

Fertilizantes minerales para café en Colombia

Consideraciones técnicas

La aplicación correcta de fertilizantes en aspectos relacionados con dosis, fuente, sitio, forma y época, contribuye a la adecuada nutrición de las plantas y favorece la obtención de cosechas abundantes y de buena calidad. En el mercado nacional se comercializa un número considerable de fertilizantes, algunos con una composición y características que se ajustan más que otros a los requerimientos del cultivo de café.

Este Avance Técnico tiene como propósito entregar información acerca de los fertilizantes minerales de uso frecuente en Colombia y algunas consideraciones para su selección, cuando de café se trata.





Cenicafé
Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Siavosh Sadeghian Khalajabadi

Investigador Científico III
<https://orcid.org/0000-0003-1266-0885>

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

Hernando Duque Orrego

Gerente Técnico FNC

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0503>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Jhon Félix Trejos
Archivo Cenicafé

Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

Imprenta

—

ISSN - 0120-0178

ISSN - 2145-3691 (En línea)

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) 8500707
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

Publicado en junio de 2020

Conceptos y definiciones

El fertilizante o abono se define como cualquier producto orgánico o mineral, de origen natural o sintético, que aplicado al suelo suministre a las plantas uno o más de los elementos esenciales para su crecimiento (Brady & Weil, 1999). Los **fertilizantes minerales** pueden ser simples y compuestos.

Fertilizantes simples

Son aquellos que contienen solo uno de los tres nutrientes primarios (nitrógeno-N, fósforo-P y potasio-K); por ejemplo, urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio (SAM), cloruro de potasio (KCl), sulfato de potasio o superfosfato triple (FAO, 2002; Guerrero, 2004).

Fertilizantes compuestos

Cuando los fertilizantes contienen más de un macronutriente primario se consideran compuestos. Estos se agrupan en las siguientes dos categorías:

► **Fertilizantes mixtos:** También son conocidos como **fertilizantes mezclados** y se obtienen de la mixtura física de dos o más productos. Por ejemplo, es posible obtener el grado 23-4-22-3, que contiene N, P, K, magnesio (Mg) y azufre (S), a partir de urea, fosfato monoamónico (MAP), KCl y sulfato de magnesio.

► **Fertilizantes complejos:** También se denominan **complejos granulados** y resultan de reacciones químicas de materias primas en que se forman dos o más compuestos químicos. A diferencia de las mezclas físicas, cada gránulo de estos presenta

igual o similar composición química. Por lo general son fuentes de N, P y K, y en ocasiones contienen macronutrientes secundarios (principalmente Mg y S) y micronutrientes. Son ejemplos representativos de los fertilizantes de esta categoría el 15-15-15, 10-30-10 y 17-6-18-2; este último de uso frecuente en la caficultura colombiana.

Con relación al **contenido nutricional** de los fertilizantes, la concentración de nitrógeno, azufre y los micronutrientes (hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y níquel), se expresan comúnmente en su forma elemental (N, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo y Ni, respectivamente), mientras que el fósforo, potasio, calcio y magnesio como óxidos (en su orden P_2O_5 , K_2O , CaO y MgO).

El **grado** de un fertilizante hace alusión al contenido nutricional del producto, expresado en porcentaje (peso). Al respecto, la norma internacional establece que los primeros tres números corresponden en su orden al porcentaje de N, P_2O_5 y K_2O . Por ejemplo, el fertilizante 26-4-22 contiene 26% de N, 4% de P_2O_5 y 22% de K_2O . En la Norma Técnica Colombiana NTC-1927 (ICONTEC, 2019), se acepta que el grado del producto esté conformado hasta por cuatro números; en tal caso, el porcentaje del cuarto nutriente se refiere a magnesio (MgO) y, tratándose de calcio o azufre, se debe reportar seguidamente y entre paréntesis la expresión CaO o S, respectivamente. Son ejemplos de ello:

22-4-20-3: fertilizante compuesto.

0-0-22-18: sulfato doble de magnesio y potasio [$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$], con 18% de MgO y 22% de S.

21-0-0-24(S): sulfato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$

La **fórmula de nutrientes** se refiere a las proporciones relativas de los nutrientes contenidos en un fertilizante (FAO, 2002). De esta manera, el grado 25-5-25 tiene una razón 5:1:5 de $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ y el grado 10-30-10 una razón 1:3:1. Ahora bien, dos o más fertilizantes pueden tener una fórmula igual o similar, pero diferentes grados; por ejemplo, 15-15-15 y 18-18-18.

Consideraciones acerca de algunos fertilizantes

Urea $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$

Es el fertilizante con mayor concentración de N (46%) y la fuente más económica del elemento, que lo convierte en una excelente opción para satisfacer los requerimientos de los cultivos. En los días siguientes a su aplicación, una fracción de N se pierde por volatilización; proceso que puede reducirse al aplicar este fertilizante en épocas lluviosas y de forma dispersa (“al voleo”). Casi la

totalidad de la urea se aprovecha por las plantas como nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+), y solo una pequeña parte se absorbe en forma de urea- $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

La producción que se obtiene con el suministro de urea, así como la calidad del café, es igual a las que se logran con otras formas del elemento en los fertilizantes complejos, por ejemplo, el nitrato de amonio.

Sulfato de amonio-SAM $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$

Es una fuente alternativa de N (21%) y S (24%). En razón de su poder para acidificar el suelo (por el contenido de amonio), **resulta particularmente útil en suelos básicos para café** ($\text{pH}>6,0$).

Nitrato de calcio $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$

La importancia de este fertilizante, aproximadamente con 15% de N y 26% de CaO , radica fundamentalmente en su

contenido de Ca; sin embargo, las investigaciones desarrolladas por Cenicafé no revelan efecto de este en la producción ni en la calidad del café, cuando se emplea en suelos con bajos niveles de Ca, razón por la cual no se recomienda actualmente. Cabe resaltar que las pérdidas por lixiviación del ion nitrato (NO_3^-) son más altas con respecto al ion amonio (NH_4^+), aspecto que afecta su eficiencia.

Fosfato diamónico-DAP $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$

Se obtiene a partir de la roca fosfórica, azufre y amoníaco. Con 46% de P_2O_5 y 18% de N, es el fertilizante fosfórico de mayor uso en el mundo, pues presenta una alta solubilidad y buenas propiedades físicas. Su disolución en el suelo aumenta el pH alrededor de los gránulos por un corto tiempo, cuando se inicia la nitrificación del amonio. Las diferencias entre DAP y MAP ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), con 52% de P_2O_5 y 10% de N, son pocas; de allí que su efecto en el crecimiento de las plantas es igual.



Escorias Thomas

Corresponde a un subproducto de la industria del acero, con 9% de P_2O_5 soluble y 40% de CaO. Debido a sus bajos contenidos de P, debe suministrarse en dosis relativamente altas para cubrir los requerimientos del cultivo de café (más de 500 kg ha-año⁻¹) en comparación con fuentes como DAP, lo que aumenta los costos de transporte y aplicación. La Escoria Thomas presenta poder para neutralizar la acidez del suelo, por lo tanto, puede considerarse una enmienda antes que un abono, sin embargo, no se recomienda, debido a que en la actualidad es más económico un plan de manejo a base de fertilizantes fosfóricos solubles y control de la acidez con cal dolomítica.

Rocas fosfóricas

En algunas regiones de Colombia, principalmente Norte de Santander, Boyacá y Huila, se encuentran rocas que contienen entre 20% y 30% de P (P_2O_5) total. Estas se muelen y se comercializan como abono fosfórico; sin embargo, el porcentaje de P soluble que las caracteriza es bajo. Investigaciones recientes demuestran que el efecto de estos productos, como fuentes de P en las etapas de almácigo y levante de café, no es significativo; además, estas poseen una reducida capacidad correctiva de la acidez. Las rocas fosfóricas también son tratadas con ácido sulfúrico para aumentar la disponibilidad del P (cerca del 10% de P soluble); a pesar de ello, el precio por unidad del nutriente es generalmente mayor que los fertilizantes como DAP o MAP, por lo cual actualmente no se sugiere incluirlas en los planes de nutrición de café.

Cloruro de potasio (KCl)

Dada su alta concentración de K (60% de K_2O) y efecto en la producción y calidad de café, se considera una buena alternativa; además, su precio es menor frente a otras fuentes como el nitrato o sulfato de potasio, las cuales no han exhibido ventajas con respecto al KCl.

Sulfato doble de magnesio y potasio ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$)

Es un mineral denominado langbeinita que contiene aproximadamente 22% de K_2O , 18% de MgO y 22% de S. Su solubilidad es menor que KCl y Kieserita y, en consecuencia, es particularmente beneficioso en cultivos perennes. El uso de langbeinita tiene mayor relevancia cuando se quiere proporcionar simultáneamente potasio, magnesio y azufre.

Kieserita ($MgSO_4 \cdot H_2O$)

Corresponde a un sulfato de magnesio monohidratado, proveniente de yacimientos marinos. Contiene 25% de MgO y 20% de S y, por su solubilidad, puede ser de rápido aprovechamiento por las plantas, sin que su persistencia en el suelo a través del tiempo sea alta.

Óxido de magnesio (MgO)

La composición de este fertilizante depende de las características de los yacimientos minerales de los cuales se extrae, los cuales, según la riqueza pueden contener hasta 90% de MgO. Es considerado una excelente alternativa como correctivo de la acidez del suelo y, en razón de su baja solubilidad, persiste más a través de tiempo que otras fuentes.

Silicatos de magnesio

Corresponden a rocas (principalmente serpentinitas) que se muelen y, en ocasiones, se granulan. El beneficio de su uso en café es cuestionado, aspecto que se relaciona tanto con los beneficios del silicio como con la aprovechabilidad del Mg, debido a la baja solubilidad de la fuente. No se recomienda su uso.

Dolomita acidulada

Cuando se adiciona ácido sulfúrico a la cal dolomítica, se forman sulfatos de Ca y Mg, siendo de mayor interés como fertilizante el sulfato de Mg. La cantidad final de estos compuestos depende del volumen del ácido empleado. Los productos que actualmente se comercializan en el país solo contienen 30% de sulfatos de Ca y Mg, es decir, que el restante 70% se conserva como dolomita, razón por la cual su valor como fertilizante soluble es bajo, especialmente en lo que al Mg se refiere. Otra alternativa que se ofrece en el mercado nacional surge de aplicar ácido fosfórico a la dolomita, proceso a través del cual se forman fosfato de Ca y Mg. En los dos casos, actualmente resulta más económico emplear fuentes con mayor concentración, tales como Kieserita, sulfatos de calcio (yeso agrícola) y fertilizantes con alto contenido de fósforo soluble.

Fertilizantes minerales para café

Se recomienda que los planes de fertilización de café, tanto para la etapa de levante como producción, se definan de acuerdo con los resultados del análisis de suelos, para lo cual resulta conveniente emplear fuentes simples, pues así se llega a suministrar lo necesario en

forma balanceada, sin incurrir en costos adicionales. Cuando no se dispone de los resultados de análisis de suelos, pueden emplearse fuentes simples o compuestas, para las dos etapas del cultivo:

Etapa de levante

Se sugiere incluir al N en tres o cuatro aplicaciones anuales y el P en dos oportunidades a partir del establecimiento de la plantación; entre tanto, el suministro de K y Mg puede iniciarse luego del primer semestre (Sadeghian, 2008). **Debido a**

que, durante esta etapa del cultivo, los planes de fertilización se modifican entre una aplicación y otra, se sugiere emplear fuentes como urea, DAP, MAP, KCl, óxido de Mg y Kieserita en lugar de fertilizantes compuestos con N, P y K.

Etapa de producción

Durante esta etapa, las cantidades requeridas de N y K (K_2O) son, por lo general, cinco a seis veces mayores que las del P (P_2O_5), Mg (MgO) y S. En concordancia con lo anterior, y con base en la información de la fertilidad del suelo en la zona cafetera de Colombia, Sadeghian y Duque (2017) recomiendan dos alternativas de dosis y fórmulas de nutrientes, para casos en los cuales no se cuenta con los resultados de análisis de suelos. Estas se diferencian en sus contenidos de Mg:

Alternativa	Dosis nutriente (kg ha-año ⁻¹)*				Fórmula 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

* Sugerida para plantaciones con altas densidades de siembra (más de 7.500 plantas/ha) y niveles bajos de sombra (menor de 35%).

Las anteriores fórmulas pueden obtenerse a partir de la **mezcla de fertilizantes simples**, bien sea que se preparen en la finca o se adquieran ya mezclados. Una opción para cada caso puede obtenerse a partir de urea, MAP, KCl y sulfato doble de magnesio y potasio:

- ▶ **Alternativa 1.** Urea 630 kg + MAP 100 kg + KCl 433 kg. Grado aproximado: 26-4-22.
- ▶ **Alternativa 2.** Urea 630 kg + MAP 100 kg + KCl 352 kg + sulfato doble de magnesio y potasio 222 kg. Grado aproximado: 22-4-20-3(MgO)-4(S).

Otra opción puede obtenerse para cada caso a partir de urea, DAP, KCl y Kieserita:

- ▶ **Alternativa 1.** Urea 610 kg + DAP 109 kg + KCl 433 kg. Grado aproximado: 26-4-23.
- ▶ **Alternativa 2.** Urea 610 kg + DAP 109 kg + KCl 433 kg + Kieserita 160 kg. Grado aproximado: 23-4-20-3(MgO)-2(S).





Otra alternativa consiste en el uso de **fertilizantes complejos**, particularmente aquellos cuya fórmula de nutrientes se aproxime a las relaciones sugeridas, es decir 6:1:5 (NPK) o 6:1:5:1 (NPKMg). En el sentido práctico, para la selección de los fertilizantes compuestos, puede tenerse cierta flexibilidad con relación a las anteriores relaciones; sin embargo, conforme se emplean fórmulas distintas, mayores serán los desaciertos técnicos, económicos y ambientales.

Cuando se refieren a **“fórmulas de nutrientes para café”** o **“grados de fertilizantes para café”**, se hace alusión a las **alternativas que pueden emplearse de manera continuada en los sistemas de producción de café para que se obtengan buenas cosechas**. Por lo tanto, no deben recomendarse los abonos diseñados para otros

cultivos, tales como maíz, banano, plátano, pastos y palma de aceite. Son ejemplos de lo anterior 15-15-15, 18-18-18, 19-9-19, 20-10-20, 10-30-10, 15-4-25 y 15-9-20.

Las investigaciones desarrolladas por Cenicafé han demostrado que **no existen diferencias estadísticas en la producción ni la calidad de café cuando se emplean mezclas o complejos granulados** (Sadeghian et al., 2007), **proporcionando los nutrientes que requiere el cultivo en forma balanceada, mediante materias primas de buena calidad, compatibles física y químicamente**. Lo dicho no descarta la posibilidad del efecto de algunas fuentes en casos particulares, por ejemplo, la acidificación que se genera con el SAM o el poder alcalinizante del óxido de magnesio. Un aspecto

determinante de la calidad física de los fertilizantes mezclados consiste en la homogeneidad en el tamaño de sus partículas individuales, pues ante una desuniformidad estas tienden a separarse durante su manejo, transporte y almacenamiento, problema que se conoce como segregación.

Con respecto a los micronutrientes, en ocasiones se presentan deficiencias de boro y con menos frecuencia deficiencias de zinc. Ante estas condiciones pueden emplearse dosis equivalentes a $3,0 \text{ kg ha-año}^{-1}$, fraccionados en dos aplicaciones durante el año. Para cubrir la demanda de estos elementos pueden emplearse fuentes como bórax y sulfato de zinc; adicionalmente, algunos fertilizantes compuestos los contienen en cantidades suficientes.

En resumen

Un plan adecuado de la nutrición de café puede soportarse en fertilizantes simples, como la urea, DAP, MAP, KCl, sulfato doble de magnesio y potasio, óxido de magnesio y Kieserita.



UREA



DAP



MAP (fosfato monoamónico granular)



KCl



Sulfato doble de magnesio y potasio



KIESERITA

Con respecto a los abonos compuestos, se sugieren productos con altos y similares contenidos de nitrógeno y potasio, y bajos porcentajes de fósforo y magnesio, preferiblemente con relaciones cercanas a 6:1:5:1 (N-P₂O₅-K₂O-MgO). El uso de otras fórmulas, como 1:3:1, 1:2:1, 1:1:1, 2:1:2 y 4:1:6, genera desbalances nutricionales que afectan negativamente la productividad y la rentabilidad.

MÁS AGRONOMÍA
más productividad
MÁS CALIDAD



Señor caficultor:

El empleo de fórmulas y grados adecuados de fertilizantes se traduce en una mayor productividad y rentabilidad.

Literatura citada

- Brady, N. C., & Weil, R. R. (1999). *The nature and properties of soils* (12th ed). Prentice Hall.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. <http://www.fao.org/documents/card/es/c/b0f8bfc5-4c95-54b0-80cd-96b810006037/>
- Guerrero, R. (2004). *Propiedades generales de los fertilizantes: Manual técnico* (4ª ed.). Monómeros Colombo Venezolanos. <http://www.monomeros.com/descargas/dpmanualfertilizacion.pdf>
- ICONTEC. (2019). NTC1927- *Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones, clasificación y fuentes de materias primas*. Bogotá.
- Sadeghian, S. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. *Boletín Técnico Cenicafé*, 32, 1-43. <http://hdl.handle.net/10778/587>
- Sadeghian, S., & Duque, H. (2017). Formulaciones generales de fertilizantes: alternativas para una nutrición balanceada de los cafetales en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, 483, 1-4. https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/avance_tecnico_0483
- Sadeghian, S., Hernández, E., & González, H. (2007). Mezcla de fertilizantes en la finca, una buena opción para el caficultor. *Avances Técnicos Cenicafé*, 362, 1-8. <http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/363>

