

# LA FERTILIZACION DEL CAFETAL SEGUN EL ANALISIS DE SUELOS

GERMAN VALENCIA ARISTIZABAL  
IGNACIO FEDERICO CARRILLO PACHON  
LUIS IGNACIO ESTRADA HOYOS

Jefe, Asistente y Auxiliar IV de la Sección de  
Química Agrícola, CENICAFE

## SUELO

Es el producto natural de transformación gradual de las rocas, sirve como medio de anclaje para las plantas y les suministra elementos nutricionales. Es un ente dinámico y complejo en el que se suceden numerosos procesos físicos, químicos y biológicos.

Muchos de los nutrimentos que las plantas requieren para su desarrollo, se encuentran en el suelo en cantidades variables y a veces insuficientes para su adecuada alimentación.

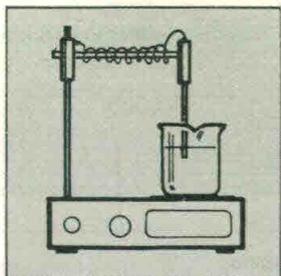
Se sabe que el cultivo del café sin sombra ofrece altas producciones pero exige el cuidadoso y fiel cumplimiento de definidos planes de fertilización y la ejecución de numerosas labores, tales como desyerbas, control de plagas, control de enfermedades. Con la siembra de Variedad Colombia se ha incrementado grandemente la adopción de tecnología del cultivo, lo cual lógicamente se traducirá en mayor demanda de fertilizantes, de los cuales su producción está copada en el país.

La continua fertilización de los cafetales con productos químicos escasos y costosos que en su mayoría tienen efecto residual acidificante, ha traído como consecuencia una disminución del pH, aumento del aluminio y del manganeso intercambiables y disminución del calcio y magnesio intercambiables. A lo anterior hay que agregar la pérdida natural de nutrimentos del suelo por escorrentía y lixiviación. Todo esto se traduce en menores rendimientos económicos por pérdida de efectividad de los fertilizantes aplicados.

## Análisis de suelos

Para saber si hay necesidad de agregar al suelo fertilizantes y/o enmiendas, es indispensable el análisis de fertilidad de ese suelo a fin de lograr óptimos resultados con el uso de estos insumos.

Con el avance en la tecnología de análisis de suelos surge la necesidad de disponer de mayor número de relaciones entre nutrimentos y grados de fórmulas completas, más ajustadas a las necesidades de los cultivos y a la diversidad de los materiales que originan suelos de diferente fertilidad.



### Condiciones físicas del suelo

Una buena condición física del suelo es tanto o más importante que la misma aplicación de fertilizantes y se refleja en buena aireación, buen drenaje interno, buena capacidad de retención de agua, desarrollo normal de raíces, buena y oportuna respuesta a la fertilización, buena actividad biológica.

Si el suelo no proporciona el medio físico adecuado para el cultivo, la fertilización que en él se haga será un gran despilfarro.

Las características físicas más importantes de analizar en los suelos de la zona cafetera son: textura, estructura, consistencia, densidad real y aparente, retención de humedad, estabilidad de los agregados y profundidad efectiva. Con este conjunto de condiciones físicas, se puede determinar la productividad y la susceptibilidad del suelo a la erosión y deducir el uso y manejo adecuado del suelo. Después de las condiciones de clima, las condiciones físicas del suelo son las que determinan qué uso y qué manejo se le debe dar.

Desde el punto de vista físico, un suelo "ideal" según McLean es aquel que tiene su volumen distribuido así: 50% de sólidos (minerales y materia orgánica), 50% de espacios porosos repartidos por igual entre aire y agua (Figura 1).

### Retención de agua en el suelo

La retención de agua es una de las características físicas más importantes del suelo y depende de varios factores entre los que se destacan la estructura y la textura.

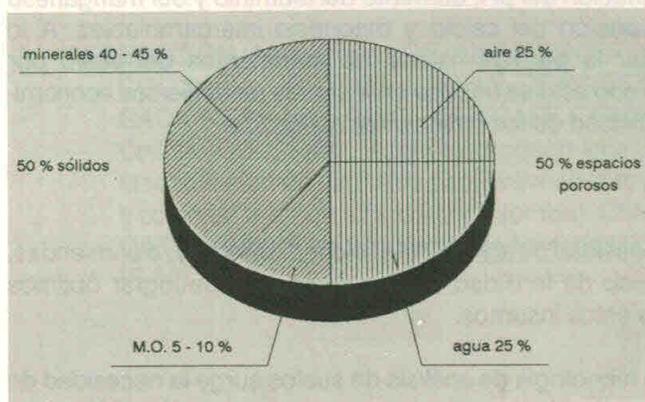


FIGURA 1. Suelo físicamente "ideal" (Mc Lean).

Para entender la relación entre la fuerza de retención de agua en el suelo (atmósferas) con la textura del suelo, se elaboró la Figura 2 en la cual en la parte superior derecha se tiene una partícula de suelo (sólido) la cual encierra agua de cristalización con una fuerza de adhesión hasta de 10.000 atmósferas. A medida que nos alejamos de la partícula de suelo tendremos menos fuerza de retención de agua, la cual recibe distintos nombres según esta fuerza, así: agua de hidratación o higroscópica (retenida con fuerzas entre 31 y 10.000 atmósferas), agua capilar o de adhesión, entre 1/3 y 31 atmósferas; entre estos valores está el valor del coeficiente de marchitamiento y a menos de 1/3 de atmósfera está el agua superficial, el agua gravitacional y el vapor de agua.

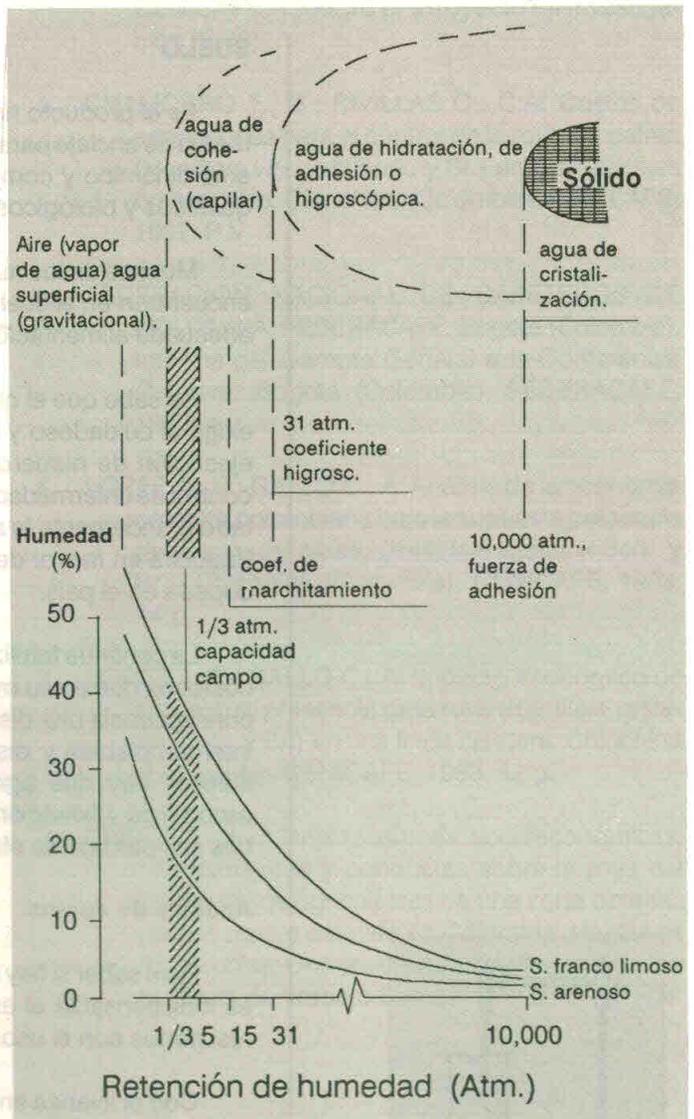


FIGURA 2. Retención de agua en el suelo.

La franja vertical sombreada que corresponde a tensiones entre 1/3 y 5 atmósferas, que es la de interés para las plantas, porque el agua es el vehículo de transporte de nutrimentos para ellas, se trasladó a la parte inferior de la Figura sobre la cual se cruzan las curvas de retención de agua de un suelo arenoso, de un suelo franco limoso y un suelo intermedio. Se puede apreciar la diferencia en el contenido de humedad de los diferentes suelos a igual fuerza de retención de humedad.

### Equilibrio químico del suelo

Desde el punto de vista químico, un suelo equilibrado según Murphy es aquel que en términos de porcentaje de saturación de cationes tiene entre 60 a 75% de calcio, entre 15 y 20% de magnesio, entre 3 y 7% de potasio, entre 10 y 15% de hidrógeno y 5% de micronutrientes, como se ve en la Figura 3.

Teniendo en cuenta este balance, se clasificaron las primeras capas de suelos de los 777 perfiles muestreados por Prodesarrollo hasta 1986 en la zona cafetera colombiana; éstos se agruparon también según los materiales de origen del suelo.

En la Tabla 1 se presenta la frecuencia de suelos según el material de origen y los porcentajes de suelos con menos de 40% de saturación de bases y con porcentajes de saturación de potasio, de calcio y de magnesio menores de 10%, de 60% y de 20% respectivamente.

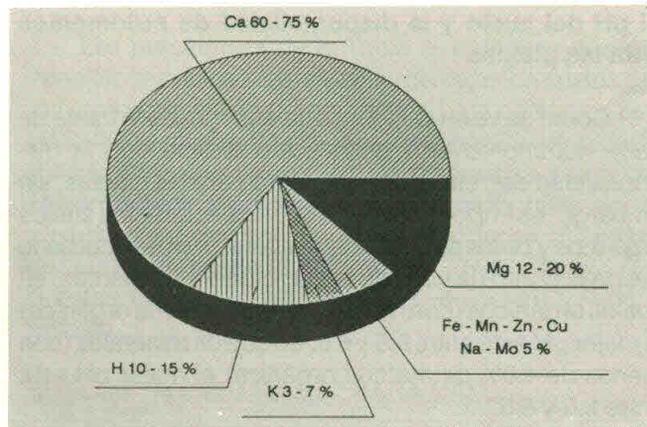


FIGURA 3. Equilibrio de cationes en el suelo según Murphy.

Según esta agrupación, por subaja fertilidad (menos de 40% de saturación de bases) se destacan los suelos derivados de cenizas volcánicas y los derivados de areniscas y de arcillolitas.

Con menos de 10% de saturación de potasio están la mayoría de los suelos, se destacan las anfibolitas, los esquistos y los aglomerados y conglomerados.

Con menos del 60% de saturación de calcio sobresalen las andesitas y los aglomerados y conglomerados.

En el caso del magnesio, los suelos provenientes de anfibolitas serían los más desprovistos de este elemento, seguidos de los derivados de cenizas volcánicas.

TABLA 1. Porcentajes de saturación de bases, de K, de Ca, y de Mg en muestras de suelos de PRODESARROLLO. 777 perfiles.

Material de origen	Frecuencia %	Porcentaje de saturación			
		% Sat. B. < 40%	% Sat. K < 10%	% Sat. Ca < 60%	% Sat. Mg < 20%
Cenizas volcánicas	34.8	87	49	46	46
Basaltos-Gneis Diabasas	6.4	60	75	62	25
Anfibolitas-Cuarcita	14.0	-	100	33	67
Lutitas	2.5	39	88	50	38
Esquistos-serpentina	6.0	-	100	30	20
Areniscas-Arcillolitas	15.4	81	69	44	38
Granitos-Sienita-Riodacita	3.6	47	80	56	20
Andesitas	1.6	-	-	50	100
Aglomerados-Conglomerados	2.5	-	100	100	-
<b>TOTAL</b>	<b>86.8</b>				

### El pH del suelo y la disponibilidad de nutrimentos para las plantas

Como se ve en la Figura 4, la anchura de la franja de cada nutrimento está en relación directa con la disponibilidad del respectivo elemento para las plantas; sin embargo, es importante notar la influencia de los suelos orgánicos y de los suelos minerales en el pH más adecuado desde el punto de vista de la nutrición de las plantas: en suelos orgánicos (con más de 4.0% de materia orgánica) el mejor pH está entre 5.5 y 6.0; en suelos minerales (con menos de 4.0% de materia orgánica) el mejor pH está entre 6.0 y 6.5.

### Alteraciones del balance químico

El balance químico del suelo ha sido grandemente modificado por el uso continuo de fertilizantes químicos, durante años como se puede observar en las tres muestras tomadas al azar, de los reportes de análisis de suelos de la Sección de Química Agrícola de CENICAFE en 1982. En la Figura 5 se presentan los valores obtenidos en el laboratorio para pH - P - K - Ca - Mg - Al en cada par de muestras de suelo de un mismo cafetal.

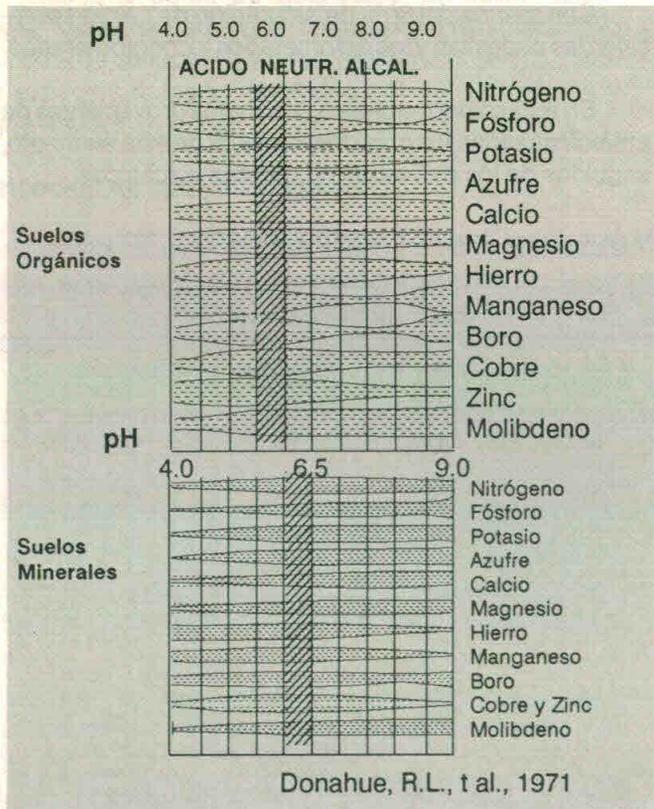


FIGURA 4. Variación del pH "óptimo" según contenido de materia orgánica del suelo.

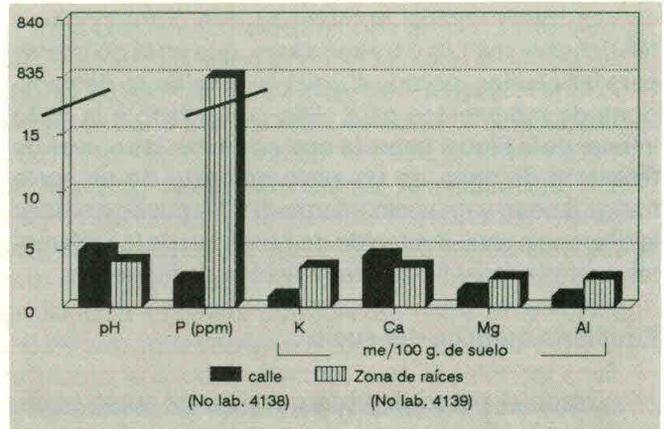


FIGURA 5. Alteración del balance químico del suelo por fertilizaciones prolongadas e inmodificables.

Se destaca en la Figura 5 que en la muestra correspondiente a la zona de raíces (zona fertilizada) al compararla con los respectivos valores obtenidos en la muestra de la zona no fertilizada (color negro en la Figura) ha ocurrido en aquella disminución de pH, aumento de P, aumento de K, disminución de Ca y aumento de Al.

### Toma de muestras para análisis

Aunque el suelo está constituido por una muy compleja mezcla de sustancias y elementos, los métodos de análisis empleados en el laboratorio tienen muy buena precisión y son aplicables a un amplio rango de condiciones de suelos y de cultivos, pero definitivamente lo que hace posible el éxito de las recomendaciones derivadas del análisis químico es la correcta toma de muestras para esta finalidad.

En forma resumida, se dan a continuación algunas indicaciones y cuidados mínimos en la toma de muestras de suelos para análisis:

1. Tomar la muestra un mes antes de la fecha de fertilización.
2. Dividir la finca en unidades de muestreo o lotes de condiciones semejantes por suelos, por color del suelo, por pendiente, por drenaje y por cultivo anterior. En cada unidad de muestreo tomar 5 a 10 submuestras, mezclarlas bien, tomar una porción (como una libra), empaclarla e identificar el lote.
3. Quitar la vegetación y hojarasca que cubre el suelo en los sitios de muestreo (bajo el follaje del árbol).
4. Con herramienta limpia, bajo el follaje del árbol tomar la muestra hasta una profundidad de 20 a 25 centímetros.

5. No tomar la muestra cuando el suelo está muy húmedo.
6. No tomar la muestra en lugares donde se han hecho quemas recientes.
7. No tomar muestras cerca a casas, galpones, carreteras.
8. No fumar cuando esté tomando o manipulando la muestra.
9. Evitar contaminar la muestra.
10. Llenar una ficha de identificación de la muestra, con los siguientes datos:

Identificación del lote \_\_\_\_\_

Finca \_\_\_\_\_ Vereda \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_

Departamento \_\_\_\_\_ Propietario \_\_\_\_\_

Ultima fertilización: Clase \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Observaciones: Cultivo \_\_\_\_\_ Edad del cultivo \_\_\_\_\_

Nro. de árboles/ha \_\_\_\_\_

Otras \_\_\_\_\_

### SUELOS ADECUADOS PARA CAFE

En la tabla 2 se dan los "rangos adecuados" de suelos aptos para café y los diferentes porcentajes de éstos obtenidos en los muestreos de suelos de los estudios de zonificación del área cafetera colombiana hechos por PRODESARROLLO en 777 perfiles (fertilidad natural).

Los porcentajes de la Tabla 2 muestran que por condiciones físicas hay altos porcentajes de suelos aptos, pero que existe un porcentaje bajo de suelos con adecuados niveles de pH, materia orgánica, de potasio y de fósforo, lo cual explica las respuestas a la fertilización obtenida en producción de café, pues de 36 cosechas experimentales en 8 localidades diferentes de la zona cafetera colombiana, 69% de las respuestas fueron a nitrógeno, 11% a fósforo y 42% a potasio.

### SUELOS "MANEJABLES" PARA CAFE

Son los que permitirían llegar a los "rangos adecuados" con altas probabilidades de éxito.

En la tabla 3 se dan los parámetros, sus condiciones mínimas exigidas y los respectivos porcentajes obtenidos en los muestreos de los estudios de zonificación de suelos del área cafetera colombiana (777 perfiles), hechos por PRODESARROLLO.

Al considerar los suelos "manejables" y los suelos "aptos" para café, se tiene que la profundidad, el porcentaje de arcilla (textura) y el contenido superior de calcio y la relación calcio:magnesio, son iguales en ambos tipos de suelos y se pueden considerar fijos puesto que son de difícil modificación, por lo tanto queda la alternativa de trabajar en pH, porcentaje de materia orgánica, contenido de potasio, calcio, magnesio y fósforo para definir el tipo de producto a usar y la dosis respectiva.

### Intepretación de resultados de análisis de suelos

La interpretación de los resultados de un análisis de suelos es simplemente la traducción a términos de significado biológico o de interés para el cultivo, de los fríos datos numéricos que generalmente entregan los laboratorios.

**TABLA 2.** Parámetros "rangos adecuados" y porcentaje de éstos en 777 perfiles muestreados por PRODESARROLLO. CENICAFE 1987

Parámetro	Rango adecuado	Porcentaje
pH	5.0 - 5.5 ± 0.1	30
% materia orgánica	12 ± 0.6 o más	14
K meq/100 g de suelo	0.35 ± 0.06 o más	24
C meq/100 g de suelo	2.1 ± 0.5 o más y <4.2	18
Mg meq/100 g de suelo	0.7 ± 0.2 o más	56
K : Ca : Mg	1 : 6 : 2	-
P ppm	10 ± 4 o más	18
% Arcilla	≥8 y ≤41	70
Textura	Francos	72
cm profundidad	40 ± 10 o más	56

**TABLA 3. Parámetros, rangos mínimos y porcentaje de suelos "manejables" para café en 777 perfiles muestreados por PRODESARROLLO.**

Parámetros	Rangos	Porcentaje*
pH	4.5 - 6.0	75
% materia orgánica	≥ 4.0	67
Ca meq/100 g	≤ 4.2	61
Ca : Mg	Ca > Mg	87
% Arcilla	≥ 8 y ≤ 41	70
Textura	Francos	72
cm profundidad efectiva	> 30	56

\*Estos valores están todos por encima del 50%, lo que indica una frecuencia alta de suelos "manejables" para llegar a los rangos adecuados para café.

Para ayudar a esta interpretación de resultados y con base en numerosos resultados experimentales y algunas referencias bibliográficas se establecieron en una primera aproximación los niveles adecuados para café, y la relación potasio:calcio:magnesio, que se presentan en la Tabla 2.

La verdadera e importante dimensión de los análisis de suelos se obtiene cuando se hace la correcta interpretación de los resultados de aquel análisis, al permitirnos hacer ajustadas y oportunas recomendaciones de fertilizantes y/o enmiendas para el cultivo, con la consiguiente disminución de costos de producción.

### Fertilizantes simples y compuestos

La demanda actual de fertilizante compuesto (subsidado en un 50%) por parte del gremio cafetero saturó la oferta de las plantas existentes en el país y hay por tanto la necesidad de buscar alternativas de solución que incluyan varios tipos de fertilizantes simples y/o fertilizantes compuestos y que aseguren el suministro oportuno y estable de estos insumos a los productores.

El uso de fertilizantes simples permite no solamente obtener fórmulas de grado similar a las que se producen en el país (genéricas), sino que pueden lograrse las mezclas en las proporciones de nutrimentos específicamente requeridos por el cultivo en cada finca o región, de acuerdo con los resultados del análisis de suelos.

La substitución de fertilizantes granulados (mezcla química), puede hacerse de varias formas:

- Aplicación de los fertilizantes simples por separado.
- Mezcla mecánica en la finca.
- Mezcla mecánica a granel (Bulk blend).
- Mezcla física y compactación de fertilizantes simples.

Con el fin de especificar las recomendaciones de fertilización para cada lote o finca, se diseñó un programa para computador que codifica 8 parámetros y da un total de 15.120 combinaciones posibles y para cada muestra de suelo da dos o tres alternativas (Tabla de decisiones) para el manejo de la fertilización del cafetal durante dos años (Anexo 1).

Para terminar es necesario concluir que la fertilización del cafetal por bien ajustada que se haga a las necesidades del cultivo, no resuelve otros problemas originados por inadecuadas condiciones físicas del suelo, ni de clima, ni de manejo de cafetal. Por tanto, para el éxito de sus decisiones de fertilización deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Debe tratarse de cafetal tecnificado, en producción, clima óptimo y suelos con profundidad efectiva (la que permite el crecimiento y desarrollo de raíces sin ningún obstáculo químico o físico) de 30 centímetros o más.
- Oportunamente deben hacerse las desyerbas y controles sanitarios requeridos, así como las prácticas necesarias de conservación de suelos.
- Cuando se usen mezclas deben hacerse con fuentes compatibles y de granulometría similar. Preparar solo la cantidad de mezcla por aplicar el mismo día. No mezclar cales y calizas con los fertilizantes compuestos ni con fuentes nitrogenadas (Urea o compuestos con amonio).
- El fertilizante o enmienda se aplicará distribuyendo bajo la copa o plato del árbol y nunca en cantidades superiores a 250 gramos por árbol cada vez.
- Las dosis recomendadas son para cafetales en producción. Si el cafetal tiene menos de 12 meses se aplicará una tercera parte repartida en 4 o 5 aplicaciones; y hasta los 24 meses se aplicará la mitad de la dosis repartida en 3 o 4 aplicaciones. En estos casos no es necesario aplicar potasio.
- Si se presentan deficiencias de elementos menores, recuerde que en la mayoría de los casos se de-

be a acidez o alcalinidad del suelo y debe consultar al técnico.

- g) El siguiente muestreo de suelo para análisis puede hacerse dentro de dos años, pero entre 4 y 5 meses después de haber fertilizado.
- h) En la Tabla de decisiones que se adjunta para cada muestra, usted define la fuente, la dosis y las épocas de aplicación para los 24 meses siguientes.
- i) Recuerde la conveniencia del empleo de la materia orgánica descompuesta (pulpa, estiércol, mulch, etc.) especialmente cuando el suelo es pobre en ella.

anual de labores julio 1986-junio 1987 de la Sección de Química Agrícola de Cenicafé.

- 2. GOMEZ, A.A.; VALENCIA, A.G.; BRAVO, G.E. s.f. Cómo hacer un buen muestreo de suelos para análisis. Avance Técnico CENICAFE (Colombia) Nro. 132.
- 3. GRISALES, G.A. Suelos de la zona cafetera. Clasificación y uso. Fondo Cultural Cafetero, 1977. 180 p.
- 4. SUAREZ V., S. Caracterización física de suelos. In: Tecnología del cultivo del café. Manizales (Colombia), Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1987. p. 143.
- 5. VALENCIA A., G. Deficiencias minerales en el café y manera de corregirlas. Boletín Técnico CENICAFE Nro. 1, 16 p.
- 6. VALENCIA A., G. Interpretación de análisis de suelos. In: Tecnología del cultivo del café. Manizales (Colombia), Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1987. p. 133-142.
- 7. VALENCIA A., G. Degradación química y enclado de suelos. REv. Agronomía (Colombia) 2(2):2-7. 1988.

---

**REFERENCIAS**

---

- 1. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. FEDERACAFE. Bogotá, Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1987. Informe

**Federación Nacional de Cafeteros de Colombia**  
**Centro Nacional de Investigaciones de Café PEDRO URIBE MEJIA**  
 Química Agrícola

Departamento CALDAS  
 Municipio PALESTINA  
 Seccional PALESTINA  
 Distrito EL REPOSO  
 Vereda LOS LOBOS  
 Finca CHUBUT

No. Orden 1015  
 No. Laboratorio 4416  
 Fecha Recibo 1989.11.22  
 Fecha Reporte 1990.03.13  
 Propietario JAIME BOTERO SALAZAR  
 Referencia VALIDACION

Determinación	Unidades	Resultados	Rango Adecuado para Café	
			Lim. Inf.	Lim. Sup.
pH		5.0	5.0	5.5
M. Org.	%	6.7	11.4	12.6
P	ppm.	4	6	14
K	me/100 g.	0.44	0.30	0.40
Ca	me/100 g.	2.9	1.8	2.4
Mg	me/100 g.	0.8	0.6	0.8
Al	me/100 g.	0.5	0.0	1.1
Sat. Al	%	10.78	0.00	60.00
Textura		Franco-Arcillo-Arenoso	FRANCO	

**TABLA PARA DEFINIR FECHAS Y SELECCIONAR FERTILIZANTES O FUENTES**

**IMPORTANTE :** Las sugerencias que se dan como alternativas están calculadas para cafetales en producción y tendrán resultados positivos si cumplen las recomendaciones impresas en la hoja anexa titulada "CONSIDERACIONES PARA EL ÉXITO DE LA FERTILIZACIÓN DE CAFETALES" (Si no fué entregada, solicítela al Comité de Cafeteros o a Cenicafé); también encontrará instrucciones para la fertilización de cafetales hasta los 24 meses de edad.

**ALTERNATIVAS PARA FERTILIZACIÓN (Suministran Nitrógeno, Fósforo y Potasio)**

Se sugieren CUATRO aplicaciones en los próximos dos años. Se dejan los espacios para definir la fecha de aplicación teniendo presente que la mejor época de estas aplicaciones es DOS MESES ANTES de las cosechas (Cosechas principales y traviesas).

FERTILIZAR antes de las cosechas principales en las FECHAS:  
 \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ con:

- 750 Kg/ha de 17-6-18-2 (Completo) y 80 Kg/ha de Urea;
  - ó Urea 350 Kg/ha, Superfosfato Triple 150 Kg/ha y KCl 215 Kg/ha;
  - ó Urea 325 Kg/ha, Fosfato Diamónico (DAP) 150 Kg/ha y KCl 215 Kg/ha.
- NOTA: Si en las 2 últimas alternativas hace una mezcla de las 3 fuentes en la relación 2:1:1 aplicar 700 Kg/ha.

FERTILIZAR antes de las traviesas en las FECHAS:  
 \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ con:

500 Kg/ha de una mezcla de Urea - KCl en relación 2:1.

**ALTERNATIVAS DE ENMIENDAS (Corrigen pH y Al; suministran Ca y Mg)**

Precaución: La cantidad de cal a aplicar no debe superar 250 g./árbol por aplicación.

HACER UN encalado 2 meses después de una fertilización o 4 meses antes de la siguiente.  
 Postergar el encalado un semestre si el cafetal tiene poco follaje.  
 FECHA: \_\_\_\_\_ con:

800 Kg/ha de Caliza Dolomítica con 15% mínimo de MgO.

Revisó