

Formulaciones Generales de Fertilizantes

Alternativas para una nutrición balanceada de los cafetales en Colombia

De acuerdo con información general de las compañías productoras de fertilizantes, se estima que la caficultura colombiana consume cada año cerca de 350 mil toneladas de fertilizantes de síntesis química. Lo anterior sugiere que para la caficultura se aplican, en promedio, menos de 400 kg.ha-año⁻¹ de fertilizantes, cantidad que se considera baja, si se tiene el propósito de alcanzar altas productividades (3). Adicionalmente, en muchas ocasiones se emplean fuentes inapropiadas, generando así ineficiencias que se reflejan en pérdidas económicas. Ejemplo de ello es el uso de fertilizantes que:

- ▶ No proporcionan los nutrientes requeridos
- ▶ Presentan un balance inadecuado entre los nutrientes
- ▶ Contienen baja concentración de los elementos necesarios
- ▶ Están compuestos de materias primas de baja calidad
- ▶ Exhiben incompatibilidad física o química de sus componentes

La herramienta por excelencia para definir planes adecuados de nutrición es el análisis del suelo; sin embargo, y pese a los esfuerzos de la Federación Nacional de Cafeteros en promover su uso, esta herramienta tecnológica ha tenido baja adopción. Ante esta situación es necesario proponer alternativas más generalizadas que permitan una nutrición balanceada, de acuerdo con las condiciones predominantes en las diferentes regiones cafeteras del país.

Una vía para lograr este propósito es a través de la información disponible de la fertilidad regional del suelo. Este Avance Técnico tiene como objetivo proponer fórmulas generales de nutrientes, de amplia utilización, para la fertilización de los cafetales en la etapa de producción, a partir de la información histórica de análisis de suelos en los diferentes departamentos de Colombia.





Cenicafé
Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Siavosh Sadeghian Khalajabadi

Investigador Científico III

Disciplina de Suelos
Centro Nacional de Investigaciones
de Café - Cenicafé
Manizales, Caldas, Colombia

Hernando Duque Orrego

Gerente Técnico
FNC

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

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

Manejo de la información regional de la fertilidad del suelo

Para conocer y caracterizar la fertilidad de los suelos cafeteros de Colombia, se estructuró una base de datos con registros históricos de 255.019 muestras de suelos, analizadas en 20 departamentos cafeteros de Colombia, desde 1989 hasta el año 2016. La atención se centró en los macronutrientes frecuentemente contenidos en los fertilizantes y con los cuales se ha encontrado respuesta en café, es decir, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg). Como indicador de la disponibilidad de nitrógeno para las plantas se tomó la materia orgánica del suelo (MO).

Con el fin de identificar las mayores restricciones en fertilidad del suelo para cada departamento, se determinó el porcentaje de muestras en la categoría baja de fertilidad, de acuerdo con lo establecido por Sadeghian (2), para cafetales en la etapa de producción (Tabla 1). Para el caso particular del potasio, las muestras con contenidos medios y bajos de este elemento se agruparon en la categoría de baja fertilidad.

Para definir si la tendencia departamental de cada nutriente analizado era predominante en la categoría de baja fertilidad, se estableció como criterio una frecuencia de muestras igual o mayor al 50% en esta categoría. Para el conjunto de los departamentos cafeteros, y con propósitos descriptivos de tendencia de fertilidad nacional, se calculó el porcentaje de frecuencias mayores del 50% para cada nutriente y materia orgánica.

Tendencias regionales de fertilidad

En la Tabla 2 se consignan las frecuencias de las muestras de suelo en la categoría baja de fertilidad, por departamento.

Materia orgánica (MO). Los resultados indican que en el 80% de los departamentos evaluados predominan suelos con bajos contenidos de MO (menores del 8%), condición que sugiere la aplicación de la dosis más alta de nitrógeno (N), es decir, 300 kg.ha-año⁻¹. Esta situación fue más crítica para Magdalena, Casanare, Putumayo y Caquetá, donde la proporción de muestras en esta categoría superó el 80%. En los casos particulares de Caldas, Risaralda, Cauca y Chocó, el porcentaje de muestras con contenidos bajos de MO fue menor al 50%, siendo la excepción para el país.

Fósforo (P). La mayoría de los departamentos cafeteros presentaron más del 50% de las muestras con niveles bajos de fósforo (menor de 10 mg.kg⁻¹). Para los casos de Caquetá, Cauca, Putumayo y Valle del Cauca la situación fue más crítica, debido a que más del 80% de las muestras estaban en el nivel de baja fertilidad para este elemento. Esta tendencia sugiere emplear dosis entre 40 y 60 kg.ha-año⁻¹ de este elemento. Cabe destacar que, en los casos de La Guajira, Nariño, Norte de Santander y Quindío la situación para este nutriente fue diferente al resto del país.

Potasio (K). Los resultados indican que las mayores frecuencias con niveles

Tabla 1. Clasificación de la fertilidad del suelo para las propiedades de interés. Adaptado de Sadeghian (1).

Propiedad del suelo	Unidad	Categoría		
		Baja	Media	Alta
Materia orgánica (MO)	%	< 8,0	8,0 – 16,0	> 16,0
Nitrógeno (N)	%	< 0,34	0,34 – 0,58	> 0,58
Fósforo disponible (P)	mg.kg ⁻¹	< 10,0	10,0 – 20,0	> 20,0
Potasio intercambiable (K ⁺)	cmol _c .kg ⁻¹	< 0,2	0,2 – 0,4	> 0,4
Magnesio intercambiable (Mg ²⁺)	cmol _c .kg ⁻¹	< 0,6	0,6 – 0,9	> 0,9

Tabla 2. Frecuencia (%) de muestras de suelo en la categoría baja de fertilidad para las propiedades de interés.

Departamento	Número de muestras	Porcentaje de las muestras de suelo en la categoría baja			
		MO	Fósforo	Potasio*	Magnesio
Antioquia	79.227	56%	61%	65%	47%
Boyacá	806	57%	70%	91%	66%
Caldas	34.071	44%	60%	66%	43%
Caquetá	275	84%	86%	94%	91%
Casanare	63	89%	60%	94%	75%
Cauca	7.897	33%	91%	55%	44%
Cesar	969	71%	62%	72%	26%
Chocó	270	29%	57%	61%	27%
Cundinamarca	2.628	57%	55%	75%	36%
Huila	21.093	74%	51%	65%	25%
La Guajira	166	64%	23%	53%	16%
Magdalena	1.711	91%	64%	92%	31%
Meta	224	76%	75%	92%	82%
Nariño	452	75%	41%	32%	17%
Norte de Santander	7.101	79%	49%	80%	46%
Putumayo	27	89%	82%	100%	100%
Quindío	40.999	53%	42%	57%	50%
Risaralda	6.152	33%	64%	56%	34%
Tolima	25.072	70%	50%	70%	35%
Valle del Cauca	25.816	58%	82%	63%	14%
Departamentos con una frecuencia mayor a 50%		16	16	19	6
Porcentaje de frecuencias mayores de 50% **		80%	80%	95%	25%

En azul se resaltan las frecuencias menores del 50%.

* Corresponde a la agrupación de las categorías baja y media.

** (Número de departamentos con una frecuencia mayor a 50% x 100)/ Número total de departamentos.

de potasio menores a $0,4 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ correspondieron a la mayoría de las muestras analizadas. Este resultado tiene su origen principalmente en los tipos de suelos que predominan en la región y su condición de acidez; sin dejar de lado, las bajas cantidades de este nutriente suministrado a través de la fertilización. Los casos más críticos correspondieron a Magdalena, Boyacá, Putumayo, Caquetá, Casanare y Meta, departamentos en los cuales el porcentaje de muestras con K en nivel bajo fue superior al 90%. En el ámbito nacional, la excepción se presentó para

Nariño, departamento en el cual sólo el 32% de las muestras se clasificaron en la categoría de baja fertilidad. Cuando los niveles de K son iguales o menores de $0,4 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ se sugiere aplicar dosis relativamente altas de este nutriente, es decir, entre 260 a $300 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$ de K_2O ; esta condición se cumplió para el 95% de los departamentos cafeteros de Colombia.

Magnesio (Mg). En general, solo el 25% de los departamentos presentaron más del 50% de las muestras con contenidos bajos de este nutriente, en cuyo caso se

justifican dosis mayores a $40 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$ de MgO. Para el 75% restante de departamentos, bastarían dosis de MgO que oscilarían entre 0 y $40 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$. En el caso particular de los departamentos de Valle del Cauca, La Guajira, Nariño y Chocó, se presentaron niveles medios a altos de Mg en el suelo, tendencia que sugiere no incluir este elemento de manera generalizada en los planes de fertilización.

Fórmulas propuestas

De acuerdo con las tendencias predominantes de la fertilidad del suelo en la mayoría de los departamentos del país, y teniendo en cuenta las posibles variaciones, se recomienda el empleo de las siguientes dosis de nutrientes:

Nitrógeno-N: $300 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$
Fósforo- P_2O_5 : $40 - 60 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$
Potasio- K_2O : $260 - 300 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$
Magnesio-MgO: $0 - 40 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$

Cabe resaltar que las cantidades recomendadas están principalmente dirigidas a sistemas tecnificados de producción con altas densidades de siembra (más de 7.500 plantas/ha) y niveles bajos de sombra (menor de 35%); sin embargo, las relaciones entre los nutrientes, también llamado **fórmula de nutrientes**, se conservan si se requiere hacer ajustes por densidad de siembra o nivel de sombra del cultivo.

Para proponer formulaciones generales de fertilizantes, que sean alternativas para una nutrición balanceada, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. En el caso del K puede seleccionarse la dosis de $260 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$ debido a que con ésta se han logrado las mayores producciones (4)
2. Respecto al P, puesto que la diferencia entre cantidades recomendadas es relativamente pequeña ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$) se sugiere una dosis promedio de $50 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$
3. Para el Mg se plantean dos opciones: 0 y $40 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$

De esta manera surgen las siguientes alternativas de dosis y fórmulas de nutrientes para la fertilización del café en Colombia, con un enfoque general para el país cafetero:

Alternativa	Dosis nutriente (kg.ha-año ⁻¹)				Fórmulas de nutrientes			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	300	50	260	0	6,0	1,0	5,2	0,0
2	300	50	260	40	6,0	1,0	5,2	0,8

A partir de las fórmulas propuestas es posible generar diferentes grados, según los fertilizantes o materias primas a emplear. A continuación, se plantean ejemplos para cada una de las dos alternativas:

Alternativa 1. 300 kg.ha-año⁻¹ de N, 50 kg.ha-año⁻¹ de P₂O₅ y 260 kg.ha-año⁻¹ de K₂O.

- ▶ Fertilizantes a emplear: Urea (46-0-0), MAP (10-50-0) y KCl (0-0-60).
- ▶ Cantidad de fertilizantes: Urea 630 kg.ha-año⁻¹, MAP 100 kg.ha-año⁻¹ y KCl 433 kg.ha-año⁻¹.
- ▶ Cantidad total: 1.164 kg.ha-año⁻¹.
- ▶ Grado aproximado del fertilizante: 26-4-22.

Alternativa 2. 300 kg.ha-año⁻¹ de N, 50 kg.ha-año⁻¹ de P₂O₅, 260 kg.ha-año⁻¹ de K₂O y 40 kg.ha-año⁻¹ de MgO.

- ▶ Fertilizantes a emplear: Urea (46-0-0), MAP (10-50-0), KCl (0-0-60) y Sulfato doble de magnesio y potasio [0-0-22-18(MgO)-22(S)].

- ▶ Cantidad de fertilizantes: Urea 630 kg.ha-año⁻¹, MAP 100 kg.ha-año⁻¹, KCl 352 kg.ha-año⁻¹ y Sulfato doble de magnesio y potasio 222 kg.ha-año⁻¹.
- ▶ Cantidad total: 1.304 kg.ha-año⁻¹.
- ▶ Otros nutrientes aportados: 49 kg de azufre.
- ▶ Grado aproximado del fertilizante: 23-4-20-3(MgO)-4(S).

Del análisis planteado se recomienda al Servicio de Extensión que, ante la ausencia de análisis de suelo, se estructuren las recomendaciones de fertilización de cultivos de café, con el enfoque analítico presentado. Este esfuerzo técnico permitirá a los caficultores optimizar el uso del fertilizante, que es determinante en la productividad en la caficultura. Otros grados y, principalmente otras fórmulas, pueden conducir a los caficultores a tomar decisiones erróneas o menos ajustadas a sus necesidades técnicas y económicas. Es fundamental tomar las mejores decisiones para buscar ser competitivo en la producción de café.

Señor caficultor:

Una de las claves de éxito de los planes de fertilización consiste en aplicar las cantidades adecuadas de nutrientes.

Recuerde que la mejor alternativa es el análisis de suelo.



Literatura citada

- SADEGHIAN K., S. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. (Boletín Técnico No. 32). Chinchiná: CENICAFÉ, 2008. 43 p.
- SADEGHIAN K., S. Nutrición de cafetales. p. 85-116. En: CENICAFÉ. Manual del cafetero colombiano : Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Chinchiná : FNC : CENICAFÉ, 2013. 3 vols.
- SADEGHIAN K., S. Manejo integrado de nutrientes para una caficultura sostenible. Suelos ecuatoriales 44(2):74-89. 2014.
- SADEGHIAN K., S.; ÁLVAREZ V., V.H. Calibración de análisis de suelos para potasio en café a partir de resultados obtenidos en una localidad. Informaciones agronómicas de hispanoamérica 2:13-15 2011.

Agradecimientos:

Los autores agradecen la colaboración del Ing. Luis Ignacio Estrada Hoyos y el Estadístico Rubén Darío Medina Rivera, en la depuración y análisis de la información.

