

Fertilización órgano-mineral en el cultivo del café. Consideraciones para su implementación

Las buenas prácticas de fertilización y el aprovechamiento de los subproductos del café, con base en las recomendaciones técnicas, hacen parte del manejo integrado de la fertilidad del suelo y de la nutrición, el cual es fundamental para mejorar la productividad y calidad de los cultivos, así como para generar una mayor rentabilidad al productor en forma sostenible. La fertilización órgano-mineral se refiere a la aplicación combinada de fertilizantes de origen mineral o inorgánico con abonos orgánicos, la cual puede realizarse en forma simultánea o suministrar cada fuente en forma separada (Antille et al., 2013).

El cultivo del café responde al empleo de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Cenicafé ha generado resultados de investigación relacionados con la fertilización mediante estas fuentes en todas las etapas del cultivo, sin embargo, es escasa la información sobre una alternativa que combine los dos tipos de fuentes de fertilizantes en la fase productiva. Actualmente se propone integrar ambas fuentes en suelos con bajos contenidos de materia orgánica (menor del 6%), incorporando fertilizante orgánico al momento de la siembra o aplicándolo de manera superficial en el plato del árbol (Sadeghian, 2008, 2017). En suelos cultivados con café, el efecto benéfico de la fertilización orgánica se evidencia en la sustitución de los requerimientos de fertilizantes de síntesis química, el desarrollo y la producción del cultivo, además del incremento de la fertilidad del suelo; lo anterior reflejado en el aumento del pH, la capacidad de intercambio catiónico, los contenidos de bases intercambiables y algunos elementos menores, y la disminución del aluminio intercambiable, así como en el mejoramiento de las propiedades biológicas y físicas del suelo (Díaz et al., 2008; Suárez, 2001).





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Luis Fernando Salazar Gutiérrez

Investigador Científico II
<https://orcid.org/0000-0003-2302-4825>

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

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0549>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

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

En el cultivo de café en Colombia, Uribe & Salazar (1983) encontraron que la pulpa de café descompuesta, aplicada en forma superficial, en dosis de 6 a 12 kg/planta (25 a 50 t ha-año⁻¹ en base seca), aumenta significativamente la producción de café, la cual fue similar a la obtenida mediante la fertilización con fuentes inorgánicas. Mientras que, Uribe (1983) halló que la aplicación de fertilizantes de síntesis química con la adición de pulpa de café descompuesta en dosis bajas (aproximadamente de 0,5 t ha-año⁻¹ con 12% de humedad) no influye en la producción.

Arcila et al. (2007) demostraron que la aplicación de 2 a 3 kg/planta de lombriabono en base seca (25 a 30 t ha-año⁻¹) durante la etapa de crecimiento vegetativo y de producción del café, pueden sustituir la fertilización con fuentes de síntesis química.

Lo anterior corrobora que el café responde positivamente a la fertilización orgánica; sin embargo, la limitación práctica para llevar a cabo esta recomendación es la elevada cantidad de insumo orgánico requerido (75 a 100 t ha-año⁻¹ del fertilizante en peso húmedo [60% peso/volumen]) (Sadeghian, 2010).

Por otra parte, se estima que el 60% de la biomasa de café beneficiado vía húmeda corresponde a la pulpa y el mucílago (Calle, 1977). Si estos subproductos del beneficio del café no se utilizan adecuadamente, se convertirán en fuente de contaminación ambiental en la zona cafetera. Pese a lo anterior, el aprovechamiento de las fuentes orgánicas para la fertilización demanda muchos jornales adicionales, requeridos principalmente en el proceso de compostaje, el acarreo y la aplicación.

Con el fin de brindar recomendaciones en torno a la fertilización orgánica

y órgano-mineral, en este Avance Técnico se presentan los resultados de una investigación en la que se evaluó el efecto de la combinación de la fertilización orgánica, proveniente de pulpa de café descompuesta, e inorgánica en la producción del cultivo de café.

Evaluación de la fertilización órgano-mineral en café

La investigación se realizó en la Concentración Agrícola Jorge Villamil (Gigante, Huila) y las Estaciones Experimentales (E.E.) Naranjal (Chinchiná, Caldas), Paraguaquito (Buenavista, Quindío) y San Antonio (Floridablanca, Santander). En cada localidad se establecieron plantaciones de café Variedad Castillo® con densidad de 5.000 plantas por hectárea (dos ejes por sitio). Bajo el diseño experimental bloques completos al azar, empleando siete a ocho repeticiones, se evaluaron desde el momento de la siembra y durante cinco años, diferentes combinaciones de fertilización con fuentes de síntesis química y pulpa de café descompuesta (Tabla 1). La descomposición de la pulpa se realizó mediante el proceso aeróbico en fosas (Uribe, 1977).

En los tratamientos con fuentes de síntesis química se suministró el 50%, 75% y 100% de las dosis recomendadas según los resultados de análisis de suelos. En los tratamientos con pulpa de café descompuesta se aplicaron las siguientes dosis: 0,63, 1,25 y 10,00 t ha-año⁻¹ en base seca, con un rango de humedad que varió entre el 54% al 74%. Estas dosis se obtienen con producciones cercanas a 230, 460 y 3.680 arrobas de café pergamino seco por finca al año, respectivamente.

Para definir la dosis de la pulpa en el tratamiento 12 (entre 8 a 12 t ha-año⁻¹

en base seca y 20 a 30 t ha-año⁻¹ en base húmeda), se consideraron los requerimientos nutricionales de la planta de café, según el análisis de suelos (principalmente el nitrógeno) y la composición del abono orgánico. Al respecto, cabe resaltar que la pulpa de café descompuesta presentó una considerable variación en su composición química, pH y humedad entre las localidades y aun entre diferentes épocas del año en un mismo sitio (Tablas 2 y 3).

En los tratamientos T2, T3, T5, T6, T8 y T9 se aplicó primero el fertilizante de síntesis química y a continuación el fertilizante orgánico; entre tanto, en los tratamientos 10 y 11, la fertilización orgánica se realizó dos meses después de la fertilización con fuentes de síntesis química (Tabla 1).

Efecto en las propiedades químicas del suelo. Las evaluaciones realizadas dos años después de la siembra indicaron que en las cuatro localidades se presentó efecto de la fertilización con pulpa de café descompuesta en las dosis más altas (8 a 12 t ha-año⁻¹) en la corrección de la acidez del suelo con incremento del pH y reducción del Al³⁺ y aumento del K⁺ (Tabla 4). En algunos de los sitios también se registró aumento de los contenidos de materia orgánica (MO), Ca²⁺ y Mg²⁺.

La combinación de la fertilización con fuentes de síntesis química al 50% y pulpa de café descompuesta en dosis de 1,25 t ha-año⁻¹ logró aumentar los niveles de pH en la E.E. Paraguaicito y mejorar los niveles de K⁺ y Mg²⁺ en la E.E. San Antonio (Tabla 4).

Efecto en la producción de café cereza. En la Figura 1 se presentan los resultados del acumulado de los cuatro años de producción. En todas las localidades, a excepción de la E.E. Paraguaicito, hubo efecto de los tratamientos.

Estación Experimental Naranjal. La producción acumulada de café cereza obtenida mediante la fertilización con fuentes de síntesis química al 100% (T1), durante cuatro años de cosecha, fue igual a todas las opciones evaluadas, a excepción de la aplicación de fertilizantes de síntesis química al 50% más 0,63 t ha-año⁻¹ de pulpa de café descompuesta (T8); tratamiento que presentó el menor promedio y también se diferenció estadísticamente de los tratamientos T3, T9, T10 y T11.

Tabla 1. Dosis, fuentes y épocas de aplicación de los tratamientos.

| Tratamiento | Fertilización con fuentes de síntesis química (F. Q.)* (%) | Dosis de abono orgánico (F. O.) (t ha-año ⁻¹)** | Época de aplicación de abono orgánico*** |
|-------------|--|---|--|
| T1 | 100 | 0 | - |
| T2 | 100 | 0,63 | 1 |
| T3 | 100 | 1,25 | 1 |
| T4 | 75 | 0,00 | - |
| T5 | 75 | 0,63 | 1 |
| T6 | 75 | 1,25 | 1 |
| T7 | 50 | 0,00 | - |
| T8 | 50 | 0,63 | 1 |
| T9 | 50 | 1,25 | 1 |
| T10 | 75 | 0,63 | 2 |
| T11 | 75 | 1,25 | 2 |
| T12 | 0 | 10,00 | 3 |

*F. Q. Definida según resultados análisis de suelos. **F. O. En base seca. ***1: a continuación de la fertilización química, 2: dos meses después de la fertilización química, 3: en las épocas recomendadas para la fertilización del café.

Tabla 2. Características de la pulpa de café descompuesta utilizada en cada localidad.

| Característica | €€. Naranjal | €€. Paraguaicito | C.A. J. Villamil | €€. San Antonio |
|-------------------------------|--------------|------------------|------------------|-----------------|
| Humedad (%) | 57,5 - 65,0 | 74,4 | 60,2 - 64,0 | 54,2 - 63,6 |
| pH | 6,3 | 7,0 | 6,5 - 7,6 | 8,6 |
| Cenizas (%) | 52,7 | 44,8 | 40,7 | 62,0 |
| N total (%) | 2,3 - 3,1 | 2,4 - 3,0 | 2,6 - 3,6 | 1,3 - 3,2 |
| Carbono orgánico oxidable (%) | 37,9 | 11,4 | 21,10 | 12,6 |
| P (%) | 0,22 | 0,25 | 0,33 | 0,56 |
| K (%) | 2,10 | 1,03 | 2,74 | 3,27 |
| Ca (%) | 1,00 | 1,32 | 0,14 | 1,41 |
| Mg (%) | 0,32 | 0,34 | 0,34 | 0,36 |
| Mn (mg kg ⁻¹) | 178 | 305 | 681 | 289 |
| Zn (mg kg ⁻¹) | 44 | 93 | 84 | 234 |
| Cu (mg kg ⁻¹) | 43 | 34 | 56 | 58 |

Tabla 3. Estimación del aporte de nutrientes según las dosis evaluadas de pulpa de café descompuesta.

| Dosis de pulpa (t ha-año ⁻¹) | Aporte de nutrientes (kg ha ⁻¹) | | | | |
|---|---|-----------|-------------|------------|-----------|
| | N | P | K | Ca | Mg |
| 0,63 | 14,1 - 19,4 | 1,4 - 3,5 | 6,4 - 20,4 | 0,9 - 8,8 | 2,0 - 2,2 |
| 1,25 | 28,1 - 38,7 | 2,7 - 7 | 12,9 - 40,8 | 1,7 - 17,6 | 4,0 - 4,5 |
| 8 a 12 | 191 - 282 | 20 - 48 | 103 - 277 | 13 - 132 | 29 - 34 |

Tabla 4. Efecto de la fertilización orgánica y órgano-mineral en las propiedades químicas del suelo comparado con la fertilización química al 100%, dos años después de iniciados los tratamientos.

| Localidad | Tratamiento | pH | MO | Al | K | Ca | Mg | P |
|-------------------|---|----|----|----|---|----|----|---|
| E.E. Naranjal | F. Q. 50% + F. O. 1,25 t ha-año ⁻¹ | = | = | = | = | = | = | = |
| | F. O. 8 a 12 t ha-año ⁻¹ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | = |
| E.E. Paraguaicito | F. Q. 50% + F. O. 1,25 t ha-año ⁻¹ | ↑ | = | = | = | = | = | = |
| | F. O. 8 a 12 t ha-año ⁻¹ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | = |
| E.E. San Antonio | F. Q. 50% + F. O. 1,25 t ha-año ⁻¹ | = | = | = | ↑ | = | ↑ | = |
| | F. O. 8 a 12 t ha-año ⁻¹ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↑ | = |
| C.A. J. Villamil | F. Q. 50% + F. O. 1,25 t ha-año ⁻¹ | = | = | = | = | = | = | = |
| | F. O. 8 a 12 t ha-año ⁻¹ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | = | = |

Comparación de los tratamientos frente a la opción de fertilización con fuentes de síntesis química al 100% según prueba de Tukey al 5%: ↑: aumento, =: igual ↓: disminución. F. Q. 50%: Fertilizante de síntesis química al 50% de la recomendación por el análisis de suelos. F. O. Fertilizante orgánico, pulpa de café descompuesta.

Lo anterior sugiere que en esta localidad la reducción de la fertilización convencional en 50% afecta significativamente la producción, no así una disminución en el 25% (dosis del 75%), respuesta que puede estar relacionada con los menores requerimientos nutricionales de café cuando se establece en bajas densidades (5.000 plantas/ha). El promedio del T10 fue el más alto y superó a los tratamientos 2, 4, 5, 7, 8 y 12, indicando la ventaja de aplicar menos fertilizante (75% de la dosis recomendada), acompañada de la aplicación de dosis relativamente bajas de pulpa (0,63 t ha⁻¹) dos meses después de la fertilización con abonos de síntesis química.

Concentración Agrícola Jorge Villamil. La producción obtenida mediante la fertilización con fuentes de síntesis química al 100% (T1), fue igual a las demás opciones de fertilización evaluadas, a excepción

de T5 y T10, los cuales presentaron la mayor producción al aplicar los fertilizantes de síntesis química al 75% de la recomendación según el análisis de suelos y 0,63 t ha-año⁻¹ de pulpa de café descompuesta, esta última aplicada al mismo tiempo o dos meses después de la fertilización química. La sustitución de la fertilización química totalmente por la orgánica (T12), se tradujo en el menor promedio, diferenciándose de la mayoría de las opciones evaluadas.

Estación Experimental San Antonio.

La producción correspondiente a la fertilización 100% orgánica (T12) fue menor que ocho de los 11 tratamientos restantes. Lo anterior sugiere que la aplicación de altas dosis de pulpa descompuesta (10 t ha-año⁻¹ en base seca) no es necesariamente una garantía para obtener resultados similares a los que se obtienen con los abonos

de síntesis química; respuesta que se relacionó con la composición del material orgánico empleado, especialmente el contenido de nitrógeno (1,3%).

La producción lograda con los abonos de síntesis química al 100% (T1) fue igual a las demás opciones de fertilización química o mixta. Cuando se realizó una fertilización con fuentes de síntesis química al 100%, más el suplemento de 0,63 t ha-año⁻¹ de pulpa (T2), la producción fue mayor que los tratamientos T5, T7 y T12.

Estación Experimental Paraguaicito.

La falta de respuesta a las opciones de fertilización evaluadas estaría eventualmente relacionada con el sombrío transitorio de *Cajanus cajan* (guandul) durante la etapa de levante, sin descartar el efecto de las demás condiciones agroclimáticas durante la investigación.

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

Las características químicas que determinan la calidad de la pulpa de café descompuesta pueden variar según el sitio y la época.

El empleo de la pulpa de café descompuesta en la fertilización del café puede contribuir al mejoramiento de la fertilidad del suelo en cuanto a la corrección de la acidez (aumento de pH y reducción de Al³⁺) y el incremento del contenido de la materia orgánica y de algunos nutrientes, principalmente potasio, calcio y magnesio.

La fertilización con pulpa de café descompuesta en dosis que suplan los niveles de nutrientes requeridos por el cultivo, puede igualar la producción obtenida con la fertilización de fuentes de síntesis química. Al respecto, debe resaltarse la alta cantidad del abono necesario (más de 20 t ha-año⁻¹), lo cual generalmente excede la capacidad de obtención en la finca.

Con la fertilización órgano-mineral es posible lograr similares o mejores producciones que al emplear fertilizantes de síntesis química al 100% de la recomendación según el análisis de suelos. En muchos casos será suficiente emplear el 75% de la dosis recomendada de abonos químicos y entre 1.500 y 1.700 kg ha año⁻¹ de pulpa descompuesta con 60 a 65% de humedad. Éstas cantidades pueden obtenerse con una producción cercana a 2.875 kg ha-año⁻¹ de café pergamino seco.

En un plan de la fertilización órgano-mineral es posible aplicar primero el fertilizante de síntesis química y, dos meses después, el abono orgánico. No se deben mezclar las dos fuentes.

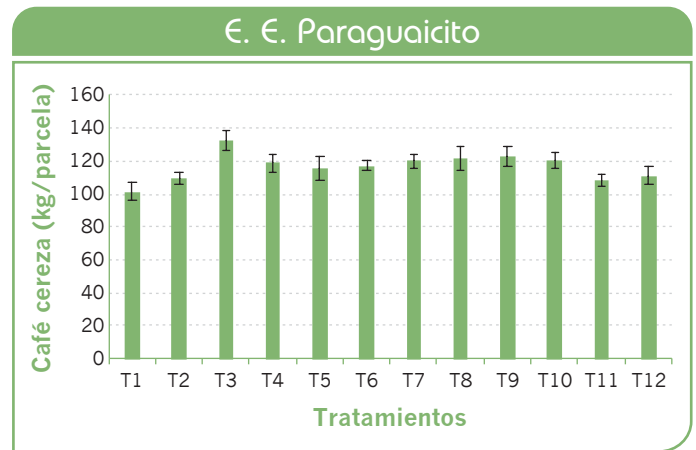
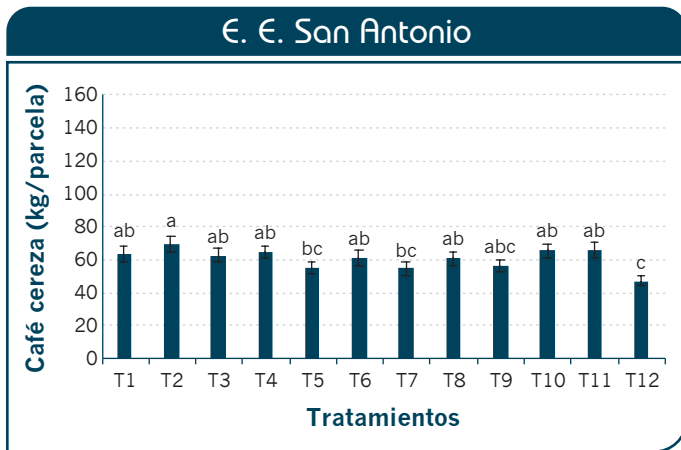
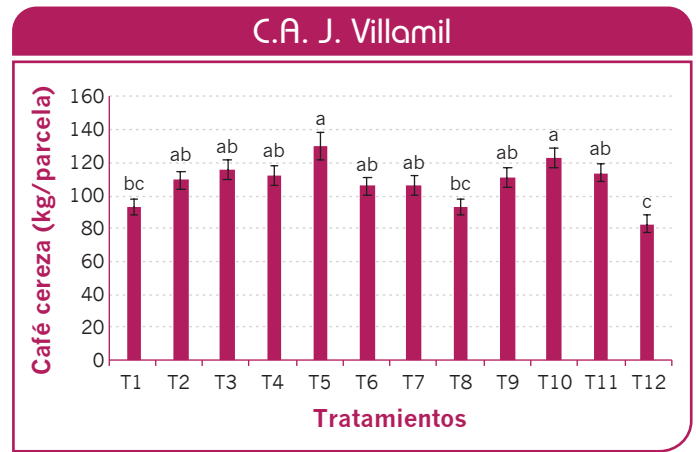
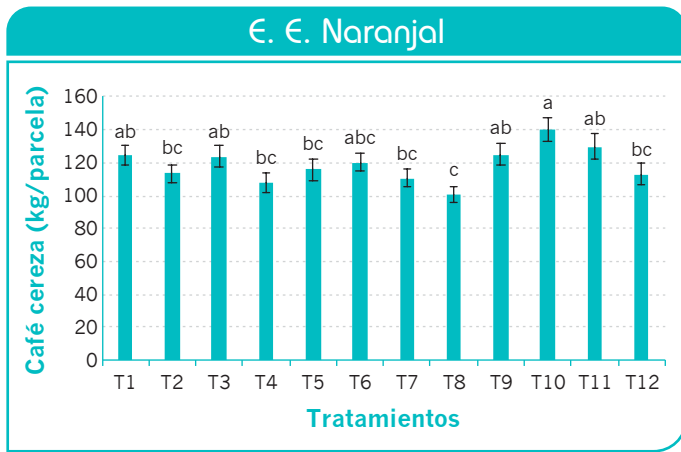


Figura 1. Producción acumulada de café cereza, efecto de los tratamientos evaluados. Las letras iguales indican igualdad estadística según la prueba de Duncan al 5%. Las barras corresponden al error estándar e indica el valor (kg) en el que puede variar el promedio de la producción en su respectivo tratamiento.

T1, T2 y T3 corresponden a F. Q. al 100% con 0, 0,63 y 1,25 t ha año⁻¹ de abono orgánico, respectivamente; T4, T5 y T6 a F. Q. al 75% con 0, 0,63 y 1,25 t ha año⁻¹ de abono orgánico; T7, T8 y T9 a F. Q. al 50% con 0, 0,63 y 1,25 t ha año⁻¹ de abono orgánico; T10 y T11 a F. Q. al 75% con 0,63 y 1,25 t ha año⁻¹ de abono orgánico aplicado dos meses después de la fertilización química; T12 a la fertilización orgánica 8 a 12 t ha año⁻¹.

Consideraciones para la fertilización orgánica y órgano-mineral en café

Para determinar los requerimientos de los abonos orgánicos es necesario conocer su composición. Estos abonos contienen 10 a 15 veces menos nutrientes que los fertilizantes de síntesis química, razón por la cual, sus cantidades requeridas son más altas. La información acerca de la composición y las características de los abonos orgánicos que se comercializan con registro del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) se encuentra en la ficha técnica del producto, mientras que el

abono orgánico obtenido en la finca presenta una composición variada, razón por la cual recomienda que se analice en un laboratorio. Los abonos orgánicos empleados en la caficultura pueden contener en promedio los siguientes valores de nutrientes expresados en porcentaje: 1,3% a 3,0% de N, 0,2% a 2,0% de P, 1,0% a 3,0% de K, 1,7% a 12,2% de Ca, 0,4% a 1,0% de Mg, y la humedad puede variar entre 18% a 61% (Sadeghian, 2010).

Consideraciones acerca de los costos. Es necesario tener en cuenta los costos relacionados

con la producción del fertilizante orgánico en la finca o su compra en el mercado, los costos del transporte y la aplicación; así como los aspectos logísticos relacionados con la disponibilidad y almacenamiento. En la Tabla 5, a manera de ejemplo, se presentan tres opciones de fertilización, con fuentes de síntesis química, orgánica y órgano-mineral y en la Tabla 6 los respectivos costos. Se observa que, la fertilización orgánica registra el mayor costo total por hectárea, mientras que la fertilización órgano-mineral es la opción más económica.

¿Cómo calcular la cantidad de abono orgánico?

1. ¿Cuál es la cantidad de un nutriente que se suministra cuando se aplican 5.000 kg ha⁻¹ de un abono orgánico que contiene 45% de humedad y 2% del nutriente?

$$\text{Peso pulpa seca (kg ha}^{-1}\text{)} = 5.000 \times \frac{(100 - 45)}{100} = 2.750 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{Aporte de nutriente (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{2.750 \times 2}{100} = 55 \text{ kg ha}^{-1}$$

2. ¿Cuál es la cantidad de abono orgánico que debe suministrarse para aportar 200 kg ha⁻¹ de un nutriente, si este tiene 60% de humedad y 1,8% del nutriente?

$$\text{Peso pulpa seca (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{200 \times 100}{1,8} = 11.111 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{Peso pulpa húmeda (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{11.111 \times 100}{(100 - 60)} = 27.777 \text{ kg ha}^{-1}$$

Tabla 5. Aportes de nutrientes con diferentes opciones de fertilización.

| Fertilizantes | Cantidad requerida de fertilizante (kg ha ⁻¹) | Aporte de nutrientes (kg ha ⁻¹) | | | | |
|--|---|---|----|-----|----|----|
| | | N | P | K | Mg | S |
| (a) 23-4-20-4(MgO) | 1.300 | 300 | 52 | 261 | 52 | 39 |
| (b) Pulpa de café descompuesta* | 30.000 | 300 | 41 | 276 | 41 | 48 |
| (c) 23-4-20-4(MgO) + pulpa de café descompuesta* | 975 + 1.600 | 240 | 41 | 210 | 41 | 32 |

*60% humedad; composición estimada promedio del fertilizante orgánico (%): N: 2,5; P: 0,34; K: 2,3; Mg: 0,34; S: 0,4. (a)= F. Q. al 100%, (b)= F. O. 12 t ha año⁻¹ en base seca, (c)= F. Q. al 75% con 0,63 t ha año⁻¹ de abono orgánico en base seca.

Tabla 6. Costos de la fertilización por hectárea y año con diferentes opciones de fertilización en las dosis y condiciones presentadas en la Tabla 5.

| Fertilizantes | Costo de los fertilizantes | Costo de transporte | Costo de aplicación | Costo total/ha |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| (a) 23-4-20-4(MgO) | \$5.330.000 | \$87.000 (2 jornales) | \$261.000 (6 jornales) | \$5.678.000 |
| (b) Pulpa de café descompuesta | \$7.200.000 | \$870.000 (20 jornales) | \$957.000 (22 jornales) | \$9.027.000 |
| (c) 23-4-20-4(MgO) + pulpa descompuesta | \$4.381.500 | \$217.500 (5 jornales) | \$522.000 (12 jornales) | \$ 5.121.000 |

*Precio del jornal: \$43.500. Precio por saco de 50 kg: Fertilizante de síntesis química \$205.000, Fertilizante a partir de pulpa de café descompuesta, obtenido en la finca \$12.000. Precios al año 2022.

Familias caficultoras

La fertilización combinada de fuentes de síntesis química y orgánica es viable.

Es posible emplear el 75% de la dosis recomendada de abonos químicos y entre 1.500 y 1.700 kg ha-año⁻¹ de pulpa descompuesta con 60% a 65% de humedad.



Agradecimientos

Disciplina de Experimentación, a los coordinadores y colaboradores de las Estaciones Experimentales Naranjal, Paraguaicito y San Antonio, al Comité Departamental de Cafeteros del Huila. Al señor Arturo Gómez V.

Literatura citada

- Antille, D. L., Sakrabani, R., Tyrrel, S. F., Le, M. S., & Godwin, R. J. (2013). Characterisation of Organomineral Fertilisers Derived from Nutrient-Enriched Biosolids Granules. *Applied and Environmental Soil Science*, 2013, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2013/694597>
- Arcila, J., & Farfán, F. F. (2007). Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en los sistemas de producción de café. En J. Arcila, F.F. Farfán, A. M. Moreno, L.F. Salazar, & E. Hincapié (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 201–232). Cenicafe. <http://hdl.handle.net/10778/720>
- Calle, H. (1977). Subproductos del café. *Boletín Técnico Cenicafe*, 6, 1–84.

<https://www.cenicafe.org/es/publications/bot006.pdf>

- Díaz, C., Sadeghian, S., & Morales-Londoño, C. (2008). Cambios químicos ocasionados por encalamiento y uso de lombrinaza en la etapa de almacigo del café. *Revista Cenicafe*, 59(4), 295–309. <http://hdl.handle.net/10778/214>
- Sadeghian, S. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. *Boletín Técnico Cenicafe*, 32, 1–43. <http://hdl.handle.net/10778/587>
- Sadeghian, S. (2010). *La materia orgánica: Componente esencial en la sostenibilidad de los agroecosistemas cafeteros*. Cenicafe. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/1113>
- Sadeghian, S. (2017). Manejo integrado de nutrientes: Retos para una caficultura rentable y sostenible. *Avances Técnicos Cenicafe*, 479, 1–4. <https://doi.org/10.38141/10779/0479>
- Suárez, S. (2001). La materia orgánica en la nutrición del café y el mejoramiento de los suelos de la zona cafetera. *Avances Técnicos Cenicafe*, 283, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0283>

Uribe, A. (1977). Fosas para pulpa de café. *Avances Técnicos Cenicafe*, 68, 1–6. <https://doi.org/10.38141/10779/0068>

Uribe, A. (1983). Efecto del fósforo en la producción de café. *Revista Cenicafe*, 34(1), 3–15. <http://hdl.handle.net/10778/4297>

Uribe, A., & Salazar, N. (1983). La pulpa del café es un excelente abono. *Avances Técnicos Cenicafe*, 111, 1–6. <https://doi.org/10.38141/10779/0111>

