

RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON ABONOS Y FERTILIZANTES

La evolución de los grados o fórmulas fertilizantes para café en el país obedece a los sucesivos resultados experimentales obtenidos en Cenicafé, los que siempre han significado positivos avances en procura de la óptima fertilización de los cafetales. Esta evolución se indica en la Tabla 15.

Los primeros resultados experimentales obtenidos con fertilizantes en café en el país (54), lógicamente realizados en cafetales bajo sombra, mostraron lo siguiente: la aplicación de nitrógeno era peligrosa o inoperante y sólo se haría en suelos ricos en fósforo y potasio; hubo respuesta a aplicación de fósforo en los primeros 2 ó 3 años de edad del cafetal y su aplicación se haría cada seis o más años; ocasionalmente se obtenían respuestas a potasio y estas respuestas coincidían con descumbres o podas de los árboles de sombra.

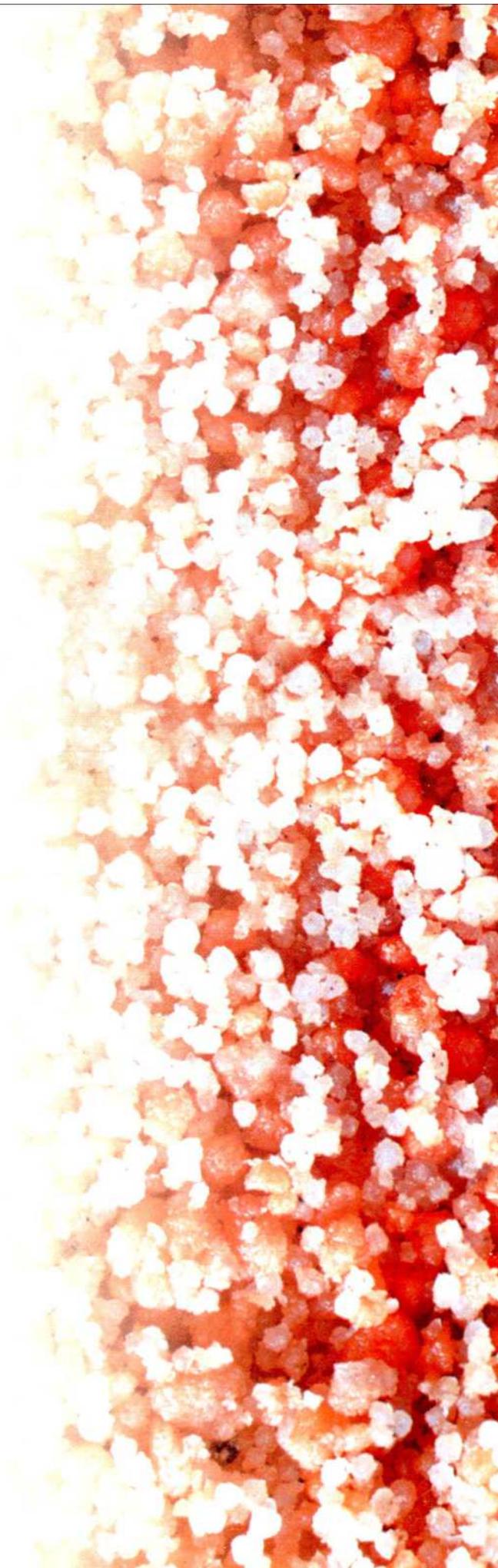


TABLA 15. Evolución de los grados o fórmulas de fertilizantes para café en el país, desde 1960.

Fase del cultivo	Grado (fórmula)	Vigencia
Crecimiento (hasta inicio floración)	5-20-5 6-24-6	hasta 1966
	14-14-14 15-15-15	hasta 1979
	Urea DAP Roca fosfórica	desde 1989
Producción (desde iniciación floración)	10-5-10 12-6-24	hasta 1960
	12-6-22-2 12-12-17-2	hasta 1979
	17-6-18-2 Urea + KCl enmiendas	desde 1978
	25-4-24 fertilizantes simples	desde 1993

USO DE MATERIA ORGÁNICA EN CAFÉ

Los subproductos orgánicos se consideran como formadores de suelo, se pueden emplear para toda clase de cultivos, son de acción prolongada en el tiempo. Si la materia orgánica del suelo se conserva y/o se aumenta, los fertilizantes químicos que se usen posteriormente serán más eficientes.

Sobre las bondades del uso de diferentes formas de materia orgánica, Cenicafé ha obtenido magníficos resultados en almácigos de café en cuanto a sanidad, aspecto, desarrollo y vigor de las plántulas mediante la mezcla en proporción de volumen de 3:1 suelo:materia orgánica, como pulpa descompuesta y seca de café,

cenichaza (mezcla de ceniza y cachaza), lombrinaza, gallinaza, residuos de gasógeno (biogas) (113).

En cafetales en producción, la aplicación superficial de pulpa de café descompuesta, bajo la copa del árbol, ha llegado a reemplazar la fertilización química (113). Diez toneladas de pulpa de café descompuesta bajo techo, aportan aproximadamente la misma cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio que 1.000kg de Supercafé 25-4-24 y que 1.400kg de fertilizante 17-6-18-2, con la ventaja adicional de que suministra también calcio, magnesio, azufre y micronutrientes y mejora las condiciones físicas del suelo aumentando su aireación, su capacidad de retención de humedad y la actividad de los microorganismos. En la Tabla 16 se dan los aportes de nutrientes vegetales por varias fuentes orgánicas, en base-seca.

TABLA 16. Aporte de nutrimentos vegetales por fuentes orgánicas, en base seca (113)

FUENTES	Kilogramos por 10 Toneladas				
	N _d	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Pulpa café descompuesta seca	238	50	353	125	61
Lombrinaza de pulpa café	196	43	199	140	63
Gallinaza *	225	41	234	1.008	60
Porquinaza *	45	30	42	73	13
Estiércol ganado leche *	51	21	54	35	16
Estiércol ganado carne *	64	41	49	15	15
Estiércol caballo *	63	21	66	99	22
Estiércol oveja *	127	44	110	74	28
** Cenichaza 1:1	1,8	7,4	6,6	12	4,1

* Datos transformados de: Bernal, E. J. 1991 (10).
** Datos transformados de: Arcila, A. J.; Arboleda, A. J.; Cuéllar, C. J. 1993 (8).

Para cafetales en producción, está demostrado (70, 82) que la aplicación superficial y bajo la copa del árbol de 6 kilogramos de pulpa de café descompuesta por árbol cada seis meses, reemplaza la fertilización química del cafetal al sol, es decir, la pulpa producida por un cafetal sirve para abonar la quinta parte de ese cafetal.

En la Tabla 17 se dan las cantidades de pulpa seca y descompuesta bajo techo (g/árbol/año) que deba aplicarse según la producción de café.

En un experimento de comparación de fertilizantes nitrogenados en la producción de café (29) con café Caturra a pleno sol se aplicaron 30 gramos de nitrógeno en el primer año y 40 gramos de nitrógeno en el segundo año, repartidos en tres aplicaciones. En la etapa de producción se aplicaron 240 kilogramos de nitrógeno, 80 kilogramos de P₂O₅ y 240 kilogramos de K₂O. El nitrógeno (240 kilogramos/ha/año) se aplicó mediante diferentes portadores, como aparece en la Tabla 18, en donde se dan también los totales de café pergamino seco por hectárea, obtenidos en cuatro cosechas.

TABLA 17. Abonamiento de cafetales según su producción, con pulpa seca y descompuesta bajo techo. (g/árbol/año).

Producción @ cps/ha/año	Número de árboles por hectárea					
	10.000	6.666	5.132	5.000	4.444	2.500
400	1.000	1.500	1.940	2.000	2.240	4.000
300	750	1.120	1.460	1.500	1.680	3.000
200	500	760	980	1.000	1.120	2.000
100	250	380	490	500	560	1.000

TABLA 18. Total de hectáreas de café en cuatro cosechas con diferentes fuentes de nitrógeno (29).

Tratamientos	Arrobas de café pergamino seco/ha
1. Indaco (harina de huesos)	1.161
2. Urea (incorporada)	1.325
3. 12-12-17-2	1.909
4. Nitroform	1.219
5. Urea (superficial)	1.459
6. Pulpa descompuesta	1.987

Se puede observar que las mayores producciones fueron con pulpa descompuesta y con fertilizante 12-12-17-2, que estas dos fuentes son comparables y se confirman los resultados presentados por Uribe y Salazar (82).

ceso de mineralización de la materia orgánica se cumple cuando esta relación orgánica está entre 11 y 16, es rápido cuando aquella relación es inferior a 8 y lento cuando es mayor que 12.

RELACIÓN C/N EN SUELOS DE LA ZONA CAFETERA

En un estudio de más de 600 muestras de suelos de 21 municipios de la zona cafetera (26) se encontró un rango de variación de la relación C/N entre 9,9 y 14,31; se considera que el pro-

Recientemente en Cenicafé (78) se ha encontrado en suelos de la Unidad Chinchiná con 10% de materia orgánica, una rata de mineralización de ésta del orden de 9 ± 3 kg de N/ha/día.

En la Tabla 19 se presentan los resultados de un experimento en que se comparaba el fraccionamiento de la dosis anual de nitrógeno y de NPK y dos dosis de nitrógeno, en suelos con diferente contenido de materia orgánica (25).

TABLA 19. Producción de café en dos suelos con diferente contenido de materia orgánica, según fraccionamiento de nitrógeno y de NPK en varias dosis. Proyecto FF-33. Cenicafé 1971-1975 (25).

Dosis/ha y Frecuencia/año	Arrobas de café pergamino seco/ha. Totales en 5 años	
	Cenicafé (6,6% MO)	Naranjal (12,6% MO)
120kg N/ha	1.472*	1.920
235kg N/ha	1.764	1.829
2 aplicaciones de N	1.729	1.855
4 aplicaciones de N	1.681	1.941
6 aplicaciones de N	1.643	1.771
8 aplicaciones de N	1.952	1.910
2 aplicaciones de NPK	1.706	1.842
4 aplicaciones de NPK	1.705	1.901

* Diferencia significativa a nivel de 5%.

De los resultados obtenidos, se concluye fraccionar la dosis anual de NPK más de dos veces al año no es recomendable y que en suelos con bajo contenido de materia orgánica (6,6% ó menos), la cantidad de nitrógeno a aplicarse debe ser mayor (235kg de N/ha/año) que en suelos ricos en aquella, en los cuales es suficiente una dosis media (120kg/ha/año).

En el laboratorio de Química de Cenicafé (16) se ha establecido, con base en 1174 determinaciones en suelos de la zona cafetera una valiosa ecuación para estimar el contenido de nitrógeno del suelo con base en el contenido de materia orgánica de éste. Esta ecuación, con valor de $r = 0,9042$ es la siguiente:

$$\%N \text{ Total} = 0,016 + 0,0453 (\% \text{ MO}) - 0,00063 (\% \text{ MO})^2$$

Obtenida esta ecuación, válida para contenidos de materia orgánica entre 2 y 20%, elimina la necesidad de la costosa determinación química de nitrógeno en los análisis de suelos.

En la Tabla 20 se dan los valores de nitrógeno total calculados con la ecuación mencionada, según los datos de porcentaje de materia orgánica obtenidos en el laboratorio.

TABLA 20. Porcentaje de nitrógeno total según el contenido de Materia Orgánica del suelo (16).

% MO	Fracción de MO									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2,0	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14
3,0	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18
4,0	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
5,0	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26
6,0	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30
7,0	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33
8,0	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37
9,0	0,37	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40
10,0	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43
11,0	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,47
12,0	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49
13,0	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52
14,0	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55
15,0	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,57	0,58
16,0	0,58	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60
17,0	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	0,62	0,62
18,0	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
19,0	0,65	0,65	0,65	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,67
20,0	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69

EL AZUFRE EN LA NUTRICIÓN DEL CAFETO

En los estudios de nutrición mineral del café y en las recomendaciones sobre la fertilización se ha descuidado bastante el azufre, considerado como un macronutriente que se encuentra en los tejidos vegetales en concentraciones similares o mayores a las del fósforo. Estos descuidos pueden deberse a que algunos de los fertilizantes más usados contienen azufre, tales como el Sulfato de Amonio con 24%, el Sulfato de Potasio con 16%, el Superfósforo simple con 12%, el sulfato de Magnesio con 13%, el Sulfato doble de potasio y magnesio con 22% de azufre.

Con el creciente interés en reducir costos de fertilización del café mediante el uso de fertilizantes concentrados, como urea, fosfato de amonio, cloruro de potasio, crece también la preocupación por la posible aparición de manifestaciones de falta de azufre en aquel cultivo; sin embargo, el azufre del suelo está en la materia orgánica como principal fuente natural y como sulfato soluble; además, los volcanes, la combustión del carbón, de la madera, del petróleo liberan al aire y combinado con el oxígeno, la lluvia lo lleva al suelo, de donde también se puede lixiviar.

El azufre se absorbe principalmente como ion sulfato (SO_4^{-2}), se reduce en la planta y se incorpora en compuestos orgánicos. Es constituyen-

te de los aminoácidos cistina, cisteína, metionina, y de las vitaminas tiamina, biotina y de la coenzima A.

Deficiencia de azufre

Como el azufre no es muy móvil dentro de la planta, los primeros síntomas de S-deficiencia aparecen en las hojas nuevas, con una coloración verde amarillenta que comienza a lo largo de la nervadura principal (56) y según Lott (53) el árbol con S-deficiencia parece con deficiencia de N, pero las hojas de aquel presentan un aspecto moteado que puede confundirse con síntomas de Zn-deficiencia o de Fe-deficiencia.

Las únicas referencias de S-deficiencia en cafetales las hacen Moraes (62) y Malavolta (56), quienes coinciden en anotar que ella ocurre en suelos arenosos pobres en materia orgánica. Se indica además (112) que el café se encuentra abastecido de azufre cuando las hojas tienen 0.20% de S-sulfato y que las mayores producciones de café están asociadas con unas 15ppm de S-Sulfato en el suelo.

Estudios con azufre en café

En 1979 en Cenicafé (50) se hicieron algunas pruebas de aplicación de azufre en café y se registraron dos cosechas. Un resumen de los resultados se presenta en la Tabla 21. Se observa que no hay efecto de la aplicación de azufre en la producción de café.

TABLA 21. Producción de café en dos cosechas del experimento de aplicación de azufre en café. Cenicafé 1970 (50).

TRATAMIENTOS	Producción (kg café cereza/parcela)		
	1ª Cosecha	2ª Cosecha	TOTAL
K_2SO_4 26 g/planta	138	279	417
KCl 21 g/planta	146	300	446
KCl + 6 g $\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O/pl}$	148	314	462
KCl + 12 g $\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O/pl}$	101	279	380

En la Tabla 22 se presentan los primeros valores de azufre total y de azufre disponible ($S-SO_4$) obtenidos por Mejía (58) en muestras de seis de las principales unidades de suelos derivadas de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana; si se comparan estos valores y los de la Tabla 23, con los datos de la bibliografía, se ve remota la posibilidad de que ocurra S-deficiencia en los cafetales Colombianos, en los cuales hasta 1998 no había sido registrada.

Por la relación directa que parece existir entre la cantidad de materia orgánica del suelo y su contenido de S-disponible, la probabilidad de deficiencia de este elemento en el país está lejana, puesto que el 66% de los suelos de la zona cafetera tienen más de 4% de materia orgánica.

EL NITRATO DE POTASIO COMO FERTILIZANTE EN CAFÉ

En Cenicafé, la disciplina de Fitotecnia estudió la posibilidad de usar el nitrato de potasio como fuente de nitrógeno y de potasio en la fertilización de cafetales; el producto aplicado al suelo se comparó con cloruro de potasio y con sulfato de potasio en tres localidades y se llevaron registros de producción durante varias cosechas (30). No se encontraron diferencias significativas entre fuentes de nitrógeno y de potasio; por tanto, el nitrato de potasio se puede usar como fuente de estos nutrimentos en café, siempre que se justifique, desde el punto de vista de los costos.

TABLA 22. Contenido de materia orgánica y de azufre en suelos de la zona cafetera colombiana (58).

Unidad suelo	% MO	ppm S-total	ppm S-sulfato (disponible)
Chinchiná	7,7	716	110
Quindío	6,6	674	18
Montenegro	7,8	1053	27
Malabar	3,3	926	14 *
Fondesa	4,1	1263	27
Fresno	10,4	1179	41
Conc. Jorge V/mil.	3,3	—	8 *
Algeciras	6,3	—	10 *

* Posibles niveles de deficiencia.

TABLA 23. Contenidos de azufre foliar y producción* de café al final del estudio de fuentes de potasio. Cenicafé 1979 (96).

TRATAMIENTOS (dosis y fuentes)	Azufre %	Producción de café arrobas cps/ha/año
D1 KCl	0,210	376
D2 KCl	0,206	340
D3 KCl	0,237	311
D1 K_2SO_4	0,202	396
D2 K_2SO_4	0,203	331
D3 K_2SO_4	0,234	461

arroba = 12,5 kg*

* Ni la producción de café ni los niveles foliares de azufre aumentaron por el uso de sulfato de potasio.

FUENTES DE POTASIO PARA CAFÉ

Experimentalmente en café a plena exposición solar y durante 5 años se probaron el cloruro de potasio y el sulfato de potasio como fuentes de este elemento, en dosis crecientes con la edad del cultivo, hasta llegar a dosis equivalentes a 6 toneladas de cloruro de potasio/ha/año, sin deterioro de la calidad del café comercial y en taza y sin causar toxicidad de cloro, ni provocar deficiencia de azufre en las plantas (96).

El experimento permitió concluir que puede usarse el cloruro de potasio o el sulfato de potasio como portadores directos de este elemento al cafetal o en mezclas físicas con otras fuentes o para la fabricación de fórmulas completas de fertilizantes.

Aunque el cloruro se mostró un poco más acidificante que el sulfato, no existe problema al usarse en forma racional, es decir, sin sobrepasar la cantidad de 400 kg/ha/año, que aportan 240kg de K_2O para cafetales en producción y se hagan las enmiendas que indique el análisis de suelos.

FUENTES DE MAGNESIO PARA CAFÉ

Como la deficiencia de magnesio en el cafeto se acentúa en el período de maduración del fruto, es necesaria su corrección rápida con el fin de evitar la consiguiente caída prematura de las hojas que ella provoca y reducir así el riesgo de deterioro (paloteo) del árbol.

En Cenicafé se hicieron varios experimentos con sulfato, óxido y carbonato de magnesio aplicados al suelo en diferentes dosis; por medio de análisis foliares se evaluó la velocidad y la duración del efecto de los diferentes tratamientos (103).

Los resultados indicaron que para corregir la Mg-deficiencia en el cafeto es útil cualquiera de

los portadores probados, teniendo en cuenta que la frecuencia de aplicación del carbonato de magnesio debe ser mayor que la del óxido o del sulfato, que tienen un efecto más prolongado, y que el sulfato de magnesio no debe usarse si se observan síntomas de B-deficiencia en la plantación.

Cuando se aplicó carbonato de magnesio al cafetal en la ausencia de síntomas de Mg-deficiencia (81), no hubo influencia de las diferentes dosis ensayadas en la producción de café.

ELEMENTOS MENORES PARA EL CAFÉ

En Colombia las deficiencias de micronutrientes en cafetales pueden ocurrir en algunas áreas, es decir, no son generalizadas; en orden decreciente de importancia se pueden mencionar las de boro, manganeso, zinc y hierro; problemas por falta de cobre o de molibdeno no se han reportado en cafetales colombianos.

En la Figura 24, tomado de Mortvedt (63), se muestra claramente la dependencia que la disponibilidad de los elementos menores para las plantas tiene del pH del suelo; en la franja del pH adecuado para café (5,0 - 5,5) se ve la suficiente disponibilidad de todos ellos.

De una revisión hecha por Valencia (107) sobre los niveles de micronutrientes en **suelos** de la zona cafetera y en **hojas** del cuarto par de cafetales del país, se presentan los niveles o valores tentativos de deficiencia y los porcentajes relativos de los casos de potenciales deficiencias (Tabla 24).

Estudios de aplicación de los micronutrientes boro, hierro, cobre, zinc, manganeso, en cafetales que no presentaban síntomas característicos de la deficiencia de cada uno, no tuvieron efecto en la producción de café (81). Lo anterior permite afirmar que si se conserva el pH del suelo entre 5,0 y 5,5 y si además se hace uso de la materia orgánica descompuesta, no habrá problemas de elementos menores ni de azufre en el cafetal.

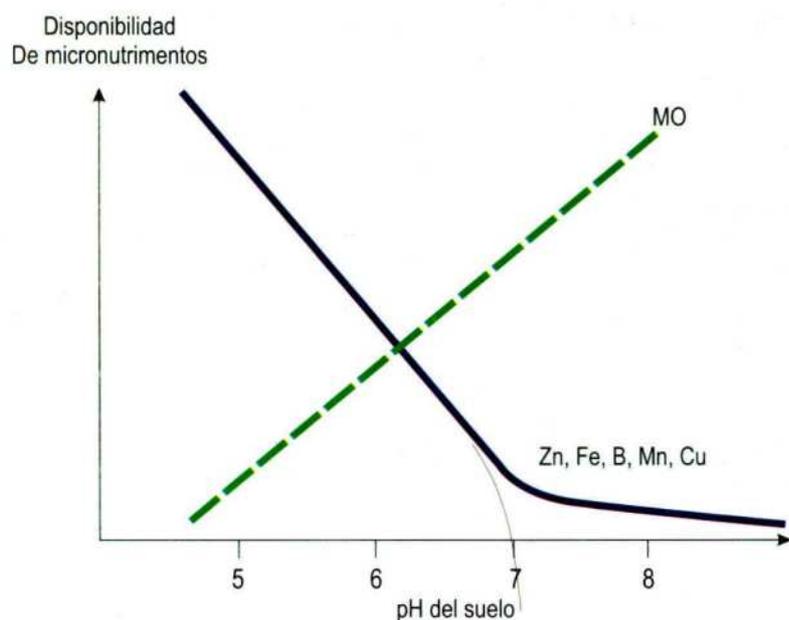


Figura 24. Disponibilidad de micronutrientes para las plantas según el pH del suelo (63)

TABLA 24. Límites potenciales de deficiencia de micronutrientes en suelos y en hojas de café y frecuencia relativa (107).

Elemento		Límite de deficiencia (ppm)	Frecuencia %
Boro	suelos	0,2	77
	hojas	40	23
Manganeso	suelos	20	50
	hojas	130	27
Zinc	suelos	1,0	22
	hojas	9	10
Hierro	suelos	100	15
	hojas	60	27
Cobre	suelos	1,0	25
	hojas	10	100

DEGRADACIÓN QUÍMICA DE SUELOS

Por regla general, el suelo posee casi todos los elementos minerales que las plantas necesitan; sin embargo, después de un tiempo de cultivo algunos nutrientes aparecen en él en

cantidades insuficientes debido principalmente a pérdidas por escorrentía, por lixiviación, a la extracción por las cosechas y a desplazamientos provocados por el uso reiterado de algunos fertilizantes, a pesar de que ocurre una restitución parcial a la fase cambiante y a la solución del suelo, por meteorización de la fase sólida del suelo y por mineralización de la materia orgánica (104).

En la Figura 25, se aprecia la escala de pérdidas de nutrientes por escorrentía y en la Figura 26, las pérdidas por percolación (72).

El cultivo de café sin sombra se inició experimentalmente en Colombia desde 1958. En estas condiciones el cultivo exige importantes aplicaciones de fertilizantes debido a la mayor demanda de nutrientes por la planta, especialmente nitrógeno y potasio.

López (48) observó cambios químicos en suelos de cenizas volcánicas con aplicaciones masi-

vas de fertilizantes: el ion amonio mostró un alto poder de desplazamiento de los cationes potasio, calcio y magnesio, aunque con pocos cambios de pH.

Un resumen (93) de los resultados obtenidos en dos suelos derivados de cenizas volcánicas y dos provenientes de rocas sedimentarias, colocados en macetas de 25 litros de capacidad en las que se aplicaron 168g de nitrógeno por año, suministrado como sulfato de amonio, nitrato de amonio y fertilizante 12-12-17-2; después de dos años de aplicación de tratamientos se sembra-

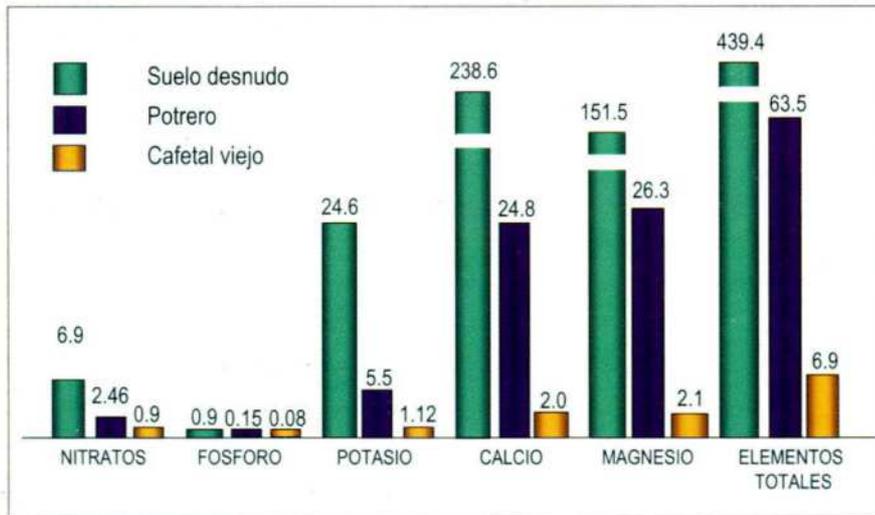


Figura 25. Pérdida de nutrientes del suelo (kg/ha) por escorrentía, según la cobertura (72).

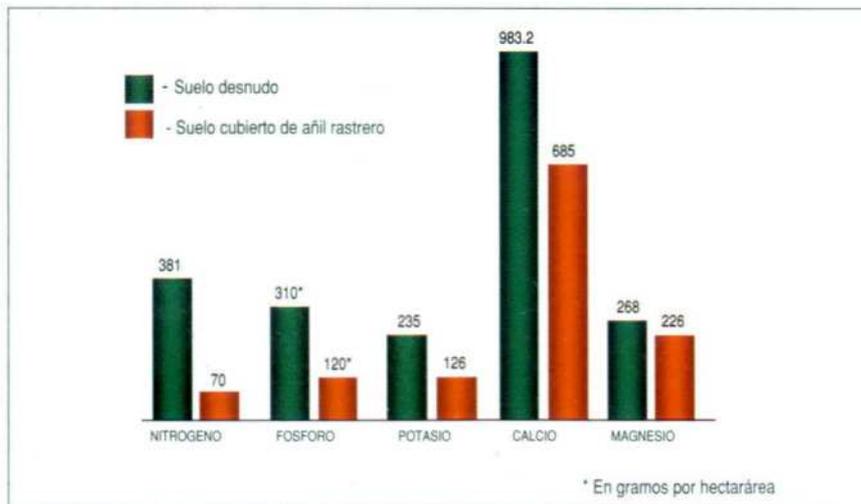


Figura 26. Pérdida de suelos (kg/ha) por percolación (72)

ron plántulas de café variedad Caturra y cuando éstas cumplieron un año de sembradas se tomaron muestras de suelo y de hojas para análisis químicos; Se observaron cambios drásticos en las condiciones químicas y de fertilidad de los suelos: el pH disminuyó en más de una unidad en todos los suelos, especialmente con el sulfato, seguido por el nitrato y por el fertilizante completo.

La disminución de las bases y el incremento del aluminio intercambiable en los suelos por las aplicaciones de sulfato y de nitrato de amonio fue perjudicial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, en las que también se presentó una severa deficiencia de magnesio. El desarrollo más pobre de las plantas se obtuvo en todos los suelos cuando se usó sulfato de amonio.

En otro experimento de uso de fuentes de nitrógeno, cuya duración fue de cinco años (tres cosechas) en los que se aplicaban 240kg de nitrógeno por hectárea por año en la fase de producción. El sulfato de amonio fue el más acidificante y el de menor producción (29).

En la Tabla 25 se presentan los resultados de un muestreo en el archivo de reportes del servicio de análisis de suelos a los agricultores en Cenicafé. En dicha Tabla aparecen, por pares, las muestras de un mismo lote o finca y de las cuales una corresponde a la zona de raíces (zona fertilizada) y la otra a la calle del cafetal (zona no fertilizada). La muestra de la zona fertilizada es la que presenta: pH más bajo, más fósforo, más potasio, menos calcio, menos magnesio y más aluminio.

TABLA 25. Pares de muestras de suelos (calle y zona de raíces) de diferentes lotes o fincas, tomados del archivo del Servicio de análisis de suelos. Cenicafé 1982.

Nº de Laboratorio	pH	P ppm	me/100g de suelo			
			K	Ca	Mg	Al
4.138	5,2	2	0,33	4,8	0,8	0,2
4.139	4,2	839	1,60	1,5	1,0	0,9
4.164	4,3	6	1,40	1,3	0,2	1,1
4.165	5,3	0	0,11	2,3	0,4	0,3
4.198	4,4	152	2,20	2,6	1,5	1,3
4.199	5,4	1	0,49	4,3	1,2	0,1
4.227	3,9	1170	1,60	1,0	0,8	2,9
4.228	5,4	2	0,21	4,7	1,0	0,2
4.310	4,4	885	1,35	1,4	0,9	2,4
4311	5,6	5	0,54	7,6	1,5	-
4.414	5,2	2	0,42	2,3	0,4	0,4
4.415	4,4	95	0,75	0,8	0,2	1,8
4.751	4,6	98	0,68	5,8	1,6	4,5
4.752	5,4	12	0,21	10,0	3,2	0,8



Hechas las anteriores referencias, conviene mencionar las anotaciones finales del trabajo de López (48): la aplicación de cualquier sal nitrogenada amoniacal conlleva peligros de empobrecimiento del suelo en la zona cafetera colombiana.

La aplicación continuada de un nitrato de amonio o de un sulfato de amonio llevará al suelo, por empobrecimiento progresivo, a un estado de infertilidad total. Debe por consiguiente, continuar usándose la urea como la principal fuente de nitrógeno en cafetales. El nitrato de amonio y el sulfato de amonio pueden usarse en zonas con menos de 1.500 milímetros de lluvia anual, en suelos ricos en bases de cambio y que ojalá no se hayan formado de cenizas volcánicas.

ENMIENDAS

Ante el panorama que acaba de describirse, merecen presentarse los resultados más sobresalientes de un experimento de aplicación de cal en un cafetal establecido (97), en el que puede verse el potencial que ésta práctica ofrece para conservar o recuperar la fertilidad de los suelos.

El lote experimental se sembró en octubre de 1966 con variedad Caturra a dos metros de distancia entre plantas, con una fertilización anual de cuatro aplicaciones de 150 gramos de 12-12-17-2 y dos aplicaciones de 50g de urea por árbol. En diciembre de 1974 se zoqueó la plantación y se inició la aplicación de los tratamientos con cal (Tabla 26); semestralmente se hicieron muestreos de suelos y se registró la producción de café durante cuatro años.

En la Tabla 27 se puede apreciar que la aplicación de cal en dos dosis tuvo significativamente menor producción únicamente al cuarto año de tratamientos (1979) y que la dosis de cal no influyó en los resultados.

Los otros resultados interesantes son los que aparecen en la Tabla 28, en la cual se ven los cambios químicos producidos en el suelo y se señala que en el contenido foliar no hubo cambios.

Finalmente, vale la pena destacar que no debe aplicarse cal en suelos con pH mayor de 5,5 ni con calcio mayor de 4,0 miliequivalentes/100 gramos de suelo y con escaso manganeso intercambiable. Lo cual significa que la decisión sobre cualquier aplicación de cal en el suelo del cafetal debe hacerse de acuerdo con los resultados del análisis de suelos.

TABLA 26. Tratamientos del ensayo de enclamiento en cafetales establecidos. g/planta/año. Cenicafé 1981.

1.	12-12-17-2 (150 x 4) + Urea (50 x 2)
2.	12-12-17-2 (150 x 4) + Urea (50 x 2) + Cal (250)
3.	12-12-17-2 (150 x 4) + Urea (50 x 2) + Cal (500)
4.	250 Cal agrícola (300 CaCO ₃)
5.	500 Cal agrícola (600 CaCO ₃)

Diseño: Bloques al azar con 32 repeticiones (un árbol por parcela).

TABLA 27. Comparación estadística de la producción (kg de café cereza por árbol) en cuatro años entre el tratamiento testigo y el promedio de los tratamientos con cal (97).

Tratamiento	1976	1977	1978	1979
Fertilizante solo (1)	3,6	11,7	7,3	17,8**
fertilizante con cal sola (2-3-4-5)	3,5 3,6	10,4 10,5	7,1 6,5	15,2* 13,4
250 kg de cal (2-4)	3,4	10,1	6,7	13,3
500 kg de cal (3-5)	3,8	10,8	6,4	14,5

* Diferencias significativas al 5% de probabilidad.
 ** Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

TABLA 28. Cambios en el suelo y en las hojas por efecto de la aplicación de cal agrícola en suelo de un cafetal. Cenicafé 1980. (97)

Determinación	Modificación	
	Valor inicial	Valor final
pH	4,1	6,3
Ca intercambiable	1,5	12,4 m.e./100 g
Mg intercambiable	0,6	1,4 m.e./100 g
Bases totales	5,4	14,9 m.e./100 g
Al intercambiable	3,1	0,0 m.e./100 g
Mn intercambiable	19,3	13,0 ppm
Fe soluble	783	348 ppm
Contenido foliar	sin modificación	

OTRAS ALTERNATIVAS

Es conveniente tener en cuenta el efecto que el fósforo parece tener en la disminución de la pérdida de amonio y de potasio del suelo, según estudio hecho por Carrillo (87) en microlisímetros en suelo Typic dystrandept con adiciones de

humus, amonio, fosfatos, potasio, calcio, magnesio. En presencia de fosfatos, el potasio y el amonio fueron retenidos en el suelo en mayor proporción que cuando no se adicionaron fosfatos. Esto podría significar además que la presencia de fosfatos en la fertilización ayuda a una mejor respuesta al nitrógeno y al potasio.