

15,8 ton/ha. La cantidad que ingresa al suelo aumenta con la edad de la plantación.

Los contenidos de potasio y nitrógeno, en los residuos vegetales bajo plantaciones de café varían entre 0,43 y 1,01% para el K y entre 1,3 y 2,1% para el N. La riqueza de calcio y fósforo aumentó con el grado de descomposición de los residuos.

## FERTILIDAD

### Equilibrio de materia orgánica en plantaciones de café a la sombra.

Para conocer los contenidos de materia orgánica y nitrógeno, la acumulación anual de materia vegetal en plantaciones de café y la velocidad de descomposición de la materia orgánica, se realizó un experimento en 21 municipios colombianos, en diferentes altitudes y latitudes dentro de la zona cafetera.

Como se puede observar en la tabla 16, se encontró que los niveles de materia orgánica para los diferentes suelos de la zona cafetera varían entre 4,1 y 14,8% y los de nitrógeno entre 0,17 y 0,70%. La relación carbono/nitrógeno (C/N) varía de 9,8 a 14,3.

La mayor producción de café por unidad de superficie se obtuvo en la zona central, en la cual se registraron los mayores valores de materia orgánica y nitrógeno. Los más bajos rendimientos fueron localizados en los departamentos de Huila, Santander y Santander del Norte, y en general al norte y sur del país, áreas en las cuales se registraron los mínimos valores de materia orgánica y nitrógeno, 3 y 0,2% respectivamente. La relación C/N varía de 10,4 a 12,8%.

En relación con la acumulación anual de materia vegetal en plantaciones de café se encontraron algunos hechos importantes:

- La cantidad de residuos vegetales en descomposición, seca en estufa, varía de 4,9 a

La acumulación del material orgánico vegetal varía de acuerdo con la localidad y el año, entre 4 y 15 ton/ha/año. La distribución mensual del material orgánico fue más o menos uniforme para cada área. La tasa de descomposición (relación piso orgánico/acumulación anual) fue cercana a 1, es decir, la descomposición elimina el piso cada año.

Se encontró que la velocidad de la descomposición de la materia orgánica es muy rápida; en seis meses se descompuso más del 50% y en un año cerca del 70%. El proceso se cumple más o menos completo cuando la relación C/N está entre 11 y 16.

### Efecto de la pulpa de café como abono.

Para evaluar el efecto fertilizante de la pulpa de café descompuesta, se efectuó un ensayo en el cual se incluyeron cuatro tratamientos: a) testigo, suelo unidad Chinchiná. b) suelos unidad Chinchiná fertilizados con N, P, K. c) 50% de suelo unidad Chinchiná y 50% de pulpa descompuesta en fosas (descomposición aerobia). d) 50% de suelo unidad Chinchiná y 50% de pulpa descompuesta bajo agua (descomposición anaerobia).

Se llenaron macetas de barro de 25 cm de diámetro por 40 cm de profundidad con los respectivos tratamientos y se sembró maíz (4 gramos por maceta). Se cosechó la parte aérea de las plantas a los 40 días.

TABLA 16.- CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA Y NITROGENO DE ALGUNOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA. 1952.

Municipio	Número muestras analizadas	N orgánico Total (‰) (Promedio)	Materia orgánica total (‰) (promedio)	Relación C/N*
Fredonia (Antioquia)	33	0,288	5,48	11,02
Medellín (Antioquia)	8	0,261	5,21	11,61
Moniquirá (Boyacá)	9	0,260	5,20	11,62
Aguadas (Caldas)	13	0,344	7,22	12,20
Chinchiná (Caldas)	162	0,260	6,24	13,92
Chinchiná (Caldas)	260	0,709	14,89	12,18
Palestina (Caldas)	20	0,355	8,52	13,95
Pereira (Risaralda)	22	0,401	6,82	9,87
Santa Rosa (Risaralda)	9	0,515	10,71	12,17
Fusagasugá (Cundinamarca)	7	0,216	5,32	14,31
Tibacuy (Cundinamarca)	6	0,266	6,86	11,94
Neiva (parte cafetera, Huila)	12	0,281	5,34	11,04
La Unión (Nariño)	4	0,273	6,00	12,77
Sandoná (Nariño)	4	0,246	5,16	12,19
Chinácota (N. de Santander)	6	0,288	5,75	11,55
Salazar (N. de Santander)	6	0,228	4,11	10,44
Rionegro (Santander)	12	0,179	3,76	12,21
Fresno (Tolima)	4	0,365	9,17	11,24
Libano (Tolima)	5	0,380	7,22	11,24
La Victoria (Valle)	9	0,415	8,71	12,20
Sevilla (Valle)	6	0,588	12,35	12,18

\* El cálculo del carbono se hizo dividiendo el contenido de materia orgánica por el factor 1,72.

Se observó mayor crecimiento en el suelo fertilizado con N, P y K, debido a la adición de fósforo; le siguió el tratamiento con pulpa descompuesta en forma aerobia; luego la pulpa descompuesta en forma anaerobia y por último el testigo.

El tratamiento N, P, K acidificó el suelo de 5,2 (testigo) a 4,4. Los tratamientos con pul-

pa elevaron el pH. El suelo con adición de pulpa se enriqueció notoriamente en calcio, magnesio y potasio. La nitrificación fue nula al principio, en el tratamiento con pulpa descompuesta bajo agua. Luego se inició hasta conseguir resultados normales a los 40 días, aunque inferiores a la nitrificación conseguida con pulpa descompuesta en forma aerobia.

## Efecto de los fertilizantes en suelos de cenizas volcánicas.

Se realizaron varios ensayos para conocer el efecto que tienen algunos fertilizantes sobre las condiciones químicas del suelo, con el fin de llamar la atención sobre la aplicación continuada de algunos de estos fertilizantes y orientar el empleo de fuentes que enriquezcan el suelo en elementos indispensables y que no desmejoren las condiciones naturales del mismo.

Dentro de los fertilizantes fosfóricos, tanto los superfosfatos (fuentes de fósforo de alta solubilidad), como las "escorias Thomas" (fuentes de baja solubilidad), tuvieron aparentemente el mismo poder residual a corto plazo, debido a la alta capacidad de fijación de fósforo de los suelos estudiados (unidad Chinchiná, Andept).

Para suelos con pH inferiores a 5,6, se recomienda en aplicaciones simples de fósforo, emplear las "escorias Thomas" en lugar del superfosfato, pues en Colombia el valor de éste es muy superior al de las "escorias Thomas".

Se observó el poco efecto acidificante de los fertilizantes en una sola aplicación (hasta 200 kg del elemento/ha), debido al alto poder amortiguador de este suelo. Por lo tanto, el índice de acidez no es fiel reflejo de las transformaciones químicas causadas en el suelo por la adición de fertilizantes.

Se destacó el alto poder de desplazamiento del ión  $\text{NH}_4^+$  sobre los cationes  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{K}^+$  del suelo; medio de los iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ; y bajo del ión K. En lo posible, se debe utilizar en lugar del ión  $\text{NH}_4^+$ , el ión  $\text{NO}_3^-$  u otra fuente de menor efecto drástico que el ión  $\text{NH}_4^+$ .

Se observó, para el ión  $\text{K}^+$  cómo el poder de equilibrio del suelo en las fases soluble-intercambiable-insoluble, se cumple perfectamente en ambas direcciones.

Se relievó la importancia de las aplicaciones de K en forma de fertilizante simple, el cual tiene un poder residual varias veces superior al del fertilizante completo (a igual tenor de potasio).

## Lixiviación de los fertilizantes potásicos en un suelo derivado de cenizas volcánicas (Dystrandept).

Se estudió la pérdida de K por lixiviación en microlisímetros, desarrollados en Cenicafé, utilizando tres fuentes de potasio.

Sobre 400 gramos de suelo derivado de cenizas volcánicas (Andepts), en base seca, se aplicaron los fertilizantes KCl,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{KNO}_3$  (10 g de  $\text{K}_2\text{O}$  por columna). Posteriormente, estos suelos fueron sometidos a 25 lavados sucesivos, de 22 mm que dan una lámina de agua total de 550 mm.

Después de los nueve primeros lavados, se encontró que se perdía del 94 al 95% del potasio procedente del KCl y del  $\text{KNO}_3$ , mientras sólo se perdía el 26,4% del K procedente del  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Se encontró una pérdida del 39,3% del Cl procedente del KCl; una pérdida del 46,6% de  $\text{SO}_4$  procedente del  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; y una pérdida del 68,2 al 72,2% del  $\text{NO}_3$  procedente del  $\text{KNO}_3$ .

Al final de los 25 lavados hubo una pérdida del 98% del K procedente del KCl y del  $\text{KNO}_3$  y un 72% de pérdida del K procedente del  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Se perdió el 47% del Cl procedente del KCl y el 47,5% del  $\text{SO}_4$  procedente del  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y del 83,7 al 91,2% del  $\text{NO}_3$  procedente del  $\text{KNO}_3$ .

Con los lavados efectuados a estos suelos se perdieron otros elementos nutritivos para las plantas ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ). En el testigo, sin adiciones de potasio, también hubo pérdidas de estos nutrimentos.

El pH se incrementó en 0,5 a 0,8 con la adición de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{KNO}_3$ , respectivamente y

disminuyó en 0,3 con la adición de KCl. En el testigo la disminución fue de 0,3.

El Ca en todas las muestras se redujo y el Mg se mantuvo casi constante.

### Lixiviación de dos fertilizantes potásicos en un suelo de la unidad Chinchiná con y sin el intercambiador iónico Zeo-plus.

Debido a la alta lixiviación del ión K de los fertilizantes potásicos se probó un intercambiador iónico comercial (Zeo-plus), para observar si su utilización reducía la pérdida de este elemento.

Se utilizaron los microlisímetros desarrollados en Cenicafé con columnas de PVC de 5,5 cm de diámetro. Se colocaron 400 gramos de suelo en base seca, y sobre su superficie 10 gramos de  $K_2O$  procedente de cloruro o sulfato de potasio solos o mezclados con 20 gramos de Zeo-plus. Los testigos fueron: suelo solo, Zeo-plus solo y Zeo-plus mezclado con fertilizantes.

La eficiencia de Zeo-plus- $K_2SO_4$  se comparó con arena micácea - $K_2SO_4$ . La mezcla Zeo-plus- $K_2SO_4$  retuvo un 28% de K, mientras que la mezcla Zeo-plus-KCl retuvo un 4% de K. Cuando se utilizó arena micácea con fertilizantes o suelo con fertilizantes se encontró la misma tendencia anterior, en donde el sulfato de potasio se retiene más que el cloruro de potasio.

El suelo sin fertilizar aporta cantidades pequeñas de K, Ca, Mg, Na,  $N-NH_4^+$  y  $N-NO_3^-$ . Al adicionar KCl al suelo hay un desplazamiento de 9,6 me de los otros cationes, en su orden  $Na^+ > N-NH_4^+ > Mg^{++}$ . Al adicionar  $K_2SO_4$  al suelo hay desplazamiento de 6,6 me de los otros cationes, en su orden  $Mg^{++} > Ca^{++} > Na^+$ . En consecuencia no hay ninguna ventaja en la utilización de Zeo-plus.

### Fósforo inorgánico y orgánico.

Con el fin de determinar el grado de aprovechabilidad del fósforo en suelos de la unidad Chinchiná, se tomaron muestras con cantidades apreciables de fósforo aprovechable. Dichas muestras se fertilizaron con 0, 25, 50, 100, 200, 1.500 y 3.000 ppm de fósforo. En estos suelos se sembraron plantas de café y se cosecharon a los 10 meses. El suelo se sometió a diversos procesos analíticos para determinar: fósforo soluble en agua; fósforo aprovechable, por el método Cenicafé ( $NH_4F$  0,5N - HCl 0,1N); fósforo retenido por sexquióxidos de Al y Fe y fósforo orgánico, por varios métodos.

Se comprobó la alta fijación de fósforo por este suelo, pues el P soluble en agua solo fue el 0,7% del fósforo aplicado, y el P recuperado por soluciones ácidas diluidas fue de 7%. No hubo retención aparente de P por la fracción orgánica cuando se aplicó P hasta 200 ppm (o sea hasta 2 ton de  $P_2O_5$  del 45% por ha). En cambio, el fósforo retenido por los sexquióxidos de Al y Fe tuvo valores que fluctuaron entre el 60 y 80% del fósforo aplicado, aún en el caso de aplicaciones de 15 y 30 ton de superfosfato del 45% de  $P_2O_5$  por hectárea.

### Fijación de fósforo.

Se determinó la capacidad de fijación de fósforo en seis unidades de suelos derivados de cenizas volcánicas.

En la tabla 17 se presentan los resultados de fósforo extraído, calculado mediante análisis de suelos. Estos valores se relacionaron con las diferentes cantidades de fósforo agregado al suelo para cada uno de los tratamientos. En las curvas resultantes, las cuales se presentan en la figura 3, se calculó el primer punto de inflexión (cambio de pendiente) para las unidades estudiadas. Estos puntos corresponden a la capacidad de fijación de fósforo en el suelo.

