

ALTERNATIVAS GENERALES DE FERTILIZACIÓN PARA CAFETALES EN LA ETAPA DE PRODUCCIÓN

Mediante la fertilización se busca mantener o aumentar los contenidos de la materia orgánica y los nutrientes en el suelo, para que las deficiencias o excesos, debido a la naturaleza del material parental, al clima y al uso y manejo del suelo se corrijan, de acuerdo con las exigencias de los cultivos y la potencialidad de la productividad del sitio. Esta práctica también ayuda a incrementar la resistencia de las plantas a condiciones de estrés como la incidencia de plagas, enfermedades y sequía, entre otras, y mejorar la calidad de las cosechas.



Cuando las decisiones acerca de la fertilización de los cafetales son soportadas en los resultados de análisis de suelos, se reducen los riesgos económicos y ambientales, debido a que se suministran al cultivo los elementos requeridos en las cantidades adecuadas.



Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Siavosh Sadeghian Khalajabadi

Investigador Científico II

Hernán González Osorio

Investigador Científico I

Disciplina Suelos

Centro Nacional de Investigaciones
de Café, Cenicafé. Manizales,
Caldas, Colombia.

Edición:

Sandra Milena Marín López

Fotografías:

Gonzalo Hoyos Salazar

Diagramación:

María del Rosario Rodríguez L.

Imprenta:

ISSN - 0120 - 0178

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

Sin embargo, pese a las grandes ventajas que ofrece esta herramienta, en Colombia son relativamente pocos los caficultores que la usan de manera frecuente (menos del 5%). Por lo tanto, se hace necesario implementar alternativas o planes generales para el manejo de la nutrición de los cafetales, de acuerdo a la información existente, por ejemplo, la etapa de desarrollo, la densidad de siembra y el nivel de sombra del cafetal.

Si no se cuenta con los resultados del análisis de suelo para un lote en particular, no es posible saber qué tan disponibles se encuentran los nutrientes, y por lo tanto, los planes de fertilización deben incluir dosis altas de los nutrientes con el fin de garantizar los requerimientos que demanda el cultivo en cada una de sus etapas de desarrollo. Este

proceso conlleva a incrementar los riesgos económicos y ambientales. A diferencia de los fertilizantes, el empleo de cales como correctivo debe restringirse a condiciones en las que existan problemas de acidez, situación que sólo se detecta a través de un análisis de suelo.

El propósito de este Avance Técnico es presentar como guía para los Extensionistas y los cafeteros, planes generales de fertilización para una balanceada nutrición de los cafetales en la etapa de producción, cuando no se dispone de un análisis de suelos. Para lo anterior se tuvieron en cuenta principalmente los criterios establecidos en el Boletín Técnico Cenicafé No. 32 (1), basados en los resultados de investigaciones desarrolladas en Cenicafé sobre el tema.

Manejo de la nutrición en la etapa de producción

En esta etapa los mayores requerimientos corresponden a nitrógeno y potasio, seguidos por fósforo, magnesio y azufre. Eventualmente se presentan deficiencias de algunos elementos menores, en especial boro.

Nitrógeno. Se considera el nutriente más limitante de la producción de café en Colombia, pues cuando se excluye de los planes de fertilización, el rendimiento puede reducirse hasta en 80% (3). La materia orgánica del suelo es la principal fuente de este elemento; sin embargo, generalmente nunca alcanza a cubrir por completo la demanda del cultivo, razón por la cual es necesario incluirlo en todas las aplicaciones.

Potasio. Con base en la frecuencia y la magnitud de la respuesta al suministro de los nutrientes, el potasio ocupa el segundo lugar después del nitrógeno (2). En suelos muy deficientes pueden presentarse reducciones de la producción cercanas al 30%.

Fósforo, magnesio y azufre. La respuesta al suministro de fósforo ha sido ocasional y de baja magnitud (6); sólo se ha encontrado una reducción significativa en el rendimiento cuando los niveles de éste en el suelo son muy bajos (2).

Es común observar deficiencias de magnesio en las hojas de las ramas productivas a medida que avanza el desarrollo de los frutos, pese a ello, las cantidades requeridas no son muy altas (4).

Rara vez se detectan síntomas de la deficiencia de azufre y en cuanto a la respuesta a la fertilización se refiere, las cantidades requeridas se asemejan a las del fósforo y magnesio (5).

Elementos menores. Dada la poca ocurrencia de hallar deficiencias de elementos menores en la mayoría de las regiones cafeteras del país, actualmente no se requiere incluirlos en los planes de fertilización. Cuando las sintomatologías de su carencia sólo se presentan de manera eventual, basta con aplicaciones puntuales para su corrección, en tanto que para sitios donde las manifestaciones son permanentes, pueden incluirse de manera regular. Algunas formulaciones contienen entre 0,1% y 0,2% de boro –B– y cinc –Zn–, a través de los cuales se llegan a proporcionar cerca de 2 kg/ha/año de cada uno de estos elementos. De acuerdo a las experiencias obtenidas en otros países productores del grano estas cantidades son suficientes.

Requerimientos nutricionales de acuerdo al manejo. La producción de café y sus requerimientos nutricionales, varían según las condiciones ambientales –clima y suelo– y el manejo del cultivo. En cuanto a este último aspecto se refiere, tienen relevancia la densidad de siembra (número de plantas o ejes por hectárea) y el nivel de sombrío.

En el ámbito general, mediante el suministro de las siguientes cantidades de nutrientes se logran cubrir satisfactoriamente las necesidades de los cafetales tecnificados con altas densidades de siembra (entre 7.500 y 10.000 plantas o ejes/ha) y bajo nivel de sombra (menor de 35%): 300 kg/ha/año de nitrógeno, 260 kg/ha/año de potasio (K_2O) y 50 kg/ha/año de fósforo (P_2O_5), de magnesio (MgO) y de azufre (S).

Las cantidades anteriores se toman como **criterio base** –100%– para realizar ajustes según sombrío y densidad (Tabla 1). Es así como en plantaciones con poca sombra (menos de 35%) y densidades entre 5.000 y 7.500 plantas o ejes/ha, se sugiere aplicar el 95% de las cantidades definidas para el criterio base, y cuando las densidades son menores de 5.000 plantas/ha se sugiere el 85%. Para lotes con niveles de sombra entre 35% y 45% y densidades entre 5.000 y 7.500 plantas/ha, se aplica el 85% de las cantidades, y el 75% cuando las densidades son menores a 5.000. Si en la plantación el sombrío está entre 45% y 55%, se sugiere fertilizar con el 50% del criterio base, y en los cultivos con más de 55% de sombra, donde la producción es muy baja, no

es necesario realizar esta práctica, dado que la posible respuesta no justifica el costo del fertilizante.

De acuerdo a las cantidades sugeridas para el criterio base, en las Tablas 2 y 3 se presentan las dosis de nitrógeno y potasio, respectivamente, necesarias para las diferentes densidades de siembra y niveles de sombra. En la Tabla 4 se consignan los requerimientos para el fósforo, magnesio y azufre.

Para todos los casos la relación entre $N:P_2O_5:K_2O:MgO:S$ es aproximadamente de 6:1:5:1:1. Esta información

Tabla 1. Ajuste en la cantidad de nutriente o fertilizante según nivel de sombra y densidad del cafetal.

Nivel de sombra (%)	Densidad de plantas o ejes por hectárea		
	Mayor de 7.500	Entre 5.000 y 7.500	Menor de 5.000
Menor de 35	100%*	95%	85%
Entre 35 y 45		85%	75%
Entre 45 y 55			50%

* Criterio base.

Tabla 2. Dosis de nitrógeno (N), en kilogramos por hectárea al año (kg/ha/año), según la densidad de siembra y sombrío del cafetal.

Nivel de sombra (%)	Densidad de plantas o ejes por hectárea		
	Mayor de 7.500	Entre 5.000 y 7.500	Menor de 5.000
Menor de 35	300	285	255
Entre 35 y 45		255	225
Entre 45 y 55			150

Tabla 3. Dosis de potasio (K_2O), en kilogramos por hectárea al año (kg/ha/año), según la densidad de siembra y sombrío del cafetal.

Nivel de sombra (%)	Densidad de plantas o ejes por hectárea		
	Mayor de 7.500	Entre 5.000 y 7.500	Menor de 5.000
Menor de 35	260	250	220
Entre 35 y 45		220	195
Entre 45 y 55			130

puede servir de guía para definir formulaciones o grados generales de fertilizantes para la caficultura nacional.

Alternativas de fertilización con fuentes simples. Las cantidades sugeridas en las Tablas 2, 3 y 4 pueden suministrarse a través de fertilizantes simples en mezcla física, obtenidas en la propia finca, por ejemplo, para un cafetal con alta densidad de plantas y poca sombra se sugieren 610 kg/ha/año de urea, 110 kg/ha/año de DAP, 430 kg/ha/año de KCl y 200 kg/ha/año de Kieserita, equivalente a una proporción de mezcla aproximada de 6:1:4:2, respectivamente. Cuando las densidades son menores y los niveles de sombra mayores, se reducen los requerimientos nutricionales, pero se conservan las relaciones entre los fertilizantes.

Con respecto al fraccionamiento puede decirse que hasta ahora las investigaciones han demostrado que para diferentes regiones del país basta con distribuir la cantidad total de los abonos en dos ocasiones. En los sitios donde normalmente ocurre una alta precipitación o ante años con eventos La Niña, en lugares relativamente lluviosos, puede fraccionarse en tres aplicaciones, con el fin de reducir los riesgos de la pérdida de nutrientes por

lixiviación (lavado o precolación). Para llevar a cabo este propósito, pueden incluirse todos los nutrientes en las dos o tres aplicaciones, como se muestra en la Tabla 5. Otra opción es fraccionar de acuerdo a la cantidad del abono, por ejemplo, distribuir los 600 kg/ha/año de la urea en tres aplicaciones, realizar una sola aplicación de DAP y fraccionar KCl y Kieserita en dos oportunidades, así:

- Primera aplicación: 200 kg/ha de urea, 110 kg/ha de DAP, 215 kg/ha de KCl y 100 kg/ha de Kieserita. Estas cantidades equivalen a una mezcla de urea:DAP:KCl:Kieserita en proporción 2:1:2:1
- Segunda aplicación: 200 kg/ha de urea, 215 kg/ha de KCl y 100 kg/ha de Kieserita, equivalentes a una mezcla en proporción 2:2:1 para urea:KCl:Kieserita
- Tercera aplicación: 200 kg/ha de urea

Tratándose de épocas para la fertilización, ésta debe basarse en la cantidad y la distribución de las lluvias. Por ejemplo, para la zona centro del país la primera aplicación puede llevarse a cabo entre marzo y abril, la segunda entre agosto y septiembre, y la tercera en diciembre del mismo año.

Alternativas de fertilización con fuentes compuestas.

A raíz de la dinámica en los precios de los abonos a nivel mundial y de los avances en las investigaciones que apuntan al uso eficiente de los mismos, el mercado nacional de los fertilizantes para el cultivo de café ha venido presentando modificaciones considerables en los últimos años; en este sentido, el volumen comercializado de las mezclas físicas se ha ido incrementando con respecto a los complejos granulados. Resultado de esto, formulaciones como 17-6-18-2, de amplia aceptación en el mercado cafetero, han bajado su participación de 60% a 40%. En la Tabla 6 se incluyen algunas formulaciones comerciales que se encuentran disponibles,

Tabla 4. Dosis de fósforo (P₂O₅), magnesio (MgO) y de azufre (S), en kilogramos por hectárea al año (kg/ha/año), según la densidad de siembra y sombrío del cafetal.

Nivel de sombra (%)	Densidad de plantas o ejes por hectárea		
	Mayor de 7.500	Entre 5.000 y 7.500	Menor de 5.000
Menor de 35	50	48	43
Entre 35 y 45		43	38
Entre 45 y 55			25

Tabla 5. Dosis en kilogramos por hectárea al año (kg/ha/año) de una mezcla urea:DAP:KCl:Kieserita, en proporción 6:1:4:2, según el fraccionamiento, densidad y sombrío del cafetal.

Nivel de sombra (%)	Dos aplicaciones por año			Tres aplicaciones por año		
	Densidad (plantas o ejes/ha)			Densidad (plantas o ejes/ha)		
	Mayor de 7.500	Entre 5.000 y 7.500	Menor de 5.000	Mayor de 7.500	Entre 5.000 y 7.500	Menor de 5.000
Menor de 35	676	642	574	451	428	383
Entre 35 y 45		574	507		383	338
Entre 45 y 55			372			248

y las respectivas relaciones entre los nutrientes. Nótese que en ellas casi siempre la proporción de nitrógeno tiende a ser similar a la del potasio, no así los porcentajes de fósforo, magnesio y azufre.

Para definir la cantidad requerida del fertilizante debe considerarse la concentración de uno de los elementos que lo conforma. Por lo general, el nitrógeno es el nutriente que más limita la producción y el único que no debe excluirse de los planes de fertilización. Una vez realizado este paso, se cuantifica el aporte de los demás nutrientes.

En la Tabla 7 se consignan las cantidades de nutrientes aportados por los fertilizantes mencionados, calculados a partir de los requerimientos de nitrógeno para plantaciones con altas densidades y bajos niveles de sombrero. Actualmente existen diferencias en el costo de estos fertilizantes (hasta más de \$800.000 por hectárea), parte de las cuales son atribuidas al aporte adicional de nutrientes, tecnología de fabricación, solubilidad del producto, homogeneidad, materias primas y la marca comercial.

Debido a que existen otras fórmulas en el mercado, puede pensarse en un procedimiento que permita seleccionar adecuadamente una fuente de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo. Consideremos el siguiente grado 20-4-18-2. El primer paso consiste en calcular la cantidad total del fertilizante según el criterio base, es decir, para plantaciones con bajo sombrero y altas densidades de siembra; para ello, se recomienda hacer los cálculos correspondientes con base en el requerimiento de nitrógeno, así:

Tabla 6. Formulaciones comerciales de fertilizantes para el cultivo de café en Colombia.

Grado	Contenido porcentual							Relaciones*				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	B	Zn	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
17-6-18-2	17	6	18	2	2	0,2	0,1	2,8	1,0	3,0	0,3	0,3
19-4-19-3	19	4	19	3	3	0,1	0,1	4,8	1,0	4,8	0,8	0,8
21-3-17-6	21	3	17	6	7	0,0	0,0	7,0	1,0	5,7	2,0	2,3
24-3-20-3	24	3	20	3	4	0,0	0,0	8,0	1,0	6,7	1,0	1,3
25-4-24	25	4	24	0	0	0,0	0,0	6,3	1,0	6,0	0,0	0,0
25-3-19-3	25	3	19	3	3	0,0	0,0	8,3	1,0	6,3	1,0	1,0

* Relaciones definidas con base en el contenido de fósforo (P₂O₅).

Tabla 7. Nutrientes aportados por algunos fertilizantes de uso común para café.

Grado del fertilizante	Cantidad de fertilizante	Cantidad de nutriente aportado por el fertilizante							Costo del fertilizante
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	B	Zn	
	(kg/ha/año)	(kg/ha/año)							(\$/ha)*
17-6-18-2	1.765	300	106	318	35	35	4	2	2.470.588
19-4-19-3	1.579	300	63	300	47	47	2	2	2.327.368
21-3-17-6	1.429	300	43	243	86	100	0	0	1.888.571
24-3-20-3	1.250	300	38	250	38	50	0	0	1.618.750
25-4-24	1.200	300	48	288	0	0	0	0	1.586.400
25-3-19-3	1.200	300	36	228	36	48	0	0	1.581.600

*Precios a mayo 8 de 2012.

$$300 \text{ kg/ha/año} \times 100/20 = 1.500 \text{ kg/ha/año del fertilizante } 20-4-18-2-0$$

Donde:

300 kg/ha/año son los requerimientos de nitrógeno de acuerdo al criterio base
100 se refiere al porcentaje

20 corresponde a la concentración porcentual del nitrógeno en el fertilizante

En un segundo paso se calculan los aportes de los demás nutrientes, así:

$$1.500 \text{ kg/ha/año} \times 4/100 = 60 \text{ kg/ha/año de fósforo en forma de } P_2O_5$$

$$1.500 \text{ kg/ha/año} \times 18/100 = 270 \text{ kg/ha/año de potasio en forma de } K_2O$$

$$1.500 \text{ kg/ha/año} \times 2/100 = 30 \text{ kg/ha/año de magnesio en forma de } MgO$$

Finalmente, se comparan estos aportes con respecto a las necesidades del cultivo, como se presenta a continuación:

	Cantidad de nutriente				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
	(kg/ha/año)				
Requerido por el cultivo	300	50	260	50	50
Aportado por el fertilizante	300	60	270	30	0
Diferencia	0	+10	+10	-20	-50

El signo más (+) indica un exceso de nutriente con relación al criterio base y el signo menos (-) un déficit.

Tabla 8. Diferencias entre la cantidad de nutrientes aportado por algunos fertilizantes y la cantidad requerida, de acuerdo con el criterio base.

Grado del fertilizante	Diferencia con respecto a la cantidad requerida				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
	(kg/ha/año)				
17-6-18-2	0	+56	+58	-15	-15
19-4-19-3	0	+13	+40	-3	-3
21-3-17-6-7	0	-7	-17	+36	+50
24-3-20-3-4	0	-13	-10	-13	0
25-4-24	0	-2	+28	-50	-50
25-3-19-3	0	-14	-32	-14	-2

El signo más (+) indica un exceso de nutriente con relación al criterio base y el signo menos (-) un déficit.

Tabla 9. Dosis en gramos por planta para el fertilizante 17-6-18-2, según densidad, porcentaje de sombra y número de aplicaciones.

Densidad	Dos aplicaciones por año			Tres aplicaciones por año		
	Porcentaje de sombra (%)			Porcentaje de sombra (%)		
(plantas o ejes/ha)	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55
4.000	188	165	110	125	110	74
4.500	167	147	98	111	98	65
5.000	168	150		112	100	
5.500	152	136		102	91	
6.000	140	125		93	83	
6.500	129	115		86	77	
7.000	120	107		80	71	
7.500	112	100		75	67	
8.000	110			74		
8.500	104			69		
9.000	98			65		
9.500	93			62		
10.000	88			59		

Los resultados permiten visualizar cómo a través del uso de la fórmula 20-4-18-2, las cantidades de fósforo y potasio que se adicionan son levemente mayores; circunstancia que si bien puede no ser perjudicial para el cultivo, representa un costo adicional. En contraposición, el aporte de azufre es nulo y el de magnesio insuficiente, lo cual sugiere complementar los aportes del fertilizante. En la Tabla 8 se consignan las diferencias entre las cantidades de los nutrientes aportados por los fertilizantes considerados (Tabla 7) y la cantidad requerida, de acuerdo con el criterio base. Es necesario recordar que a medida que se reduce la densidad y aumenta el sombrío, disminuyen proporcionalmente estas diferencias.

Dosis de fertilizante por planta. Es habitual que los caficultores expresen la cantidad de abono en gramos por árbol (g/árbol), sin tener en cuenta el grado del fertilizante, la frecuencia de aplicación, la densidad de siembra y el nivel de sombra. Por ejemplo, el aporte de nutrientes derivado de 100 g del fertilizante 25-4-24 es diferente al que se haría a través de la misma cantidad de 17-6-18-2. Del mismo modo, no es igual aplicar esta cantidad una, dos o tres veces al año, en cafetales con 5.000 ó 10.000 plantas/ha. Con base en la anterior consideración, resulta oportuno aclarar que el aseguramiento de una buena nutrición de los cafetales además depende de la pertinencia y la oportunidad de la labor, del cálculo de las dosis ajustadas a la concentración de los nutrientes del fertilizante seleccionado, de la densidad de siembra y del porcentaje de sombrío del cultivo. En las Tablas 9, 10, 11, 12 y 13 se relacionan las cantidades requeridas, para los fertilizantes antes mencionados, de acuerdo a densidad, porcentaje de sombra y número de aplicaciones.

Tabla 10. Dosis en gramos por planta para el fertilizante 19-4-19-3, según densidad, porcentaje de sombra y número de aplicaciones.

Densidad	Dos aplicaciones por año			Tres aplicaciones por año		
	Porcentaje de sombra (%)			Porcentaje de sombra (%)		
(plantas o ejes/ha)	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55
4.000	168	148	99	112	99	66
4.500	149	132	88	99	88	58
5.000	150	134		100	89	
5.500	136	122		91	81	
6.000	125	112		83	75	
6.500	115	103		77	69	
7.000	107	96		71	64	
7.500	100	89		67	60	
8.000	99			66		
8.500	93			62		
9.000	88			58		
9.500	83			55		
10.000	79			53		

Tabla 11. Dosis en gramos por planta para el fertilizante 21-3-17-6, según densidad, porcentaje de sombra y número de aplicaciones.

Densidad	Dos aplicaciones por año			Tres aplicaciones por año		
	Porcentaje de sombra (%)			Porcentaje de sombra (%)		
(plantas o ejes/ha)	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55
4.000	152	134	89	101	89	60
4.500	135	119	79	90	79	53
5.000	136	121		91	81	
5.500	123	110		82	74	
6.000	113	101		75	67	
6.500	104	93		70	62	
7.000	97	87		65	58	
7.500	90	81		60	54	
8.000	89			60		
8.500	84			56		
9.000	79			53		
9.500	75			50		
10.000	71			48		

Amigo caficultor



Recuerde que para una adecuada nutrición de sus cultivos es necesario conocer la fertilidad de los suelos mediante un análisis de suelos. Esta herramienta, además de indicar la disponibilidad de cada nutriente, ayuda a identificar factores que limitan el crecimiento de las plantas y su producción, tales como la acidez.

Cuando no se dispone de un análisis de suelos, debe racionalizarse el uso de los fertilizantes con base en la información sobre los requerimientos generales del cultivo, según la edad, densidad y porcentaje de sombra.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al doctor Juan Carlos Gómez S., Líder Departamental de Extensión de Risaralda, al doctor Hernando Duque O., Líder Departamental de Extensión de Caldas, a los ingenieros Rubén F. Giraldo O., Pablo A. Carmona G., Héctor L. Hoyos R. y César A. Pineda C., Coordinadores Seccionales de Santa Rosa, Apía, Belén de Umbría y Pereira, respectivamente, en Risaralda. Así mismo, al ingeniero Francisco E. Restrepo H., Coordinador Seccional de Andes, Antioquia.

Tabla 12. Dosis en gramos por planta para el fertilizante 24-3-20-3, según densidad, porcentaje de sombra y número de aplicaciones.

Densidad (plantas o ejes/ha)	Dos aplicaciones por año			Tres aplicaciones por año		
	Porcentaje de sombra (%)			Porcentaje de sombra (%)		
	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55
4.000	133	117	78	89	78	52
4.500	118	104	69	79	69	46
5.000	119	106		79	71	
5.500	108	97		72	64	
6.000	99	89		66	59	
6.500	91	82		61	54	
7.000	85	76		57	51	
7.500	79	71		53	47	
8.000	78			52		
8.500	74			49		
9.000	69			46		
9.500	66			44		
10.000	63			42		

Tabla 13. Dosis en gramos por planta para los fertilizantes 25-4-24 y 25-3-19-3, según densidad, porcentaje de sombra y número de aplicaciones.

Densidad (plantas o ejes/ha)	Dos aplicaciones por año			Tres aplicaciones por año		
	Porcentaje de sombra (%)			Porcentaje de sombra (%)		
	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55	Menor de 35	Entre 35 y 45	Entre 45 y 55
4.000	128	113	75	85	75	50
4.500	113	100	67	76	67	44
5.000	114	102		76	68	
5.500	104	93		69	62	
6.000	95	85		63	57	
6.500	88	78		58	52	
7.000	81	73		54	49	
7.500	76	68		51	45	
8.000	75			50		
8.500	71			47		
9.000	67			44		
9.500	63			42		
10.000	60			40		

Literatura citada

- 1.SADEGHIAN K., S. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. Boletín Técnico No. 32. Chinchiná : CENICAFÉ, 2008. 43 p.
- 2.SADEGHIAN K., S. Calibración de análisis de suelo para N P K y Mg en cafetales al sol y bajo semisombra. Cenicafé 60(1):7-24. 2009.
- 3.SADEGHIAN K., S. Respuesta de cafetales al sol y bajo semisombra a nitrógeno y su relación con la materia orgánica del suelo. Revista facultad nacional de agronomía 64(1):5781-5791. 2011.
- 4.SADEGHIAN K., S.; HERNANDEZ G., E.; ROSS, M.; GUERRERO R., R. Fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café. En: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 13. Bogotá (Colombia), Octubre 4-6, 2006. Memorias. Bogotá (Colombia), Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2006. 7 p.
- 5.SADEGHIAN K., S.; GONZALEZ O., H. Respuesta del café a la fertilización con azufre y su relación con el azufre foliar. En: Congreso colombiano de la ciencia del suelo (15 : Octubre 27-29 2010 : Pereira). Pereira : SCCS, 2010. 5 p.
- 6.URIBE H., A. Efecto del fósforo en la producción de café. Cenicafé (Colombia) 34(1):3-15. 1983.

