a aplicar.
Se hacen las recomendaciones para las fincas de productores del proceso orgánico con base en dos abonos seleccionados por presentar las mejores características químicas (lombricompost con pulpa de café y bocaschi) y para los productores con sistema de producción tradicional se realizaron las recomendaciones con productos como la urea con 46% de N, DAP (46% P_2O_5) y Cloruro de Potasio (60% de K_2O). (Ver anexo H)

Se identificaron catorce muestras de suelos provenientes de las zonas de Caldono, la Aguada y la María, la gran mayoría corresponden al sistema de producción orgánico, son suelos que presentan buenas características químicas y por lo tanto las necesidad de fertilizar es mínima, es decir que solo requieren dosis de sostenimiento, como se muestra a continuación.

Tabla 17. Fincas con necesidades mínimas de fertilizantes

		NAF= RC-AS/EF ORGANICO				
		N	P	K	Mg	Ca
NOMBRE-FINCA	CODIGO	kg/ha				
Buena vista	3 MA	-452	125	-198	0	-
Loma el Medio	5 MA 1-5	-218	390	-1194	-	0
Z. E. Muñoz	2MR 1-4	-171	60	-1687	0	0
La Carmelita	6 MA 1-3	-111	391	456	-	-
Antonio Guetio	1CL	-177	311	440	-	0
Toribio Camp	2CL	-164	307	445	-	0
José H. Tumbo	6CL	-536	248	135	-	-
Miguel P. Bototo	4CL	132	-224.3	456.5	-	-
Los Naranjos	6A (1)	531	368	-67	0	-
La Palma	3 CH 1-2	574	312	-1876	0	0
Manuel Quintín	1AG	177	238	-46	-	0
Avelio Labio. R	2AG	262	310	-2527	-	0
Fredy Quitumbo	3AG	295	338	-1302	-	0
Yodilma. Ramos	4AG	323	334	-862	-	0

En la tabla siguiente se resumen los valores promedio de las necesidades de aplicación de los fertilizantes que lo pueden tomar los productores cafeteros como base para la nutrición de sus cultivos tanto para el sistema de PO y PT de nitrógeno, fosforo y potasio, para el sistema de PO se proponen tres alternativas de fertilización en la primera se plantea utilizar el estiércol de porcino, lombricompost y bocaschi para cumplir con los requerimientos de los 3 nutrientes se debe utilizar una dosis promedio de 170 bultos/ha, 481bultos/ha y 411bultos/ha respectivamente, en el segundo caso se sugiere utilizar porquinaza (135bultos/ha) después lombricompost (14bts/ha) y un producto rico en fosforo (7bts/ha). Para el tercer caso se puede utilizar 170 bts/ha de compost de gallinaza y 26bls/ha de kelmix, las recomendaciones anteriores son anual. Para el manejo de sistemas PT se propone usar Urea, Dap y KCl en promedio se sugiere dosis de 9bts/ha, 11bts/ha y 2bts/ha respectivamente.

Tabla 18. Resumen de los Valores Promedio de las necesidades de de aplicación sistema PO Y PT, según análisis de suelos.

	NAF(kg/ha)		DOSIS- SPO (bts/ha)								DOSIS -SPT (bts/ha)		
	SPO	SPT	CASO I			CASO II			CASO III		46% N	46% P2O5	60%k2O
NTR			Pqz	Lm-cpst	Bcsh	Pqz	Lm-cpst	R-F	Cp-GZ	Kelmix	Urea	Dap	KCl
N	300	200	135	196	**411**	**135**	-	-	**170**	2	9		
P205	330	250	**170**	**481**	47	170	14	7	4	**26**		11	
K20	63	50	122	15	29	122	-	-	4	3			2

6.6 CARTOGRAFIA DE LAS FINCAS

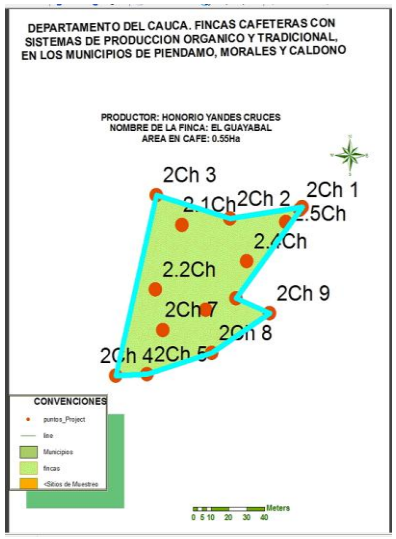
6.6.1 Ubicación general de muestreo de suelos en las fincas cafeteras

Se muestra una cartografía muy general correspondientes a los municipios de Piendamo, Morales y Caldono, donde simplemente se muestran puntos, los cuales corresponden a los sitios donde se realizo el muestreo. Ver anexo G (Ubicación general de muestreo)

6.6.2 Área real de las fincas muestreadas

El cuadro siguiente muestra las áreas en café tomadas de la base de datos de CENCOIC y las áreas analizadas mediante un SIG (GPS-ArcGis), en general hay una diferencia total de 19.7Ha de las 44 fincas estudiadas, esa diferencia está por encima del área real. Ver anexo H.

Ejemplo: finca el Guayabal (Chimborazo)



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Analizando las propiedades físicas de los suelos independientemente del sistema de producción, las fincas muestreadas presentaron en promedio densidad aparente 0.8gr/cm³ lo cual no presentan ningún inconveniente o limitante para el buen desarrollo de la caficultura en las zonas estudiadas, además cabe destacar que estos valores de Da están en el rango apropiado para el cultivo de café, según Senén Suarez (2001).

- La mayoría de las fincas presentan suelos de textura franca, aceptable para desarrollo radicular del cafeto, con contenidos de humedad entre 15 y el 68% de humedad gravimétrica y un promedio del 44.8%, a pesar de que la mayoría de ellos provienen de cenizas volcánicas, deberían presentar contenidos más altos de humedad, pero ello se debe a varios factores como son: textura, contenido de materia orgánico, alto porcentaje de arenas, topografía del terreno (>20% pendiente), manejo de cafetales con poco sombrío y lo más importante fue que se muestreo en época de verano.

- A pesar de que el cultivo de café tolera bajos contenidos de humedad, de todas maneras se ve afectada el rango de producción, por ello se recomienda establecer en la mayoría de las fincas sombrío permanente, que le permite no solo mantener la humedad sino también mejorar y mantener la fertilidad del suelo. Según Farfán Fernando y Mestre Alfonso (2004) sugieren por lo menos mantener un 45% de sombra con guamo (sombrío establecido a 12m x12m), para mantener la producción.

- No fue posible obtener una diferenciación significativa entre las propiedades físicas y químicas de suelos con los sistemas de producción orgánico y tradicional en las zonas estudiadas. A pesar de que se evaluó zona por zona no se encontraron diferencias marcadas para poder concretar si un sistema de producción es mejor que otro, esto es posible debido a que la mayoría de productores que manejan su sistema de producción orgánico no lo realizan con las técnicas sugeridas para un proceso orgánico, es decir que la connotación para hacer orgánico es simplemente no utilizar productos de síntesis química y para los productores con sistema tradicional fertilizan sus cafeteras cada vez que se puede mas no con las técnicas que se sugieren por ello tal vez no es posible tener una diferenciación en los sistemas estudiados.

- Sin embargo se identificaron catorce (14) muestras de suelos ricos en diferentes elementos como nitrógeno, potasio, magnesio y calcio. De las cuales doce corresponden al sistema de producción orgánico, la mayoría ubicadas en las zonas de

Caldono y la Aguada (zonas ubicadas a mas de 1600m.s.n.m, done el proceso de mineralización es mas lento).

- Los análisis de suelos de las 42 fincas mostraron un pH con valores entre 4.4 y 6.1, y un promedio de 5.1, lo anterior significa que son suelos ácidos, con denominación de acidez extrema, con contenidos de Aluminio intercambiable variables de 0.11 (bajo) a 13.82 meq/100gr (alto) de suelo.

  Por lo tanto existe el riesgo de que algunas fincas puedan presentar problemas de toxicidad por aluminio, lo cual reduce la disponibilidad del fosforo debido a que frecuentemente hay una alta fijación de este elemento que lo lleva a formar compuestos completamente insolubles.

- Con respecto al contenido de aluminio se logran identificar doce fincas con saturación de aluminio, correspondientes a las zonas de Chimborazo, Agua Negra, Honduras las Mercedes y la María, denominadas fincas-problema, debido a que presentan porcentaje de saturación de Aluminio mayor al 25%, aluminio intercambiable mayor a 2cmolAl/100g y relación calcio, Magnesio y potasio menor o igual a uno.

- Con la interpretación de los análisis de las finca problema se observo gráficamente que el porcentaje de saturación de aluminio es directamente proporcional al valor del pH, es decir, que al acidificarse el pH el porcentaje se saturación de aluminio se incrementa. Por lo cual requieren urgentemente un plan de encalamiento para neutralizar el exceso de Al y corregir el pH del suelo, antes de empezar un programa de fertilización.

- La gran mayoría de los suelos de las fincas muestreadas presentaron bajos contenidos de fosforo menores a 10ppm (nivel crítico), es decir que la deficiencia de este elemento en las fincas es alta, por lo cual las recomendaciones deben ir enfocadas a suplir las deficiencias de este elemento en el suelo. Por ello se requieren una dosis de fosforo (P_2O_5) que oscilan entre 400 y 125kg/ha/año para cafetales en producción con sistema orgánico y entre 300 y 40kg/ha/año para cafetales manejados con sistema tradicional, independientemente del sistema se recomienda dosis de sostenimiento de 60kg/ha/año.

- La mayoría de los suelos de las fincas analizadas presentan deficiencia de K, por lo tanto necesitan aplicaciones entre 600 y 40kg/ha/año para sistemas de producción orgánico y dosis entre 480 y 100kg/ha/año para los sistemas de producción tradicional. Independientemente del sistema utilizado se requieren dosis sostenimiento entre 300 y 260 kg/ha/año para contenidos menores de 0.4 meq/100g.

- En resumen los productores cafeteros como base para la nutrición de sus cultivos pueden utilizar las siguientes recomendaciones. Para el sistema de PO se proponen tres alternativas de fertilización en la primera se plantea utilizar el estiércol de porcino, lombricompost y bocaschi se debe utilizar una dosis promedio de 170 bultos/ha, 481bultos/ha y 411bultos/ha respectivamente, en el segundo caso se sugiere utilizar porquinaza (135bultos/ha) después lombricompost (14bts/ha) y un producto rico en fosforo (7bts/ha). Para el tercer caso se puede utilizar 170 bts/ha de compost de gallinaza y 26bls/ha de kelmix, las recomendaciones anteriores se deben realizar cada año. Para el manejo de sistemas PT se propone usar Urea, DAP y KCl en promedio se sugiere dosis de 9bts/ha, 11bts/ha y 2bts/ha respectivamente.

- Por último para cada una de las fincas de acuerdo a su sistema de producción se dan una serie de recomendaciones y alternativas de fertilización basadas en los análisis de suelos y material bibliográfico consultado. Ver anexo I.

8. BIBLIOGRAFIA

ARANGO, A. MIGUEL A. TESIS. Zonificación Agroecológica del Café en Puerto Rico y Análisis Estructural y de Composición de Especies Arbóreas Presentes en el Agroecosistema Cafetero. Universidad de Puerto Rico, 2007.P.3.

[2]RAMOS, R. HECTOR F., QUINTERO. EDGAR M., CARVAJAL, P. SARAH. V. El Sistema de Producción del Cafeto en Colombia. Curso: Café, Cacao y Musáceas. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2007.P.3-4.

[3] URIBE.M, PEDRO. Suelos para el Cafeto. Centro Nacional de Investigación de Café. CENICAFE. Chinchina-Caldas. Cartilla Cafetera. N° 3.P.57-60.

[4] JARAMILLO.J.DANIEL.E. Ciencia del Suelo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002.P.352-353.

[5]JARAMILLO.B. JAVIER. Propiedades físicas y químicas. Curso: Manejo y conservación de Suelos. Palmira. Universidad Nacional de Colombia.2008.s.p.

[6] TAFUR., H. HAROLD. Conceptos Básicos para el Riego en los Cultivos. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 2005. P.18.

[7]S.n. Manual del Cafetero Colombiano.4ta Edición. Chinchina-Caldas: Federación Nacional de Cafeteros. 1979. p.31

[8] Siavosh. S. Khalajabadi. Fertilidad del Suelo y Nutrición del Café en Colombia. Chinchina-Caldas: Centro Nacional de Investigación de Café.2008.P.20-21.

[14] Muñoz, T. José S. Tesis, Compostaje en Pescador, Cauca: Tecnología apropiada para el manejo de residuos orgánicos y su contribución a la solución de los problemas medioambientales. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2002.P.7

[15] Estrada Álvarez Julián. Pastos y Forraje para el trópico Colombiano. 2003. Pág. 102-103

[16] ROSAS, ROA, ANTONIO. Agricultura Orgánica Práctica. Bogotá: 2000. P. 19-23.

[17] CENICAFE, Guía Ambiental para el Sector Cafetero. Caldas. 2002.

[18] Siavosh S. Khalajabadi. Fertilidad del Suelo y Nutrición del Café en Colombia. CENICAFE, Chinchina-Caldas-Colombia.2008.

[19] Senén Suarez, Vásquez. La Densidad Aparente en el suelo y Recomendaciones de fertilizantes para los cafetales. CENICAFE, Avance Técnico 292. Chinchina, Caldas. Colombia. 2001

[20] Farfán V Fernando, Mestre. M Alfonso. Manejo del Sombrío y Fertilización del Café en la Zona Central Colombiana. CENICAFE, avance técnico 330. Diciembre 2004. Pg. 1.

[21] Ararat Orozco Milton C. Curso: Fertilidad de Cultivos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.2007.

PEREZ ARIDIO., CARLOS CESPEDES., NUÑEZ PEDRO. Caracterización Química-Física y Biológica de Enmiendas Orgánicas Aplicadas en la Producción de Cultivos en República Dominicana. República Dominicana: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, s.f.

ZAGAL, Erick; RODRIGUEZ, Nicasio; VIDAL, Iván y HOFMANN, Glenn. EFICIENCIA DE USO Y DINAMICA DEL NITRÓGENO EN UNA ROTACION CON Y SIN USO DE RESIDUOS. *Agric. Téc*. 2003, vol.63, n.3 [citado 2009-12-14], pp. 298-310.Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000300009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0365-2807. Doi: 10.4067/S0365-28072003000300009.

Samuel L. Tisdale, Werner L. Nelson, James D. Beaton and Jhon L. Havlin. Soil Fertility and fertilizers. Fifth Edition. 1993.

ANEXO A.

Tabla A 1. Análisis químico de lombricompost (pulpa de café descompuesta por lombriz Roja Californiana. CENICAFE[22]

Ref	pH	Humedad	Cenizas	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
				(%)					(mg/kg)				
1	6.6	61	43	2.6	0.4	2.1	1.8	0.4	5.51	312	133	61	84
2	8.1	59	45	3.1	0.6	7.1	2.2	0.4	6.85	346	100	71	73
3	7.4	58	60	3	0.3	3.2	1.8	0.4	1.08	272	82	67	60

Ref 1. Promedio de 17 muestras analizadas, ref 2. Muestras provenientes de Florida Blanca y ref 3. Muestras provenientes de Chinchina Caldas.

Tabla A2. Propiedades químicas para diferentes tipos de Bocaschi[23].

Tipos Bocaschi	pH	CE (dS/cm)	Contenido en %					
			MO	N	P	K	Ca	Mg
BPP	8.1	8.92	32.1	1.48	3.87	2.26	11.66	1.19
BPJ	8.8	13.48	44.7	1.48	6.11	3.63	21.73	1.47
BAA	8.6	21.2	20.1	1.52	1.56	2.98	11.43	1.35
BJJ	8.2	17.66	40.2	1.67	1.35	2.59	4.58	1.18
BBO	6.7	14.3	40.2	1.39	0.78	1.5	8.17	0.84
BVT	8.4	6.95	22.1	1.09	1.24	1.8	7.5	1.23

Tabla A3. Materiales usados en los tipos de bocaschi

Tipos Bocaschi	**Cantidad de mezclas de materiales usados en diferentes tipos de bocaschi**
BPP	658kg de cascarilla de arroz carbonizada al horno, 658kg de gallinaza, 23 kg de melaza y afrecho de arroz y 23 kg de tierra de bosque
BPJ	1316kg gallinaza, 1316kg de pulpa de café, 100kg de tierra de bosque y menos de 50kg de residuos vegetales
BAA	1818kg de gallinaza, 1818kg estiércol vacuno, 364kg cascarilla de arroz quemada, 227kg cascarilla de arroz sin procesar, 227kg pedúnculo del racimo de banano picado,227kg afrecho de arroz, 9kg materiales inoculados con microorganismos eficientes,30Lde maleza y 200L agua.
BJJ	1818kg de gallinaza, 1818kg estiércol vacuno, 545kg de ceniza de cascarilla de arroz, 275kg suelo de bosque, 91kg afrecho de arroz, 2.3kg levadura,95L de melaza y 200L agua.
BBO	1818kg gallinaza, 909kg estiércol bovino,682kg estiércol ovino o de cabra, 445kg ceniza de cascarilla de arroz, 227kg aserrín de madera, 445kg de afrecho de arroz, 2.3kg levadura, 95L de melaza y 190L suero de leche.
BVT	1600kg gallinaza, 1600kg estiércol vacuno, 1000kg ceniza cascarilla de arroz, 275kg de tierra de bosque, 91kg de afrecho, 2.3kg levadura, 95L de melaza y 200L agua.

[22] Ibid., P.19.

[23] PEREZ ARIDIO., CARLOS CESPEDES., NUÑEZ PEDRO. Caracterización Química-Física y Biológica de Enmiendas Orgánicas Aplicadas en la Producción de Cultivos en República Dominicana. República Dominicana: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, s.f.

ANEXO B.

DIAGNOSTICO DE FINCAS

CODIGO MUESTRA	PRODUCTOR	N. FINCA	AREA-CAFÉ (Ha)	CARACTERISTICAS CULTIVO					MANEJO PLANTACION					PROPIEDADES DEL SUELO	
				Vrd.	Edad (años)	Eta-dsrll.	PRDC.	Kg/Ha	Dist-Siembra	DS	Nv-Sombrio	Fertiliz-aplicados	ctrl-arvenses	FISICAS	TOPOGRF.
1A	MARINO PILCUE	EL AGUACATAL	1.25	CTR-TRD	5-12	Produc.	248	198	1.80x1.20	6000	Medio	4 bultos cal	Manual(macht)	Pedrg	Escarpada
2A	DIOMEDEZ RIVERA	EL DIAMENTE	0.5	CTR	3-10	Produc.	230	460	1.6*1.2	2600	bajo	-	Manual(macht)		Lg. Inclinada
3A	LUZ MARINA RIVERA	PIEDRA GRANDE	0.7	CTR	3	Produc.	150	214,3	1.3*1.2	2000	bajo	-	Manual(pala)		muy Escarpd
4A	DANILO MARIN CHOCUE RIVERA	RANCHITO ALEGRE	0.5	CTR	21	Produc.	209	418	1.60x1.20	3200	Medio	-	Manual (macht)		Lg. Inclinada
5A	LAURENTINO CHOCUE	EL GUADUAL	1	CTR	4-45	Produc.	150	150	2x2	3300	Alto	-	Manual (macht)		mod.Escarpd
6A	MARIA SELINA COMETA	LOS NARANJOS	0.6	TRD	10	Produc.	150	250	2.5x1.2	3500	Medio	-	Manual (macht)	M.dr./pdr	F.Inclinada
6 A (2)	MARIA SELINA COMETA	EL NOGAL	0.4	CTR	7	Produc.	150	375	1.3X1.2	2200	bajo		Manual (macht)		F.Inclinada
1CH	VIRGILIO CORPUS YOTENGO	LOMITAS	2	CTR	2-10	Produc.	250	125	1.6X1.30	6000	Medio	6 blt-Triple-15	(Herbicida)		Escarpada
2CH	HONORIO YANDE CRUCES	EL GUAYABAL	1	CTR	1-9	Produc.	258	258	1.40X1.40	1800	Medio	-	Manual (macht)		Ondulada
3CH	GERMAN CRUCES	LAS PALMAS	0.25	CTR	9	Produc.	150	600	2.0x1.80	1500	Medio		Manual (macht)		Ondulada
4CH	LEONIDAS VIVAS	EL CEDRAL	1	CTR	19	Produc.	170	170	2.2*1.5	4400	Alto	-	Manual (macht)		Quebrada
5CH	SERAFIN NENE	EL CABUYAL	2	CTR	8	Produc.	144	144	1.5*1.2	4808	Medio	-	manual (pala)		Quebrada
6CH	SEBASTIAN CAMPO	CERRITO EDEN	1	CTR	4	Produc.	94	94	1.2x1.1	3000	Medio		Manual (macht)		Quebrada
1HJ	DIDIMO FLOR MONTENEGRO	LA ESPERANZA	1.25	CTR	3-19	Produc.	327	262	1.3x1.3	5370	Alto	-	Manual (macht)		Quebrada
2HJ	NOLER FLOR FAJARDO	LA PEÑA-PALMA	1.25	CTR	4	Produc.	225	180	1.3X1.2	2000	bajo	-	Manual (macht)		Ondulada
3HM	HENRY BERMUDEZ CAMPO	EL CANELO	0.25 (1.5Ha)	CAST	3	Produc.	235	188	1.4X1.2	1300	bajo		Manual (macht)		Ondulada
4HM	ANA TULIA ORTIZ LOPEZ	LA CUEVA	0.25 (4Ha)	CTR	4	Produc.	524.3	2000	1.6X1.2	1700	bajo	-	Manual (macht)		Ondulada
5HP	NEMECIO ARANDA	EL NARANJAL	0.25 (2.5Ha)	CTR-TRD	5	Produc.	277.3	1108	1.5X1.3	2000	Medio	-	Manual (macht)		Fuert. Escarpd
6HP	REINALDO ARANDA TUNUBALA	LA PEÑA	2	CTR-TRD	13-21	Produc.	80	80	1.6X1.30	4500	Alto	-	Manual (macht)		Fuert. Escarpd
1CL	ANTONIO GUETIO GUETOTO	EL MIRADOR	1.25	CTR	3-4	Produc.	327	262	1.6X1.3	4200	bajo	80g/pln cal	Manual (macht)		Ondulada
2CL	TORIBIO CAMPO	CRUCERITO	0.5	CTR	3	Produc.	125	250	1.3*1.1	2800	bajo	6blt estiércol	Manual (macht)		casi Plana
3CL	MANUEL ANTONIO CAMPO	SAN ISIDRO	1.5	CTR	16	Produc.	273	249	2.0x2.0	2500	medio	-	Manual(pala)		Ondulada
4CL	MIGUEL POSCUE BOTOTO	ESPERANZA	2.5	CTR-TRD	5-33	Produc.	550	220	1.6X13	6000	Alto	-	manual (pala)		Escarpada
6CL	JOSE HERBERTO TUMBO	EL CARMELO	1	CTR	5-9	Produc.	366	366	2.0X1.5	3000	Medio	-	Manual(macht)		Escarpada
7CL	SANTIAGO CAVICHE	PLATANERA	0.4	CTR	9-14	Produc.	250	625	2.6X1.2	3205	Medio	-	Manual(macht)		Ondulada

CODIGO MUESTRA	PRODUCTOR	N. FINCA	AREA-CAFÉ (Ha)	CARACTERISTICAS CULTIVO					MANEJO PLANTACION					PROPIEDADES DEL SUELO	
				Vrd.	Edad (años)	Eta-dsrrll.	PRDC.	Kg/Ha	Dist-Siembra	DS	Nv-Sombrio	Fertiliz-aplicados	ctrl-arvenses	FISICAS	TOPOGRF.
1AG	MANUEL QUINTIN ULCUE	EL NARANJAL	1.75	CTR-TRD	12-17	Produc.	378	216	1.5X1.3	3500	Alto	-	Manual(macht)		Ondulada
2AG	AVELIO LABIO RAMOS	BUENAVISTA	0.4	CTR	8	Produc.	165	412	1.6*1.1	2000	Medio	-	Manual(macht)		Quebrada
3AG	FREDY QUITUMBO	EL ROBLAR	1	CTR	9-14	Produc.	166	166	1.5*1.3	5000	Medio	-	Manual(macht)		Escarpada
4AG	YODILMA RAMOS	EL NARANJAL	0.4	CTR	3-8	Produc.	100	250	1.5X1	2500	Medio	-	Manual(macht)		Ondulada
5AG	ALCIDES RAMOS	LA ESMERALDA	1.35	CTR	6-8	Produc.	383	284	1.5*1.3	4000	Medio	-	Manual(macht)		Ondulada
6AG	ISMAEL DIZU	EL CRUCERO	0.3	CTR	5	Produc.	150	500	1.6*1.5	1400	Medio	-	Manual(macht)		Ondulada
1MR	FELICIANO IPIA CHATE	LA PAZ	2	CTR	19-24	Produc.	599	300	2.0X2.0	3000	Medio	-	Manual(macht)		Escarpada
2MR	ZULMA EMILSE MUÑOZ	VILLA YOBANA	0.78	CTLL	1	crect.	150	192	1.5X1.3	2500	Medio	-	Manual(macht)		casi Plana
3MR	BERNARDO CHOCUE	PRIMAVERA	1.3	CTR	25	Produc.	309	238	1.2X1.2	4000	M-Alto	-	Manual(macht)		Ondulada
4MR	ANGELINA MEDINA	LA EMERALDA	0.93	CTR	7-14	Produc.	40	43	1.6X1.5	4000	Medio	-	Manual(macht)		Ondulada
5MR	JHON ENRRY VELASCO	EL VERDE	1	CTR	3-9	Produc.	700	700	1.5X1.2	4000	bajo	6bom-spermgro	Manual(macht)	Mal drenaje	Escarpada
6MR	LAURA VALENCIA	LA ISLA	1	CTR	5-20	Produc.	401	401	1.6X1.5	4000	Medio	8btl bocashi	Manual(macht)		Quebrada
1MA	JOSE MARIA TENEBUEL	LA AURORA	1.9	CTR	13-19	Produc.	349	184	1.5x1.4	7650	Alto	6blt bocashi	Manual(macht)		Escarpada
2MA	MARIA TERESA TUMIÑA	LAS DELICIAS	0.4	CTR	29	Produc.	112	279	1.4x1.4	2000	Medio		manual (pala)		Quebrada
3MA	SEGUNDO TOMBE ALMENDRA	BUENAVISTA	1 (1.9Ha)	CTR	8-2	crect.	442	442	1.8x1.3	4000	Medio	300gr/plan cal	manual (pala)		Ondulada
4MA	JULIO YALANDA PILLIMUE	LA PEDREGOSA	0.75 (I3/I5)	CTR	23	Produc.	700	933	1.6x1.3	5000	Medio		Manual (macht)		escarpada
5MA	JOAQUIN YALANDA	LOMA DEL MEDIO	1.2	CTR	6-11	Produc.	1 319	1 099	1.6x1	5450	Medio		Manual (macht)		Ondulada
6MA	SIGIFREDO OSNAZ MUÑOZ	LA CARMELITA	1	CTR	3-6	Produc.	600	600	1.5x1.2	6000	bajo	80g/pln Nutrm	Manual (macht)		casi Plana

ANEXO C.

ANALISIS DE RESULTADOS FISICOS

NOMBRE PRODUCTOR	CODIGO MUESTRA	PROMEDIO W%	Da (g/cm³)	θ%	Lamina	(%)			Clasif. Tex.
						Arena	Limos	Arcillas	
CHIMBORAZO									
VIRGILIO CORPUS YOTENGO	1CH	60.489	0.919	55.591	0.111	49.12	18	32.88	FArA
HONORIO YANDE CRUCES	2CH	59.020	0.748	44.130	0.088	51.12	20	28.88	FArA
GERMAN CRUCES	3CH	63.777	0.730	46.550	0.093	61.12	12	26.88	FArA
LEONIDAS VIVAS	4CH	59.005	0.730	43.067	0.086	51.12	16	32.88	FArA
SERAFIN NENE	5CH	105.280	0.549	57.810	0.116	63.12	24	12.88	FA
SEBASTIAN CAMPO	6CH	42.839	0.982	42.069	0.084	45.12	16	38.88	FArA
AGUA NEGRA									
MARINO PILCUE	1A	34.133	0.781	26.663	0.053	45.12	26	28.88	FArA
DIOMEDEZ RIVERA	2A	83.758	0.620	51.936	0.104	55.12	18	26.88	FArA
LUZ MARINA RIVERA	3A	64.618	0.907	58.587	0.117	45.12	22	32.88	FArA
DANILO M. CHOCUE RIVERA	4A	64.618	0.769	49.701	0.099	53.12	24	22.88	FArA
LAURENTINO CHOCUE	5A	57.752	0.987	56.982	0.114	35.12	24	40.88	Ar
MARIA SELINA COMETA	6A	67.589	0.898	60.707	0.121	41.12	26	32.88	FAr
CALDONO									
ANTONIO GUETIO GUETOTO	1CL	66.018	0.512	33.816	0.068	26.4	57.6	16	FrL
TORIBIO CAMPO	2CL	59.531	0.615	36.638	0.073	21.6	68.8	9.6	FrL
MANUEL ANTONIO CAMPO	3CL	56.008	0.692	38.774	0.078	23.2	49.6	27.2	FA
MIGUEL POSCUE BOTOTO	4CL	28.868	1.136	32.808	0.066	66.4	16	17.6	FA
JOSE HERBERTO TUMBO	6CL	32.207	0.997	32.101	0.064	26.4	67.2	6.4	FrL
SANTIAGO CAVICHE	7CL	68.022	0.553	37.619	0.075	34.4	35.2	30.4	FA
LA AGUADA									
MANUEL QUINTIN ULCUE	1AG	36.902	0.995	36.717	0.073	20	35.2	44.8	A
AVELIO LABIO RAMOS	2AG	31.382	0.739	23.188	0.046	52	38.4	9.6	FAr
FREDY QUITUMBO	3AG	31.912	0.681	21.732	0.043	26.4	40	33.6	FA
YODILMA RAMOS	4AG	33.294	1.074	35.752	0.072	28	33.6	38.4	FA
ALCIDES RAMOS	5AG	41.421	0.491	20.336	0.041	26.4	64	9.6	FrL
ISMAEL DIZU	6AG	20.648	1.333	27.518	0.055	43.12	26	30.88	FAr
LAS MERCEDES									
FELICIANO IPIA CHATE	1MR	21.576	0.714	15.398	0.031	23.2	35.2	41.6	FAr
ZULMA EMILSE MUÑOZ	2MR	36.123	1.020	36.847	0.074	43.12	20	36.88	FAr
BERNARDO CHOCUE	3MR	60.443	0.754	45.595	0.091	45.12	30	24.88	F
ANGELINA MEDINA	4MR	27.518	0.941	25.891	0.052	43.12	18	38.88	FAr
JHON ENRRY VELASCO	5MR	15.606	1.087	16.970	0.034	39.12	24	36.88	FAr
LAURA VALENCIA	6MR	48.353	0.804	38.886	0.078	43.12	22	34.88	FAr
LA MARIA									
JOSE MARIA TENEBUEL	1MA	43.939	0.830	36.490	0.073	61.12	20	18.88	FA
MARIA TERESA TUMIÑA	2MA	34.014	0.786	26.722	0.053	53.12	26	20.88	FArA
SEGUNDO TOMBE ALMENDRA	3MA	32.285	1.057	34.114	0.068	55.12	30	14.88	FA
JULIO YALANDA PILLIMUE	4MA	23.107	0.974	22.517	0.045	53.12	30	16.88	FA
JOAQUIN YALANDA	5MA	29.525	1.250	36.908	0.074	61.12	24	14.88	FA
SIGIFREDO OSNAZ MUÑOZ	6MA	22.903	1.138	26.064	0.052	57.12	28	14.88	FA
HONDURAS									
DIDIMO FLOR MONTENEGRO	1HJ	30.752	0.743	22.860	0.046	29.12	28	42.88	Ar
NOLER FLOR FAJARDO	2HJ	38.563	0.696	26.821	0.054	45.12	18	36.88	FArA
HENRY BERMUDEZ CAMPO	3HM	38.311	0.504	19.325	0.039	57.12	20	22.88	FArA
ANA TULIA ORTIZ LOPEZ	4HM	54.929	0.538	29.558	0.059	65.12	20	14.88	FA
NEMECIO ARANDA	5HP	32.929	0.839	27.642	0.055	37.12	22	40.88	Ar
REINALDO A.TUNUBALA	6HP	21.743	1.099	23.885	0.048	59.12	16	24.88	FArA

ANEXO D.

ANALISIS DE RESULTADOS DE CARACTERIZACION QUIMICA

NOMBRE PRODUCTOR	SUERTE		pH	MO	P	Cationes intercambiables meq/100 g							Saturación de bases (%)					Textura Bouyoucos (%)			Clasif.
			V:V 1:1	W.B %	Bray II ppm	Ca	Mg	K	Na	Al	CIC	Ca/Mg	Ca	Mg	K	Na	Al	Arena	Limos	Arcillas	Tex.
MARINO PILCUE	Aguacatal	1a(1)	5.3	4.76	0.25	2.46	0.95	0.19	0.07	1.34	5.01	2.59	49.10	18.96	3.79	1.40	26.75	45.12	26.00	28.88	FArA
DIOMEDEZ RIVERA	El Diamante	2a(1/2)	4.8	9.11	6.21	0.53	0.31	0.11	0.08	5.56	6.59	1.71	8.04	4.70	1.67	1.21	84.37	55.12	18.00	26.88	FArA
LUZ MARINA RIVERA	Cabuyal	3a-L1-3	5.1	6.31	0.25	8.24	8.14	0.30	0.06	3.32	20.06	1.01	41.07	40.58	1.50	0.30	16.55	45.12	22.00	32.88	FArA
DANILO CHOCUE R.	El Ranchito	4a	4.8	10.00	0.25	0.68	0.41	0.17	0.05	4.70	6.01	1.66	11.31	6.82	2.83	0.83	78.20	53.12	24.00	22.88	FArA
LAURENTINO CHOCUE	Guadual	5a-1	4.5	4.31	0.25	4.56	1.85	0.19	0.07	13.82	20.49	2.46	22.25	9.03	0.93	0.34	67.45	35.12	24.00	40.88	Ar
MARIA SELINA C.	Los Naranjos	6a 1	4.8	4.87	1.15	8.28	3.58	0.34	0.06	2.68	14.94	2.31	55.42	23.96	2.28	0.40	17.94	41.12	26.00	32.88	FAr
MARIA SELINA C.	El Nogal	6 1A 3	5.3	9.11	0.25	1.08	0.71	0.11	0.05	1.96	3.91	1.52	27.62	18.16	2.81	1.28	50.13	53.12	20.00	26.88	FArA
VIRGILIO CORPUS	Lomitas	1 CH 1-3	4.8	6.94	0.25	1.97	1.13	0.13	0.05	5.28	8.56	1.74	23.01	13.20	1.52	0.58	61.68	49.12	18.00	32.88	FArA
HONORIO YANDE	Guayabal	2 HC 1-5	4.8	5.07	0.25	1.56	0.66	0.23	0.05	3.82	6.32	2.36	24.68	10.44	3.64	0.79	60.44	51.12	20.00	28.88	FArA
GERMAN CRUCES	La Palma	3 CH 1-2	5.3	4.81	3.97	2.70	1.17	1.24	0.06	1.50	6.67	2.31	40.48	17.54	18.59	0.90	22.49	61.12	12.00	26.88	FArA
LEONIDAS VIVAS	EL Cedral	4 CH 1-2	4.8	5.12	0.25	3.76	1.82	0.25	0.05	4.98	10.86	2.07	34.62	16.76	2.30	0.46	45.86	51.12	16.00	32.88	FArA
SERAFIN NENE	Cabuyal	5 CH	5.2	16.94	0.25	1.20	0.42	0.30	0.05	2.00	3.97	2.86	30.23	10.58	7.56	1.26	50.38	63.12	24.00	12.88	FA
SEBASTIAN CAMPO	El Edén	6 CH 1-2	4.5	4.56	0.25	0.87	0.73	0.03	0.05	8.58	10.26	1.19	8.48	7.12	0.29	0.49	83.63	45.12	16.00	38.88	FArA
JOSE MARIA TENEBUEL	La Aurora	1 MA 1-5	5.3	9.11	0.25	0.76	0.36	0.29	0.07	1.02	2.50	2.11	30.40	14.40	11.60	2.80	40.80	61.12	20.00	18.88	FA
MARIA T.TUMIÑA	Las Delicias	2 MA 1	4.5	9.75	0.25	0.29	0.24	0.15	0.05	7.84	8.57	1.21	3.38	2.80	1.75	0.58	91.48	53.12	26.00	20.88	FArA
SEGUNDO TOMBE	Buena vista	3 MA	5.2	10.25	0.25	0.79	0.46	0.12	0.07	1.00	2.44	1.72	32.38	18.85	4.92	2.87	40.98	55.12	30.00	14.88	FA
JULIO YALANDA P.	Pedregosa	4 MA 1,2	5.2	9.24	0.25	1.65	0.58	0.23	0.05	0.98	3.49	2.84	47.28	16.62	6.59	1.43	28.08	53.12	30.00	16.88	FA
JOAQUIN YALANDA	Loma del Med.	5 MA 1-5	5.2	13.89	0.25	1.97	0.66	0.56	0.06	1.40	4.65	2.99	42.42	14.18	12.03	1.29	30.08	61.12	24.00	14.88	FA
SIGIFREDO OSNAZ M.	La Carmelita	6 MA 1-3	4.9	13.38	0.25	2.07	0.29	0.11	0.06	1.78	4.31	7.14	48.03	6.73	2.55	1.39	41.30	57.12	28.00	14.88	FA
DIDIMO FLOR	Dídimo	1HJ 1-2	4.7	2.83	0.25	5.50	5.59	0.20	0.08	8.52	19.89	0.98	27.65	28.10	1.01	0.40	42.84	29.12	28.00	42.88	Ar
NOLER FLOR FAJARDO	N. .F. Fajard.	2HJ 1	4.4	5.80	0.25	0.33	0.35	0.13	0.06	10.82	11.69	0.94	2.82	2.99	1.11	0.51	92.56	45.12	18.00	36.88	FArA
HENRY BERMUDEZ	La Carmelita	3 HM 1	5.1	8.73	0.25	0.82	0.42	0.13	0.08	3.52	4.97	1.95	16.50	8.45	2.62	1.61	70.82	57.12	20.00	22.88	FArA
ANA TULIA ORTIZ	Tulio Ortiz	4 HM 1	6.1	5.29	0.25	1.43	0.60	0.20	0.08	-	2.31	2.38	61.90	25.97	8.66	3.46	-	65.12	20.00	14.88	FA
NEMECIO ARANDA	N. Aranda	5 HP 1	5.3	3.69	0.25	6.93	4.93	0.30	0.12	2.10	14.38	1.41	48.19	34.28	2.09	0.83	14.60	37.12	22.00	40.88	Ar
REINALDO ARANDA	R. Aranda	6 HP 1	5.8	4.36	0.25	13.71	5.49	0.24	0.15	-	19.59	2.50	69.98	28.02	1.23	0.77	-	59.12	16.00	24.88	FArA

NOMBRE PRODUCTOR	SUERTE		pH	MO	P	Cationes intercambiables meq/100 g							Saturaciòn de bases (%)					Textura Bouyoucos (%)			Clasif.
			V:V	W.B	Bray II	Ca	Mg	K	Na	Al	CIC	Ca/Mg									
			1:1	%	ppm								Ca	Mg	K	Na	Al	Arena	Limos	Arcillas	Tex.
FELICIANO IPIA CHATE	Felic.	1MR	4.8	11.40	3.00	5.30	2.60	0.17	0.09	0.69	8.85	2.04	59.89	29.38	1.92	1.02	7.80	23.20	35.20	41.60	FAr
ZULMA EMILSE M.	Z. E. Muñoz	2MR	5.0	5.07	1.29	1.88	0.96	0.73	0.07	1.92	5.56	1.95	33.77	17.28	13.14	1.26	34.56	43.12	20.00	36.88	FAr
BERNARDO CHOCUE	Bernardo	3 MR	4.8	7.58	0.55	2.17	1.66	0.19	0.10	3.60	7.72	1.30	28.06	21.52	2.46	1.30	46.66	45.12	30.00	24.88	F
ANGELINA MEDINA	Esmeralda	4 MR	4.4	4.66	0.25	1.08	0.72	0.16	0.05	7.84	9.85	1.50	10.96	7.31	1.62	0.51	79.59	43.12	18.00	38.88	FAr
JHON ENRRY VELASCO	El Verde	5 MR	5.4	3.64	0.25	8.83	6.17	0.19	0.11	0.48	15.78	1.43	55.96	39.10	1.20	0.70	3.04	39.12	24.00	36.88	FAr
LAURA VALENCIA	La Isla	6 MR	5.1	4.31	0.55	0.85	0.50	0.16	0.07	3.42	5.00	1.70	17.00	10.00	3.20	1.40	68.40	43.12	22.00	34.88	FAr
MANUEL QUINTIN U.	Manuel.Qutin	1AG	5.0	9.88	5.00	14.10	5.00	0.28	0.09	0.23	19.70	2.82	71.57	25.38	1.42	0.46	1.17	20.00	35.20	44.80	A
AVELIO LABIO RAMOS	Ave.Lab:Rams	2AG	5.4	14.00	4.00	5.80	3.20	1.60	0.26	0.29	11.15	1.81	52.02	28.70	14.35	2.33	2.60	52.00	38.40	9.60	FrAr
FREDY QUITUMBO	Fredy Qutmb	3AG	5.2	11.90	3.00	9.50	3.10	0.97	0.41	0.64	14.62	3.06	64.98	21.20	6.63	2.80	4.38	26.40	40.00	33.60	FrA
YODILMA RAMOS	Yodi. Rams	4AG	5.8	7.95	2.00	18.70	6.00	0.52	0.16	-	25.38	3.12	73.68	23.64	2.05	0.63	-	28.00	33.60	38.40	FrA
ALCIDES RAMOS	Alcids.	5AG	5.9	21.20	4.00	19.90	7.50	0.12	0.03	-	27.55	2.65	72.23	27.22	0.44	0.11	-	26.40	64.00	9.60	FrL
ISMAEL DIZU	Misal	6 AG	5.1	2.27	0.40	1.30	1.23	0.17	0.07	0.82	3.59	1.06	36.21	34.26	4.74	1.95	22.84	43.12	26.00	30.88	FAr
ANTONIO GUETIO	Anto Guetio	1CL	5.2	22.6	4	4	0.8	0.18	0.13	0.87	5.98	5.00	66.89	13.38	3.01	2.17	14.55	26.4	57.6	16	FrL
TORIBIO CAMPO	Toribio Camp	2CL	5.5	20	4	5.1	1.1	0.17	0.09	0.51	6.97	4.64	73.17	15.78	2.44	1.29	7.32	21.6	68.8	9.6	FrL
MANUEL ANTONIO C.	Man.Anto.Cam	3CL	5.4	15.7	3	7.5	1.8	0.24	0.12	0.11	9.77	4.17	76.77	18.42	2.46	1.23	1.13	23.2	49.6	27.2	FrA
MIGUEL POSCUE B.	Mig.Posc.Bot	4CL	4.7	10	7	2.6	0.7	0.11	0.09	0.23	3.73	3.71	69.71	18.77	2.95	2.41	6.17	66.4	16	17.6	FrAr
JOSE HERBERTO T.	Jos:Herib.Tumb	6CL	5.1	23.8	5	0.9	0.3	0.22	0.14	0.59	2.15	3.00	41.86	13.95	10.23	6.51	27.44	26.4	67.2	6.4	FrL
SANTIAGO CAVICHE.	Sant.Cavich	7CL	4.7	9.35	4	1.4	0.5	0.16	0.05	0	2.11	2.80	66.35	23.70	7.58	2.37	0.00	34.4	35.2	30.4	FrA

ANEXO E.

CALCULOS DE ENCALAMIENTO

Según Tisdale y Nelson citados por Ing. Cabaña (1993), para neutralizar 1meq de Aluminio/100gr de suelo se recomienda aplicar 500kg/ha de CaCO3 puros, pero como la cales que se encuentra en el mercado no vienen al 100% de pureza, por lo que se requiere para este ejemplo aplicar aproximadamente una enmienda de 782kg/ha de CaCO3 (70% de pureza).

Cálculos para la finca: el Aguacatal (código, 1A)

- ✓ **Da:** 0.78gr/cm3
- ✓ **P.CA=** 1ha= 1.562.326kg de suelo (peso)= 1.562.326.000 gr de suelo
- ✓ **Cantidad de aluminio a neutralizar=** 1.34 meq /100gr Al

El peso molecular del carbonato de calcio puro **CaCO3 = 100**
1meq de CaCO3= peso molecular/2 = 100/2 = 50 mg CaCO3 = 0.05gr CaCO3

$$\frac{1meqCaCO_3}{100grsuelo} x \frac{0.05grCaCO_3}{1meqCaCO_3} x \frac{1kgCaCO_3}{1000grCaCO_3} x \frac{1.562.326x10^3}{1ha} = 781.16kgCaCO_3$$

$$Para-neutralizar-1meq/100grAl-se-necesita-781.16kgCaCO3-de-cal-agricola-con70\%de-pureza.$$

$$si-con-781.16kgCaCO3-----se-neutraliza-1meqAl/100grsuelo$$
$$cuanto-se-necesita-X-----para-neutralizar1.34meqAl/100grsuelo$$

$$Entonces-para-neutralizar-1.34meqAl/100grsuelo-se-necesita-aplicar$$
$$aproximadamente-una-enmienda-de-1047kgCaCO3 = 21bultos-cal.agricola$$

ANEXO F.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CAFETO

Etapa de crecimiento

Tabla1. Dosis de material encalante/hoyo o plato del arbol en (g)

pH	Ca≤1.5	1.5-3 Ca	Ca≥3
	cmol/kg		
pH≤4	120	100	80
pH: 4-5	100	80	60
pH: 5≤5.5	40	0	0

Tabla 2. Necesidades de N en la etapa crecimiento

contenido de MO	Nutriente/ fertilizante	Dosis(g/planta)				
		Mes 1-2	Mes 6	Mes 10	Mes14	Mes 18
MO≤8%	Nitrogeno	7	9	12	14	16
	Urea	15	20	26	30	35
MO≥8%	Nitrogeno	5	7	9	12	14
	Urea	10	15	20	25	30

Tabla3. Necesidades de P en la etapa de crecimiento vegetativo para suelos con contenidos de P≤30mg/kg

Nutriente/fertilizante	Dosis (g/planta)				
	Mes 1-2	Mes 6	Mes 10	Mes 14	Mes18
Fosforo(P2O5)	4	5		6	
DAP(46% de P2O5 y 18% de N)	9	11		13	

Tabla4. Necesidades de k en la etapa de crecimiento vegetativo para suelos con contenidos de K≤0.4cmol(+)/kg

Nutriente/fertilizante	Dosis (g/planta)				
	Mes 1-2	Mes 6	Mes 10	Mes 14	Mes18
Potasio(P2O5)					10
KCL(60% DE K2O)					17

Etapa de Zoca

Tabla 5. Necesidades de encalamiento de los cafetales 8 meses de la zoca con base en el pH y los cont. Calcio.

pH	Dosis de material encalante g/sitio		
	Ca≤1,5	1.5-3 Ca	Ca>3
pH≤4	140	120	100
pH: 4-5	120	100	80
pH: 5-5.5	40	0	0

Tabla 6. Necesidades de N en la etapa de zoca del café

contenido de MO	Nutriente/ fertilizante	Dosis(g/planta)		Dosis(kg/Ha)
		Mes 2	Mes 6	Mes 12 y 18
MO≤8%	Nitrogeno	12	14	Fertilizar como cafetal en etapa de producción
	Urea	25	30	
MO≥8%	Nitrogeno	14	16	
	Urea	30	35	

Tabla 7. Necesidades de P en etapa de zoca para suelos con cont. de P≤30mg/kg

Nutriente/fertilizante	Dosis (g/planta)		Dosis (g/planta)
	Mes 2	Mes 6	Meses 12 y 18
Fosforo(P2O5)		6	Fertilizar como cafetal en etapa de producción
DAP(46% de P2O5 y 18% de N)		12	

Tabla 8. Necesidades de k en la etapa de zoca para suelos con contenidos de K≤0.4cmol(+)/kg

Nutriente/fertilizante	Dosis (g/planta)		Dosis (g/planta)
	Mes 2	Mes 6	Meses 12 y 18
Potasio(P2O5)		10	Fertilizar como cafetal en etapa de producción
KCL(60% DE K2O)		17	

Etapa de Producción

Tabla 9. Dosis de material encalante (kg/cada 2 años)

pH	Ca≤1.5	1.5-3 Ca	Ca≥3
	cmol/kg		
pH≤4	1400	1200	1000
pH: 4 - 4.5	1200	1000	800
pH: 4.5 - 5.0	1000	800	600
pH: 5.0 - 5.5	400	0	0

Tabla10. Necesidades de N en la etapa productiva del café

contenido de MO %	Dosis (kg/ha/año)		
	N	Urea	Otra fuente
MO≤8	300	652	
MO: 8 -12	280	609	
MO: 12 -16	260	565	
MO: 16-20	240	522	
MO>20	260	565	

Tabla 11. Necesidades P2O5 en la etapa productiva del café

contenido de fosforo (mg/kg)	Dosis (kg/ha/año)		
	Fosforo (P2O5)	DAP	Otra fuente
P≤10	60	130	
P:10-20	40	87	
P:20-30	21	46	
P>30	0	0	

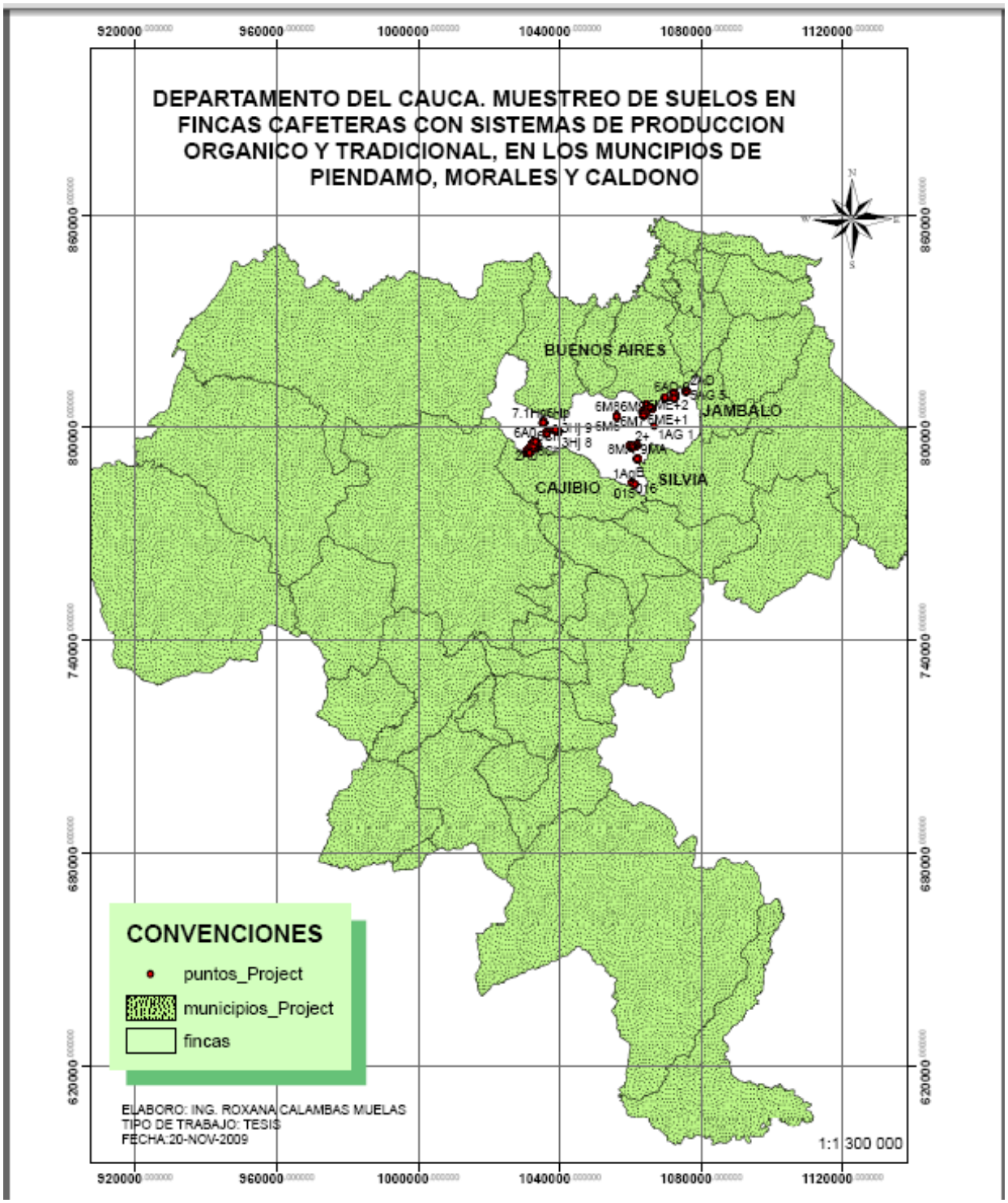
Tabla 12. Necesidades K2O en la etapa productiva del café

contenido de K (cmol/kg)	Dosis (kg/ha/año)		
	Potasio(K2O)	KCL	Otra fuente
K: 0-0.2	300	500	
k: 0.2-0.4	260	433	
k:0.4-0.6	180	300	
k: 0.6-0.8	140	233	
k> 0.8	100	167	

Tabla 13. Necesidades MgO en la etapa productiva del café

contenido de MgO (cmol/kg)	Dosis (kg/ha/año)		
	MgO	Oxido de Mg	Otra fuente
Mg≤0.3	60	70	
Mg: 0.3-0.6	40	45	
Mg: 0.6-0.9	15	17.5	
Mg >0.9	0	0	

ANEXO G.


DEPARTAMENTO DEL CAUCA. MUESTREO DE SUELOS EN FINCAS CAFETERAS CON SISTEMAS DE PRODUCCION ORGANICO Y TRADICIONAL, EN LOS MUNCIPIOS DE PIENDAMO, MORALES Y CALDONO
920000
960000
1000000
1040000
1080000
1120000
860000
800000
740000
680000
620000
BUENOS AIRES
JAMBALO
CAJIBIO
SILVIA
CONVENCIONES
puntos_Project
municipios_Project
fincas
ELABORO: ING. ROXANA CALAMBAS MUELAS
TIPO DE TRABAJO: TESIS
FECHA:20-NOV-2009
1:1 300 000

ANEXO H.

Área Fincas CENCOIC vs área SIG (con gps).

CODIGO MUESTRA	PRODUCTOR	N. FINCA	AREA-CAFÉ (Ha)	AREA-CAFÉ (Ha)*	DIFERENCIA (Ha)
1A	MARINO PILCUE	EL AGUACATAL	1.25	0.55	0.7
2A	DIOMEDEZ RIVERA	EL DIAMENTE	0.5	0.48	0.02
3A	LUZ MARINA RIVERA	PIEDRA GRANDE	0.7	0.42	0.28
4A	DANILO MARIN CHOCUE RIVERA	RANCHITO ALEGRE	0.5	0.5	0
5A	LAURENTINO CHOCUE	EL GUADUAL	1	0.7	0.3
6A	MARIA SELINA COMETA	LOS NARANJOS	0.6	0.71	-0.11
6 A (2)	MARIA SELINA COMETA	EL NOGAL	0.4	0.3	0.1
1CH	VIRGILIO CORPUS YOTENGO	LOMITAS	2	0.82	1.18
2CH	HONORIO YANDE CRUCES	EL GUAYABAL	1	0.55	0.45
3CH	GERMAN CRUCES	LAS PALMAS	0.25	0.35	-0.1
4CH	LEONIDAS VIVAS	EL CEDRAL	1	0.66	0.34
5CH	SERAFIN NENE	EL CABUYAL	2	0.5	1.5
6CH	SEBASTIAN CAMPO	CERRITO EDEN	1	0.43	0.57
1HJ	DIDIMO FLOR MONTENEGRO	LA ESPERANZA	1.25	0.75	0.5
2HJ	NOLER FLOR FAJARDO	LA PEÑA-PALMA	1.25	0.6	0.65
3HM	HENRY BERMUDEZ CAMPO	EL CANELO	1.5	0.26	1.24
4HM	ANA TULIA ORTIZ LOPEZ	LA CUEVA	4	0.12	3.88
5HP	NEMECIO ARANDA	EL NARANJAL	2.5	0.5	2
6HP	REINALDO ARANDA TUNUBALA	LA PEÑA	2	0.73	1.27
1CL	ANTONIO GUETIO GUETOTO	EL MIRADOR	1.25	1	0.25
2CL	TORIBIO CAMPO	CRUCERITO	0.5	0.4	0.1
3CL	MANUEL ANTONIO CAMPO	SAN ISIDRO	1.5	1.2	0.3
4CL	MIGUEL POSCUE BOTOTO	ESPERANZA	2.5	1.9	0.6
6CL	JOSE HERBERTO TUMBO	EL CARMELO	1	1.3	-0.3
7CL	SANTIAGO CAVICHE	PLATANERA	0.4	0.5	-0.1
1AG	MANUEL QUINTIN ULCUE	EL NARANJAL	1.75	0.82	0.93
2AG	AVELIO LABIO RAMOS	BUENAVISTA	0.4	0.32	0.08
3AG	FREDY QUITUMBO	EL ROBLAR	1	0.65	0.35
4AG	YODILMA RAMOS	EL NARANJAL	0.4	0.03	0.37
5AG	ALCIDES RAMOS	LA ESMERALDA	1.35	0	1.35
6AG	ISMAEL DIZU	EL CRUCERO	0.3	0.6	-0.3
1MR	FELICIANO IPIA CHATE	LA PAZ	2	1.42	0.58
2MR	ZULMA EMILSE MUÑOZ	VILLA YOBANA	0.78	0.42	0.36
3MR	BERNARDO CHOCUE	PRIMAVERA	1.3	1.2	0.1
4MR	ANGELINA MEDINA	LA EMERALDA	0.93	0.76	0.17
5MR	JHON ENRRY VELASCO	EL VERDE	1	0.57	0.43
6MR	LAURA VALENCIA	LA ISLA	1	0.65	0.35
1MA	JOSE MARIA TENEBUEL	LA AURORA	1.9	0.6	1.3
2MA	MARIA TERESA TUMIÑA	LAS DELICIAS	0.4	0.1	0.3
3MA	SEGUNDO TOMBE ALMENDRA	BUENAVISTA	1.9	1.2	0.7
4MA	JULIO YALANDA PILLIMUE	LA PEDREGOSA	0.75	0.92	-0.17
5MA	JOAQUIN YALANDA	LOMA DEL MEDIO	1.2	2.4	-1.2
6MA	SIGIFREDO OSNAZ MUÑOZ	LA CARMELITA	1	2.85	-1.85
DIFERENCIA TOTAL					**19.47**

ANEXO I.

INTERPRETACION Y RECOMENDACIONES GENERALES
Ver anexo en Excel. Hoja 2. INTERPRETACION