



# AVANCES TÉCNICOS

# 283

# Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Enero de 2001

## LA MATERIA ORGÁNICA EN LA NUTRICIÓN DEL CAFÉ Y EL MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA

Senén Suárez-Vásquez\*

**E**l caficultor en la zona cafetera colombiana cuenta y utiliza total o parcialmente varias fuentes de materia orgánica. Por un lado, la materia orgánica humificada por cientos de años, la cual actúa como despensa, reserva de nutrimentos, soporte físico-químico-biológico del suelo que propicia las condiciones ambientales favorables para el cultivo. Por otro lado la materia orgánica fresca, como pulpa, hojas de café y de otros cultivos obtenidas por defoliación natural y por el zoqueo periódico de los cafetales, gallinaza y estiércol animal, entre otros, que son de rápida descomposición.

Con las anteriores, hay aporte rápido de nutrimentos para el cultivo, se mantiene la reserva de éstos en el material orgánico humificado y se contribuye a mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo.

El efecto benéfico de la materia orgánica se observa en la disminución de los requerimientos de fertilización química, el desarrollo y producción del cultivo, el mejoramiento de los suelos, y el aumento del pH y de las bases, entre otros. En todos los casos donde interviene la materia orgánica se mejora la calidad del suelo, la productividad y la producción del cultivo, reduciéndose los costos de producción.

\* Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Investigador principal de Cenicafe hasta junio de 2000. Manizales, Caldas, Colombia.

Buscando la optimización del uso de la materia orgánica en los cafetales se hizo una revisión de la información disponible en Cenicafé y en otras instituciones la cual se presenta a los técnicos, caficultores y estudiantes del agro, con ideas de cómo obtener beneficios, entre éstos, en la racionalización de la fertilización química.

## COMPONENTES DE LA MATERIA ORGÁNICA

Según Jenkinson (6), la materia orgánica consta de dos componentes importantes, el componente vivo y el componente muerto.

**1.** El **componente vivo** es raras veces superior al 4% del total de la materia orgánica del suelo y está conformado por microorganismos, macroorganismos o fauna y raíces de las plantas.

**1.1.** Los microorganismos. Hongos, bacterias, actinomicetos, algas y protozoos, entre otros, constituyen entre el 60 y el 80% de la materia orgánica viva y todos en conjunto hacen parte de lo que se conoce como biomasa microbiana. Actúan en varias actividades especializadas: descomposición de la materia orgánica, mineralización e inmovilización de nutrientes, fijación de N atmosférico, solubilidad del fósforo, agregación y estabilización de las partículas del suelo, entre otros.

El metabolismo microbiano depende de los factores ambientales, la clase de microorganismo predominante y el tipo de sustrato en el suelo. Desde el punto de vista de nutrición del cultivo, la biomasa microbiana en su dinámica recicla una cantidad de nutrientes muy alta y variable, de fácil disponibilidad una vez el mi-

croorganismo muere y comienza su inmediata mineralización. También, los microorganismos inmovilizan temporalmente los nutrientes reduciendo la pérdida por lixiviación, por ejemplo, es el caso del nitrógeno procedente de la fertilización.

Varios autores han estudiado los aspectos benéficos relacionados con la biomasa microbiana del suelo. Es el mejor canal de transferencia de los nutrientes orgánicos a las plantas, Ladd y Foster (8). Es un agente de cambios bioquímicos en el suelo y un dispensador de nutrientes para la planta, Brookes *et al.* (4). Hace parte viva de la materia orgánica, excluyendo raíces y algunos organismos, Jenkinson (6). Según Smith (13), el N-biomasa representa entre el 1% y el 5% del N-total del suelo y según Ladd y Foster (8) y Shen *et al.* (12), más del 34% del nitrógeno agregado en la fertilización es retenido en la biomasa microbiana.

N-biomasa microbiana y N-disponible en suelos de la zona cafetera. En un suelo con café en producción sin fertilización y con aplicación de nitrógeno (Figura 1), localizado en la Estación Central de Cenicafé, Naranjal, unidad Chinchiná, zona óptima cafetera ubicada a 1400msnm, 21°C, con 13% de MO, 0,55% de N-total, densidad aparente de 0,8g/cm<sup>3</sup> a 20cm de profundidad, se observa el siguiente comportamiento sobre el nitrógeno contenido en la biomasa microbiana:

En el testigo sin fertilización se encontraron en la biomasa microbiana alrededor de 440kg de N/ha, nitrógeno que se mantiene constante durante los 130 días de evaluación. Según datos de laboratorio este suelo suministra alrededor de 30kg de N/ha disponible en forma permanen-

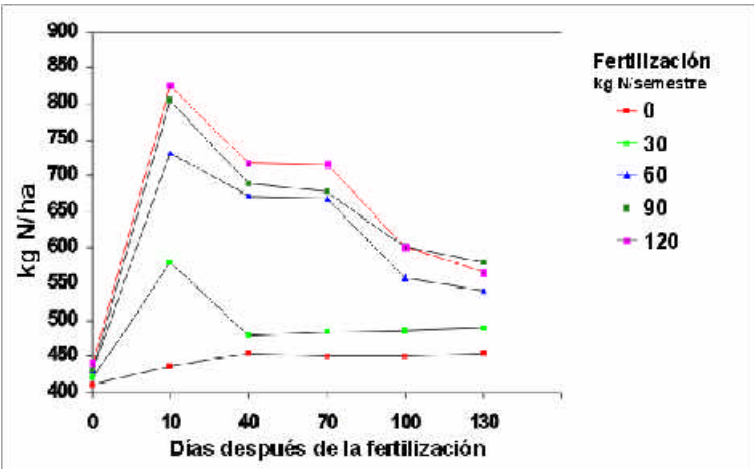
te, procedente del N-biomasa para el cultivo en producción; suficiente N-disponible para que en Naranjal, Uribe y Mestre (18) con dosis de 120 y 240kg de N/ha/año en 1.600 plantas de café/ha (Tabla 1), y Suárez (15) con dosis de 60, 120, 180 y 240kg de N/ha/año en 10.000 plantas de café/ha, en el acumulado de cuatro cosechas, no encontraran respuesta significativas en los rendimientos con la fertilización. En este medio ambiente específico no es necesario fertilizar.

En suelos con menor cantidad de N-disponible al de Naranjal, donde cambian la temperatura, la humedad, el contenido de MO, el N-total y la N-biomasa, también cambia la respuesta del cultivo a la fertilización nitrogenada, como lo demuestran Uribe y Mestre (18) (Tabla 1). En la Tabla 2 y en la Figura 2, para dos suelos, el N-disponible llega escasamente a la mitad del aportado en Naranjal. En todos los casos estudiados el N-disponible aportado por el suelo se mantiene constante, en épocas de mayor y menor precipitación. La baja variación del N-disponible del suelo en varias épocas de evaluación obedece a que son constantes la temperatura, la retención de humedad y se conserva la MO y el N-total del suelo. Conociendo el N-disponible aportado por el suelo y la producción de café como respuesta del cultivo a la fertilización, se facilita ajustar la fertilización nitrogenada actual recomendada, reduciéndola.

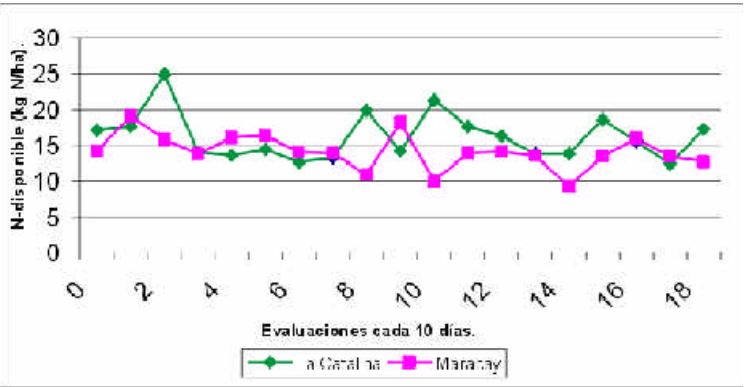
Para café y con base en los trabajos de Uribe y Mestre (18), se recomienda actualmente el siguiente plan de fertilización: 240kg de N/ha/año cuando el contenido de MO está entre 7 y 14% y 270kg de N/ha/año (un 20% más), cuando el contenido de MO es >16 y <7%.

En un suelo con aplicación de fertilizante nitrogenado como el suelo de Naranjal (Figura 1), se observó que el N-biomasa se activa e incrementa con la fertilización nitrogenada en los primeros 10 días. En el proceso inmoviliza el fertilizante aplicado hasta los 90kg de N/ha y mineraliza parte del N-total del suelo en las cuatro dosis de nitrógeno aplicado. En los días posteriores al pico de los 10 días, el N-biomasa se reduce lentamente y al final de las evaluaciones, a los 130 días después de la fertilización, se encontraba cerca del N-biomasa del testigo sin fertilización. Con la fertilización nitrogenada también aumenta el N-disponible y se va disminuyendo siguiendo el patrón señalado para el N-biomasa. Esto quiere decir que todo el nitrógeno aplicado en el fertilizante en Naranjal se perdió por lixiviación al no encontrarse respuesta en los rendimientos de café. Pero igualmente ocurre pérdida de nitrógeno aplicado en el fertilizante en otros suelos (Tabla 3).

**Figura 1.** Dinámica del nitrógeno en la biomasa microbiana en un suelo de la Unidad Chinchiná con y sin fertilización nitrogenada, Aguilar (2).



**Figura 2.** N-disponible durante 6 meses de evaluación en dos localidades con café en producción sin N-fertilización.



En Naranjal y tres localidades más, con café en producción, en 100 muestras/ha tomadas cada 10 metros en cuadro, seis meses después de aplicado el fertilizante, antes de la próxima fertilización, se encontraron cantidades importantes de nitrógeno disponible procedente de la fertilización anterior<sup>1</sup>. Esta tendencia había sido registrada para suelos de Naranjal por Suárez (15), en estudios

<sup>1</sup> Ochoa A., W. Ing. Agrónomo. Comunicación personal 2001.

**Tabla 1.** Respuesta en los rendimientos del café (kg de cps/ha/año), a la fertilización nitrogenada en varios sitios de la zona cafetera. Adaptado de Uribe y Mestre (18)

| Lugar       | Altitud m | Plantas /ha | MO % | N % | Dosis (kg N/ha/año) |       |       | Respuesta al N |
|-------------|-----------|-------------|------|-----|---------------------|-------|-------|----------------|
|             |           |             |      |     | 0                   | 120   | 240   |                |
| Naranjal    | 1.400     | 1.600       | 13,1 | 0,6 | 2.650               | 3.000 | 2.650 | NO             |
| Cenicafé    | 1.320     | 2.500       | 6,6  | 0,4 | 1.413               | 4.013 | 4.475 | SI             |
| Rosario     | 1.637     | 2.500       | 13,8 | 0,5 | 2.772               | 3.369 | 3.516 | SI             |
| Piamonte    | 1.300     | 2.500       | 5,5  | 0,3 | 700                 | 986   | 1.025 | SI             |
| Paraguacito | 1.250     | 2.500       | 6,6  | 0,4 | 4.119               | 5.522 | 6.009 | SI             |
| Líbano      | 1.500     | 1.600       | 17,3 | 0,7 | 2.095               | 3.695 | 3.250 | SI             |
| Fresno      | 1.400     | -           | 12,5 | 0,8 | 2.292               | 3.025 | 2.709 | SI             |
| Gigante     | 1.500     | -           | 4,5  | 0,2 | 2.284               | 3.588 | 4.091 | SI             |
| Albán       | 1.400     | -           | 5,9  | 0,3 | 1.863               | 3.738 | 4.250 | SI             |
| Mesitas     | 1.250     | 1.600       | 8,3  | 0,4 | 1.209               | 2.087 | 2.191 | SI             |
| Granjas     | 1.500     | 1.600       | 16,3 | 0,9 | 1.947               | 3.197 | 3.456 | SI             |

**Tabla 2.** N-disponible (kg N/ha) en el suelo sin N-fertilizante, durante seis meses de evaluación en café en producción y en dos localidades de la zona cafetera.

| Localidad   | Muestras | MO% | N%   | $\bar{x}$ media | N-disponible |      |        |        |
|-------------|----------|-----|------|-----------------|--------------|------|--------|--------|
|             |          |     |      |                 | Mediana      | Moda | Mínima | Máxima |
| Maracay     | 19       | 4,5 | 0,24 | 14              | 14           | 14   | 13     | 19     |
| La Catalina | 19       | 9,0 | 0,43 | 16              | 16           | 18   | 9      | 25     |

realizados con nitrógeno marcado ( $N^{15}$ ) en el fertilizante aplicado al café en producción. Además de lo referenciado sobre biomasa, Bolaños (3), encontró un variado número de esporas de especies de micorrizas en suelos de la zona cafetera, que explica en parte del porque en suelos de alto contenido de MO ( $> 5,5\%$ ), no hay respuesta en los rendimientos del café a la fertilización fosfórica. También Chica (5), observó en varias leguminosas de la zona cafetera la presencia de un gran número de microorganismos nitrificadores de gran importancia en la fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo. Lo anterior tiene varias implicaciones prácticas por considerar:

- El suelo a través de su biomasa microbiana inmoviliza temporalmente el nitrógeno procedente del fertilizante.
- Como consecuencia de la aplicación de nitrógeno al suelo hay aumento de la actividad microbiana medida en el aumento del N-biomasa y el nitrógeno mineralizado procedente de la MO.
- Hay pérdida total o parcial del nitrógeno por lixiviación, dependiendo

do de la respuesta del cultivo a la fertilización.

- Con la fertilización actual recomendada para cualquiera de los suelos estudiados hay un sobrante de fertilizante aplicado el cual no es aprovechado por el cultivo.

**1.2. Los macroorganismos o macrofauna.** Constituyen un 15-30% y son importantes en el proceso de formación de los suelos. Los grupos claves, tales como lombrices, termitas, hormigas y artrópodos, se conocen por su efecto en la inmovilización y humificación (1,7).

**1.3. Las raíces del cultivo.** Constituyen un 5-10% de la MO-viva, pero de influencia importante en la absorción de nutrientes y en el mejoramiento físico, químico y biológico del suelo. Es el componente vivo de mayor trascendencia para el buen desarrollo del cultivo y el suelo, debido a que las raíces mantienen un crecimiento permanente y en su trayectoria y distribución exploran un mayor volumen de suelo, mejorando la agregación y la arquitectura del suelo y en consecuencia, una mejor aireación, retención de humedad y su-

ministro de aire, agua y nutrientes para la planta. La planta que logra un buen desarrollo de raíces afronta fácilmente épocas de exceso de agua y épocas de sequía.

Las raíces absorbentes del café se encuentran en los primeros 30cm de la superficie del suelo, (14). Se observa una red de raíces sobre la superficie del suelo con solo limpiar de hojas el plato del árbol. Entre las causas de un sistema de raíces superficial se encuentra el suministro adecuado o excesivo de agua y por tanto, las raíces no tienen necesidad de profundizar en el suelo. También, debido a posibles limitaciones físicas para las raíces en el segundo horizonte por compactación, alta retención de humedad y pedregosidad, entre otros. Se recomienda siempre propiciar un buen desarrollo de raíces desde el almácigo y esto se logra con la adición de MO y buen drenaje, entre otros. El muestreo de suelos y la localización del fertilizante en la gotera del árbol, recomendados actualmente, se relacionan con el hábito de crecimiento de las raíces del cultivo.

**Tabla 3.** N-disponible (kg de N/ha) en el suelo N-fertilizado seis meses antes, café en producción en varias localidades de la zona cafetera\*.

| N-NO3 kg N/ha      | Muestras/ha | Mínimo | Máximo | Media | Mediana | Moda | C.V. |
|--------------------|-------------|--------|--------|-------|---------|------|------|
| Paraguaicito       | 100         | 4,6    | 88     | 26    | 22      |      | 65   |
| Maracay            | 100         | 13     | 98     | 38    | 36      |      | 38   |
| Naranjal           | 100         | 44     | 124    | 76    | 73      | 73   | 22   |
| S. Roque           | 100         | 25     | 78     | 47    | 48      | 25   | 22   |
| <b>MO (%)</b>      |             |        |        |       |         |      |      |
| Paraguaicito       | 100         | 5,2    | 9,8    | 7,1   | 7,1     | 6,2  | 14,8 |
| Maracay            | 100         | 6,6    | 14,7   | 10,3  | 10,1    | 8,6  | 14,2 |
| Naranjal           | 100         | 10,8   | 16,8   | 14,3  | 14,3    | 14   | 7,9  |
| S. Roque           | 100         | 5,6    | 14     | 10,3  | 10,4    | 10,4 | 10,1 |
| <b>N-total (%)</b> |             |        |        |       |         |      |      |
| Paraguaicito       | 100         | 0,23   | 0,53   | 0,35  | 0,35    | 0,37 | 17   |
| Maracay            | 100         | 0,18   | 0,55   | 0,38  | 0,38    | 0,38 | 19   |
| Naranjal           | 100         | 0,4    | 0,71   | 0,57  | 0,58    | 0,56 | 9,8  |
| S. Roque           | 100         | 0,24   | 0,63   | 0,48  | 0,48    | 0,48 | 10,4 |

\*Ochoa A., W. Ing. Agrónomo. Comunicación personal. 2001

**2. El componente muerto,** un 98% del total de la MO en el suelo, está constituido por el subcomponente Humus y el subcomponente Macro.

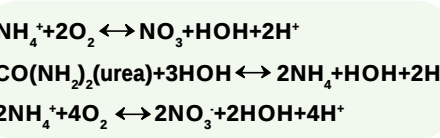
**2.1. El subcomponente Humus.** Constituido por partículas menores de  $2\mu$ , a su vez consta de tres clases:

(a) Las sustancias orgánicas no húmicas bien definidas: carbohidratos, lípidos, ácidos orgánicos, pigmentos y proteínas.

- (b) Las sustancias húmicas compuestas de ácido fúlvico y ácido húmico.
- (c) La humina.

El humus es el más importante y además, abundante y se pueden observar algunos ejemplos de los contenidos en los suelos conservados de la zona cafetera (Tabla 4). Todo se atribuye a que en su formación, debido a la descomposición de la MO lignificada, aparecen grupos carboxílicos y oxidrílicos. El humus cuenta con una alta capacidad de intercambio aniónico y catiónico, más de 150me/100g, lo que le permite retener y liberar los nutrientes y amortiguar los efectos causados por el exceso en la fertilización química.

En un suelo se observan cambios químicos debidos a la fertilización; el pH, las bases (Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup>) han disminuido con el aumento de la acidez (H<sup>+</sup> y Al<sup>+++</sup>). Según Pavan (10), la nitrificación de compuestos amoniacales constituye uno de los más importantes procesos de acidificación de los suelos agrícolas. Un ejemplo se da con la aplicación de urea (Figura 3), con la cual ocurren las siguientes reacciones:

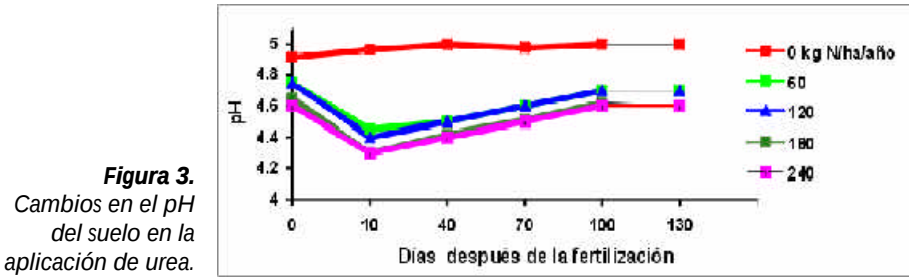
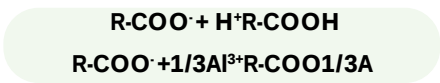


- 2.2. El subcomponente Macro.** Se refiere a toda partícula orgánica,

>250μ, en varios estados de descomposición.

- 2.3. El mulch como MO-muerta.** Se define como mulch la MO fresca localizada sobre la superficie del suelo. En la zona cafetera está conformado por hojas proveniente de la defoliación natural, la aplicación de pulpa de café, gallinaza y leguminosas, entre otros materiales orgánicos encontrados en la zona. El mulch, debido a su rápida mineralización y a los grupos carboxyl-C y alkyl-C que se derivan en la formación de humus, es importante y económico en el suministro de nutrientes disponibles para la planta (17). Con su uti-

lización se aumenta el pH, el contenido de MO, K y Ca y la CIC en el suelo. En las Tablas, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, se dan varios ejemplos sobre el aumento del pH y el aporte de nutrientes con la aplicación de pulpa y hojas de café, entre otras fuentes de MO utilizadas como mulch en varios suelos cafeteros. El uso de la pulpa en almácigos y en café en producción es ampliamente conocido, Uribe y Salazar (19). La MO en el suelo sube el pH neutralizando los iones H<sup>+</sup> y Al<sup>3+</sup>, de la siguiente manera:



**Tabla 4.** Cantidad de humus encontrado en varias localidades de la zona cafetera colombiana. Tomado de Schaufelberger (11).

| Localidad  | Departamento | Vegetación | Altitud m | Humus % |
|------------|--------------|------------|-----------|---------|
| Sevilla    | Valle        | Café       | 1520      | 6,0     |
| Fresno     | Tolima       | Café       | 1220      | 7,7     |
| Líbano     | Tolima       | Café       | 1430      | 6,6     |
| Armenia    | Quindío      | Café       | 1350      | 7,5     |
| Montenegro | Quindío      | Café       | 1200      | 5,0     |
| Cajibío    | Cauca        | Café       | 1600      | 7,1     |
| Calarcá    | Quindío      | Café       | 1505      | 4,4     |
| Calarcá    | Quindío      | Café       | 1890      | 5,2     |
| El Cairo   | Valle        | Café       | 1770      | 8,7     |

**Tabla 5.** Descomposición de la pulpa, hojas de café y otros, a las 4, 8 y 12 semanas en la zona cafetera\*.

| Mulch           | Peso inicial g | Semanas de descomposición |    |    | Residuo % |
|-----------------|----------------|---------------------------|----|----|-----------|
|                 |                | 4                         | 8  | 12 |           |
|                 |                | %                         |    |    |           |
| Crotalaria spp. | 150            | 40                        | 60 | 65 | 35        |
| Pulpa de café   | 150            | 47                        | 61 | 66 | 34        |
| Hojas de café** | 150            | 20                        | 34 | 43 | 57        |
| Paspalum spp.   | 150            | 9                         | 15 | 37 | 63        |

\*Suárez y Carrillo (17)

**Tabla 6.** Contenido de nutrimentos al inicio y al final de un proceso de 12 semanas de descomposición de pulpa de café, hojas de café y *Crotalaria* spp. en la zona cafetera colombiana.

| Material orgánico      | Nitrógeno % |       | Potasio % |       | Calcio % |       | Magnesio % |       |
|------------------------|-------------|-------|-----------|-------|----------|-------|------------|-------|
|                        | Inicial     | Final | Inicial   | Final | Inicial  | Final | Inicial    | Final |
| <i>Crotalaria</i> spp. | 3,6         | 3,5   | 2,0       | 0,1   | 2,1      | 8,2   | 0,3        | 0,5   |
| Pulpa de café          | 1,9         | 3,5   | 2,8       | 2,0   | 0,3      | 1,2   | 0,1        | 0,3   |
| Hojas de café          | 1,8         | 2,0   | 1,3       | 0,6   | 1,3      | 2,0   | 0,3        | 0,5   |

\*Suárez y Carrillo (16).

**Tabla 7.** Cambio de pH y nutrimentos en un suelo de la zona cafetera al cual se adicionó pulpa, hojas de café y otros materiales, después de 12 semanas de descomposición\*.

| Material orgánico      | pH   |      | MO   |      | N    |      | K    |      | Ca   |      | Mg   |      |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                        | Ini. | Fin. | Ini. | Fin. | Ini. | Fin. | Ini. | Fin. | Ini. | Fin. | Ini. | Fin. |
| <i>Crotalaria</i> spp. | 5,5  | 5,6  | 6,9  | 7,1  | 0,3  | 0,4  | 0,12 | 1,3  | 0,9  | 1,6  | 0,6  | 0,6  |
| Pulpa de café          | 5,5  | 6,7  | 6,9  | 7,0  | 0,3  | 0,3  | 0,12 | 3,2  | 0,9  | 1,2  | 0,6  | 0,3  |
| Hojas de café*         | 5,5  | 6,1  | 6,9  | 7,3  | 0,3  | 0,3  | 0,12 | 0,9  | 0,9  | 1,1  | 0,6  | 0,2  |
| <i>Paspalum</i> spp.   | 5,5  | 5,6  | 6,9  | 7,4  | 0,3  | 0,3  | 0,12 | 0,8  | 0,9  | 0,9  | 0,6  | 0,1  |

\*Suárez y Carrillo (16).

**Tabla 8.** Nutrimentos al inicio y al final de 12 semanas de descomposición, encontrados en la pulpa, hojas de café y otros materiales de la zona cafetera\*.

| Mulch                  | Nitrógeno g |      | Potasio mg |      | Calcio mg |      | Magnesio mg |      |
|------------------------|-------------|------|------------|------|-----------|------|-------------|------|
|                        | Ini.        | Fin. | Ini.       | Fin. | Ini.      | Fin. | Ini.        | Fin. |
| <i>Crotalaria</i> spp. | 5,4         | 1,8  | 3,0        | 0,06 | 3,3       | 4,3  | 0,5         | 0,3  |
| Pulpa de café          | 2,9         | 1,7  | 4,2        | 1,0  | 0,5       | 0,6  | 0,2         | 0,1  |
| Hojas de café**        | 2,7         | 2,2  | 2,0        | 0,5  | 2,0       | 1,7  | 0,4         | 0,4  |
| <i>Paspalum</i> spp.   | 2,7         | 2,4  | 2,4        | 0,8  | 0,5       | 0,4  | 0,4         | 0,3  |

\*Suárez y Carrillo (16). \*\*Café defoliado.

**Tabla 9.** Efecto de la pulpa de café en la acidez del suelo\*.

| Tratamientos | pH  | Ca       | Mg  | K   | Acidez    |                                   |         |
|--------------|-----|----------|-----|-----|-----------|-----------------------------------|---------|
|              | KCl | meq/100g |     |     | Cambiable | Total                             | Reserva |
|              |     |          |     |     | KCl       | Al <sup>3+</sup> y H <sup>+</sup> |         |
| Testigo      | 3,8 | 2,6      | 0,6 | 0,5 | 3,3       | 11,3                              | 8,0     |
| Pulpa 2,5%   | 4,1 | 5,4      | 1,4 | 1,2 | 0,9       | 9,8                               | 8,9     |
| Pulpa 5,0%   | 4,5 | 7,7      | 2,4 | 2,0 | 0,4       | 8,7                               | 8,3     |
| Pulpa 10,0%  | 4,8 | 9,2      | 3,2 | 2,4 | 0,3       | 8,5                               | 8,2     |

\*Pavan (10)

**Tabla 10.** Efecto del material vegetal en la acidez del suelo\*.

| Tratamiento               | pH  |
|---------------------------|-----|
| Testigo                   | 4,0 |
| Hojas de café             | 4,6 |
| Hojas de <i>Inga</i> spp. | 4,6 |
| Pulpa de café             | 5,0 |

\*Pavan (10)

## Consideraciones importantes

- ▶ Con la ayuda del análisis de suelos o no, el caficultor fertiliza su café a libre exposición.
- ▶ Hay respuesta del café a la fertilización nitrogenada en la mayoría de suelos de la zona cafetera.
- ▶ El exceso de nitrógeno en el suelo aumenta la acidez.
- ▶ Con la cosecha, el cultivo extrae muy poco nitrógeno, 100kg de N/ha para 400@ (5000kg) de café pergamino seco producido.
- ▶ En el suelo con cafetales en producción es constante la temperatura, la capacidad de retención de humedad, la MO y el N-total, si no hay erosión. También lo es el N-masa microbiana y el N-disponible.
- ▶ Con la aplicación de pulpa y demás materiales orgánicos disponibles, se mejoran las condiciones físicas, las reservas de nutrimentos y se aumenta el pH y las bases

## ¿CÓMO REDUCIR COSTOS Y LA DEGRADACIÓN QUÍMICA SIN REDUCIR LA PRODUCCIÓN?

Las recomendaciones que se dan a continuación son producto del conocimiento sobre el medio ambiente y el aporte de ese medio a la producción, las limitaciones del cultivo expresadas en su producción, y la naturaleza del fertilizante y el efecto esperado en el suelo. Se tiene la seguridad de que con el uso adecuado de la materia orgánica viva y muerta y del fertilizante nitrogenado, se reducen los costos y los daños ecológicos, sin reducir producción de café.

### En primer lugar:

- No fertilizar con nitrógeno los cafetales ubicados en suelos de condiciones ecológicas similares a las de la Estación Central Naranjal (Tabla 1), es decir, con contenidos de MO del 13% o mayores, ubicados a una altitud de 1.400m.

Se puede garantizar con base en los argumentos mencionados una producción estable con el N-disponible (alrededor de 30kg de N/ha) que el suelo permanentemente le está suministrando al cultivo, si la MO y el N-total se conservan o se mejoran.

### En segundo lugar:

En suelos con condiciones diferentes a los de Naranjal, donde se ha encontrado respuesta en la producción a la fertilización se obtiene, en el testigo, entre el 55-80% de la producción total. Esto se observó en 9 de las 11 localidades estudiadas (Tabla 1, Figura 2). Por tanto, el caficultor tiene un seguro de producción de café permanente que le aporta N-disponible de la reserva de N contenida en la MO y el N-total del suelo. Lo anterior permite discriminar más sobre la

respuesta del café a la fertilización y determinar la cantidad de N a aplicar.

- Con la aplicación de 120kg de N/ha/año, se obtienen en todas las localidades entre el 90% y el 100% de la producción total, por tanto, se establece como la recomendación más adecuada. Esta puede reforzarse con nitrógeno o MO posteriormente, si se observan síntomas de deficiencia de nitrógeno en la planta. Claramente se refleja de nuevo la bondad de la MO en la reducción de los costos de la fertilización.

- Es posible racionalizar aún más la fertilización nitrogenada y amerita más investigación, por lo menos en suelos ubicados en condiciones ambientales especiales. Suárez (15) observó midiendo la materia seca en raíces, tallos, ramas y frutos, que después de la primera cosecha principal, a los 36 meses, la planta absorbe menos del 10% del fertilizante aplicado, 240kg de N/ha año, sin bajar la producción en tres años más. Parece que la planta absorbe y acumula suficiente N en sus tejidos durante los primeros 36 meses en el campo para posteriormente liberarlo hacia los frutos, cuando se requiere para producciones posteriores a los 36 meses.

- Con las recomendaciones mencionadas se reduce la degradación química del suelo. Las necesidades de nitrógeno pueden suplirse con la aplicación de materia orgánica, que a su vez, reduce la acidez, sube el pH y aumenta los contenidos de calcio y magnesio. Para subir una unidad de pH por medio químico, según López (9), se requiere la aplicación de más de 5 toneladas/ha.

**Para obtener una buena producción de café con las recomendaciones mencionadas, es necesario propiciar un buen establecimiento (que comienza desde el almácigo), mantener las reservas de nutrimentos mediante la aplicación del mulch disponible y evitar la pérdida del humus por erosión del suelo**

## LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, J.M.; FLANAGAN, P.W. Biological processes regulating organic matter dynamics in tropical ecosystems. Honolulu, University of Hawaii Press. 1989. p. 97-122.
2. AGUILAR A., A.O. Dinámica de la biomasa microbiana en un suelo con diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Manizales, Universidad Católica de Manizales. Facultad de Bacteriología, 1997. 100 p. (Tesis: Bacteriólogo).
3. BOLAÑOS B., M.M. Interacciones entre las endomicorizas arbusculares y algunas propiedades y componentes del suelo. *In: Simposio sobre suelos de la Zona Cafetera*. Chinchiná, Julio 24-28. 2000. p.18.
4. BROKES, P.E.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G.; JENKINSON, D.S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass N in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 17(5): 837-842. 1985.
5. CHICA Q., B. H. Identificación de cepas nativas de *Rhizobium* asociadas con las leguminosas de la zona cafetera. Manizales, Universidad Católica de Manizales, 1998. 185 p. (Tesis Magister en Microbiología)
6. JENKINSON, D. S. Soil organic matter and its dynamics. *In: Russell's Soil Conditions & Plant Growth*, 11 ed. New York, John & Sons, Inc., 1998, p.564-607.
7. LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSAARD L. The relationship between soil macro fauna and tropical soil fertility. *In: Woormer, P.L.; SWIFT, M.J. (eds). The Biological Management of Tropical soil Fertility*. Chichester, John Wiley, 1994. pp.137-169.
8. LADD, J.N.; FOSTER, R.C. Role of soil microflora in nitrogen turnover. *In: Wilson, J. R. (ed). Advances in nitrogen cyclin in agricultural ecosystems*. Wallingford, CAB International. 1988.p. 113-130.
9. LÓPEZ A., M. Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. *Cenicafé* 20(2):55-67, 1969.
10. PAVAN, M. A. El manejo de los suelos ácidos cafetaleros. *In: Simposio sobre Suelos de la Zona Cafetera*. Chinchiná, Julio 24-28. 2000. p. 27.
11. SCHAUFELBERGER, P. Apuntes geológicos y pedagógicos de la zona cafetera Colombiana. Genética y clasificación de los suelos tropicales. Chinchiná, Cenicafé, 1962. 238p. (suplemento del tomo 1)
12. SHEN, S. M.; POWLSON, D.; JENKINSON, D.S. The nitrogen cycle in the broad balk wheat experiment: N15 labeled fertilizer residues in the soil and in the soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 21(4):529-533.1989.
13. SMITH, J. Estimating gross nitrogen mineralization and immobilization rates in anaerobic and aerobic soil suspension. *Soil Science Society of American Journal* 58(6):1652-1659. 1994.
14. SUÁREZ DE C., F. Distribución de las raíces del cafeto (*Coffea arabica* L.) en un suelo de El Salvador. *El Café de El Salvador* 30(344-345):421-449. 1960. Esp.
15. SUÁREZ V., S. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de café. *In: Cenicafé, Informe Anual, Disciplina de Química Agrícola*, 1996-1997, p. 5.
16. SUÁREZ V., S.; CARRILLO P.,I.F. Descomposición biológica de leguminosas y otros materiales de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé* 27(2):67-77. 1976.
17. TOUTAIN, F. Les litierès: siège de systèmes interactifs et moteur de ces interactions. *Revue d'Ecologie et de Biologie du sol* 24:231-242. 1987.
18. URIBE H.,A.; MESTRE M.,A. Efecto del nitrógeno, el fósforo y el potasio sobre la producción de café. *Cenicafé* 27(4):158-173. 1976.
19. URIBE H.,A.; SALAZAR A.,N. Influencia de la pulpa del café en la producción del cafeto. *Cenicafé* 34(2):44-58. 1983.

*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.*

**Cenicafé**

Centro Nacional de Investigaciones de Café

"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia

Tel. 506550 Fax. 504723

A.A. 2427 Manizales

cenicafe@cafedecolombia.com

**Edición:** Héctor Fabio Ospina Ospina  
**Fotografía:** Gonzalo Hoyos Salazar  
**Diagramación:** Carmenza Bacca Ramírez