

EQUILIBRIO DE MATERIA ORGANICA EN PLANTACIONES DE CAFE

Por

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO
Y ALVARO RODRIGUEZ G.



VOL. 2

1955

No. 15

BOLETIN TECNICO

Con el ánimo de aclarar algunos puntos fundamentales sobre el contenido y la descomposición de la materia orgánica en los suelos de la zona cafetera de Colombia, se llevaron a cabo las investigaciones cuyos resultados aquí se presentan.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS

EQUILIBRIO DE MATERIA
ORGANICA EN
PLANTACIONES DE CAFE

POR
FERNANDO SUAREZ DE CASTRO
Y ALVARO RODRIGUEZ G.

CAMPAÑA DE DEFENSA Y RESTAURACION DE SUELOS

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

La importancia de la materia orgánica del suelo ha sido aceptada desde épocas muy remotas, y a su estudio han dedicado mucho tiempo innumerables investigadores. Actualmente se reconoce el efecto preponderante de esa fracción sobre la estructura del suelo; también se reconoce su influencia sobre la absorción y retención de agua, el mantenimiento de reservas de bases intercambiables, la capacidad de suministrar nitrógeno, fósforo y otros elementos a las plantas, la aireación y demás propiedades de los suelos conectadas con su fertilidad.

Muchos estudios se han llevado a cabo sobre uno u otro aspecto de la materia orgánica e innumerables teorías se han desarrollado para explicar sus efectos. Sin embargo, fuerza es reconocer que aún se ignora mucho sobre el asunto, faltando especialmente una apreciación integral de su naturaleza y de su funcionamiento en el suelo. Hace aún más confuso el tema las exageradas apreciaciones que se acostumbran hacer sobre su importancia, las cuales como advierte Broadbent. (6) * lindan con lo fantástico, sin que se basen sobre datos experimentales fiables.

Con el ánimo de aclarar algunos puntos fundamentales sobre el contenido y la descomposición de la materia orgánica en los suelos de la zona cafetera de Colombia se llevaron a cabo las investigaciones cuyos resultados aquí se presentan.

REVISION DE LA BIBLIOGRAFIA

El contenido de materia orgánica en función del clima ha sido bastante estudiado en la zona templada. En 1923, Sievers y Holtz (26) explicaban la relación directa entre la lluvia y el contenido de nitrógeno en los suelos del estado de Washington, relaciones que fueron confirmadas más tarde por Russel y McRuer (21) quienes incluyeron además la topografía del terreno como factor determinante del contenido de nitrógeno de los suelos. Los trabajos de Jenny (13) son sin duda los más extensos sobre la materia,

* Los números entre paréntesis se refieren a la Bibliografía que se cita al final.

y a través de ellos el autor llegó a establecer correlaciones entre algunos factores climáticos (especialmente lluvia y temperatura) y el contenido de materia orgánica. Estas relaciones fueron confirmadas posteriormente por otros autores, entre ellos Fowler y Wheeling (12) quienes sugirieron además que los aumentos en el contenido de materia orgánica están acompañados por una ampliación en la relación C/N de la misma.

Dean (8), objetó la validez de tales teorías para áreas fuera de la zona templada, en un estudio hecho en suelos de Hawaii, con temperaturas anuales de 18^o a 24^oC. encontró que el contenido de nitrógeno de esos suelos no estaba conforme con los valores presentados por Jenny; para estar conformes, los promedios de nitrógeno en los suelos de Hawaii deberían ser menores de 0.1 por ciento y en cambio eran tres veces mayores. Bennett y Allison (4) al discutir los suelos de Cuba, afirman que el suministro de materia orgánica es más alto en los suelos tropicales bien drenados, de lo que generalmente calculan muchos autores quienes han supuesto que con buena porosidad y aireación la materia orgánica en los suelos desaparece rápidamente. Hardon en sus estudios sobre estos tópicos presenta cantidades de nitrógeno sumamente altas, para los suelos de los bosques vírgenes en Sumatra. Posteriormente Jenny et al. (14) comprobaron también que las relaciones establecidas para la zona templada no eran aplicables a suelos tropicales.

Sin embargo, no concuerdan todos los datos de que se dispone, sobre el comportamiento de la materia orgánica en suelos tropicales. Así tenemos que Corbet (7) hace énfasis sobre el bajo contenido de nitrógeno en los suelos de las Indias Orientales Holandesas, tesis que también es sustentada por Mohr (18) quien afirma que en las tierras bajas y quebradas de los trópicos, las condiciones son óptimas para la mineralización de los residuos de las plantas y, como resultado, muy poca materia orgánica puede permanecer en su estado original o transformado. Acepta sin embargo, que a elevaciones mayores de 1000 metros, con buena humedad y aireación, el contenido de humus aumenta con la elevación.

En Colombia los únicos trabajos sobre estos importantes aspectos del suelo son los desarrollados por Jenny et al. (14 y 15).

MATERIAL Y METODOS

El trabajo presentado en esta publicación, constituye el informe final de las investigaciones que adelantó la División de Experimentación de la Campaña de Defensa y Restauración de Suelo.

los durante 5 años, bajo los proyectos DS-4 y DS-17, titulados "Equilibrio de la materia orgánica en suelos tropicales" y "Equilibrio de la materia orgánica en plantaciones de café" respectivamente. Los principales objetivos perseguidos por estas investigaciones fueron los siguientes:

1o.)—Continuar y ampliar los trabajos desarrollados por el profesor Jenny, a fin de tener una mayor información sobre la materia orgánica en los cafetales, especialmente en cuanto a:

- a)—contenido actual
- b)—incorporación periódica
- c)—rata de descomposición.

2o.)—Sentar las bases para una investigación similar, de carácter nacional, bajo diferentes cubiertas, tales como:

- a)—bosques,
- b)—pastos,
- c)—cultivos limpios.

Con tales finalidades se escogieron municipios localizados en diferentes latitudes y altitudes dentro de la zona cafetera, para determinar en ellos el contenido de materia orgánica; los municipios seleccionados fueron Fredonia y Medellín (en Antioquia), Moniquirá (en Boyacá), Aguadas, Chinchiná, Palestina, Pereira y Santa Rosa de Cabal (en Caldas), Fusagasugá y Tibacuy (en Cundinamarca), Neiva (en el Huila), la Unión y Sandoná (en Nariño), Chinácota y Salazar (en Norte de Santander), Rionegro (en Santander), Fresno y El Libano (en el Tolima), La Victoria y Sevilla (en el Valle). (Estos lugares aparecen localizados en el gráfico Nro. 1).

Por otra parte, en 7 de dichas localidades, se adelantaron estudios de incorporación anual de materia orgánica y rata de descomposición. Tales zonas (que aparecen localizadas en el gráfico No. 2), fueron: Chinchiná y Calarcá (en Caldas), Medellín (en Antioquia), Sandoná (en Nariño), Sevilla (en el Valle), Popayán (en el Cauca) y Chinácota (en Norte de Santander).

Para resolver el aparte a del numeral 1, se tomaron muestras en áreas bajo cafetal distribuidas en toda la zona cafetera, las cuales se pesaron y se analizaron.

Para resolver el aparte b, después de un estudio de las distintas condiciones dentro de cada municipio, para seleccionar las áreas más representativas, se efectuaron estudios en colectores de

un metro cuadrado (figura No. 1), distribuidos normalmente en las plantaciones (figura No. 2), de los cuales se recogió el material periódicamente para enviarlo al laboratorio.

Finalmente el aparte c, se estudió utilizando recipientes de metal con fondo de anejo; en ellos se colocaron 300 gramos de hojas de guamos (*Inga sp*) o 500 gramos de pulpa de café (figura No. 3), y luego se enterraron y muestrearon después de un tiempo fijo. Se escogieron estos materiales por ser dos fuentes importantes de material orgánico en nuestras plantaciones de café.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

1.-Contenido de materia orgánica en plantaciones de café.

Como se dijo anteriormente, existe dentro de los técnicos que han estudiado el contenido de materia orgánica en los suelos de la zona templada, la creencia de que aquélla es muy escasa en los suelos tropicales. Esto se explica por la tendencia, muy común por cierto, de aplicar valores y constantes determinados en la zona templada, bajo condiciones específicas, a áreas localizadas fuera de dicha zona, por la carencia de estudios de ésta índole en la zona tropical y por el desconocimiento de las condiciones climatológicas del trópico, que ellos imaginan una zona uniforme con una combinación de altas precipitaciones pluviales, alta humedad relativa y elevadas temperaturas durante todo el año.

a) — Condiciones climáticas.

Para demostrar cuán apartada de la realidad se halla dicha idea, presentamos a continuación una somera descripción de las condiciones climáticas de la zona cafetera de Colombia, la cual está localizada entre los $0^{\circ}30'$ y $11^{\circ}05'$ de latitud norte, y va desde los 1.000 hasta los 1.800 metros de altura sobre el nivel del mar.

Dentro de la zona cafetera de Colombia los factores climáticos varían muy poco. La temperatura media anual fluctúa de 17°C a 22°C , con muy reducidas variaciones en el curso del año.

Analizando los registros de la estación del Centro Nal. de Investigaciones de Café en Chinchiná, encontramos que los valores máximos, para tiempo seco, van de 28 a 30°C , y de 25 a 27°C para tiempo lluvioso. Los valores mínimos, para tiempo seco, van de 14 a 16°C , y de 15 a 17°C para tiempo lluvioso. El promedio de dichos valores da cifras de 20 a 22°C para épocas de tiempo

seco y de 19 a 20°C para épocas de tiempo lluvioso. El estudio sistemático de este elemento, a través de varios años, ha permitido comprobar que el gradiente de temperatura es de 0.6°C por cada 100 metros de altitud. Basados en este gradiente, y partiendo de los datos registrados en el Centro Nal. de Investigaciones de Café en Chinchiná, un cuadro de temperaturas para la zona apta para el cultivo del café en Colombia sería el siguiente:

CUADRO Nro. 1

TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES EN LA ZONA CAFETERA DE COLOMBIA

Para 1.000 m. de altura sobre el nivel del mar	22.6°C
» 1.100 » » » » » » » »	22.0 »
» 1.200 » » » » » » » »	21.4 »
» 1.300 » » » » » » » »	20.8 »
» 1.400 » » » » » » » »	20.2 »
» 1.500 » » » » » » » »	19.6 »
» 1.600 » » » » » » » »	19.0 »
» 1.700 » » » » » » » »	18.4 »
» 1.800 » » » » » » » »	17.8 »

Estos valores calculados pueden apartarse del valor real hasta en 1.5°C de acuerdo con las condiciones orográficas del área considerada. Como regla general, los valores de las temperaturas son más altos en las depresiones y un poco más bajos en regiones altas, de horizontes despejados. Para una mayor información al respecto puede verse el trabajo de Trojer (27).

Los estudios llevados a cabo en Chinchiná sobre la temperatura del suelo han mostrado que los valores máximos bajo plantación de café, y hasta una profundidad de 25 cms., no sobrepasan los 27°C y los valores mínimos no son inferiores a 18°C (24).

En cuanto hace referencia a la lluvia, se ha observado (27) que para el país, ella está determinada por dos factores: 1)—Situación y movimiento de los centros de acción atmosférica; 2)—Sistemas locales de circulación (altitud y relieve).

De especial importancia es el primer factor, el cual ejerce

una marcada influencia sobre la distribución de la precipitación pluvial en el país, demarcando zonas con una o dos épocas lluviosas (inviernos). Generalmente las regiones con un solo invierno al año reciben menor precipitación y se hallan localizadas en la mínima o máxima latitud y las de dos inviernos se encuentran en la zona central. Lo anterior dá lugar a definir, dentro de la zona cafetera, áreas con alta (región central) y baja (Norte y Sur) precipitación pluvial. Todo lo anterior nos indica la importancia de la latitud en el régimen de lluvia. Esto lo muestra más claramente el cuadro No. 2.

CUADRO No. 2

INFLUENCIA DE LA LATITUD SOBRE LA PRECIPITACION PLUVIAL

Estación	Latitud N	Año	Cantidad en m.m.	Días Lluviosos
Chinácota (N. de Santander)	7° 35'	1952	1540	180
La Palma (Cundinamarca)	5° 19'	1952	1830	150
Venecia (Antioquia)	5 57'	1952	2550	240
Chinchiná (Caldas)	4 48'	1952	2560	260
Pereira (Caldas)	4 51'	1952	2500	260
Calarcá (Caldas)	4 31'	1952	2100	210
Popayán (Cauca)	2 26'	1952	1800	210
Rosas (Cauca)	2 14'	1952	1880	110
La Unión (Nariño)	1 37'	1952	1500	120
Consacá (Nariño)	1 16'	1952	1130	150

El segundo factor tiene también una gran influencia, jugando papel preponderante la altitud sobre el nivel del mar y el relieve. El cuadro No. 3, tomado del trabajo de Trojer (27), nos dá una idea de la primera influencia:

CUADRO No. 3

INFLUENCIA DE LA ALTURA SOBRE LA PRECIPITACION PLUVIAL

Estación	Altura ms.	Año	Cantidad en m.m.	Días lluviosos	Latitud
Cartago (Valle)	1000	1952	900		4° 46'
Quimbaya (Caldas)	1300	1952	1840	210	4° 38'
Chinchiná (Caldas)	1360	1952	2560	260	4° 58'
Venecia (Antioquia)	1450	1952	2550	240	4° 57'
Pereira (Caldas)	1470	1952	2500	260	4° 51'
Salamina (Caldas)	1800	1952	1800	160	5° 28'
Aranzazu (Caldas)	1900	1952	1750	210	5° 17'
Aguadas [Caldas]	2100	1952	2100	150	5° 37'
El Paso A.A. (Caldas)	3000	1952	1650		4° 31'

Se nota, dice Trojer (27), el aumento de las cantidades de lluvia desde el fondo del valle hasta unos 1300 a 1400 metros de altura donde comienza la zona de las lluvias máximas hasta una altura de 1600 a 1700 metros, luego comienza a disminuir la precipitación hacia las cimas.

El relieve influye en primer término sobre las condiciones de los vientos, los cuales generalmente se presentan como vientos de montaña y de valle; se forman así sistemas locales de circulación que determinan en muchos casos las características de la lluvia. "En las zonas de influencia de la trayectoria de circulación fuertemente definida, dice Trojer (27), reina una actividad mayor de precipitación".

b) Resultados de los análisis.

Si tomáramos como base las relaciones que se han establecido para los suelos de la zona templada (26, 21, 13 y 12), el contenido de materia orgánica para los suelos de la zona cafetera de Colombia sería muy bajo.

La situación, sin embargo, es muy diferente como puede comprobarse en el cuadro No. 4, en el cual se resumen los resultados de más de 600 análisis de suelos de diferentes municipios cafeteros del país, llevados a cabo en el Centro Nal. de Investigaciones de Café, en Chinchiná.

CUADRO No. 4

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA Y DE NITROGENO DE ALGUNOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA DE COLOMBIA

Municipio	No. de muestras analizadas	No. Org. Total % (Promedio)	Materia Org. 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 [serie 10] [Caldas]	260	0.709	14.89	12.18
Palestina [Caldas]	20	0.355	8.52	13.95
Pereira [Caldas]	22	0.401	6.82	9.87
Santa Rosa [Caldas]	9	0.510	10.71	12.17
Fusagasugá [Cund.]	7	0.216	5.32	14.31
Tibacuy [Cund.]	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. Sant.]	6	0.288	5.75	11.55
Salazar (N. Sant.)	6	0.228	4.11	10.44
Rionegro (Santand.)	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

* NOTA: El cálculo del carbono se hizo dividiendo el contenido de materia orgánica por el factor 1.72.

A través del cuadro No. 4 podemos constatar que los mínimos niveles de nitrógeno y de materia orgánica registrados en los municipios estudiados, corresponden a los que Jenny (13) califica como altos, para suelos de la zona templada, y los cuales generalmente se hallan localizados en la parte Norte de los EE. UU. También se puede comprobar la afirmación de Dean (8), en cuanto hace referencia a la relación carbono-nitrógeno de los suelos, en el sentido de que en los trópicos esta relación es mucho más estrecha.

Esto nos lo muestra más claramente el cuadro No. 5 en el cual comparamos parte de tres perfiles de la zona cafetera de Colombia, localizados en tres áreas diferentes, con parte de dos perfiles de suelos de California, descritos por Jenny (16). Lo más sobresaliente en dicho cuadro son los valores bajos de nitrógeno y de materia orgánica en los suelos californianos, y luego la amplitud de la relación carbono-nitrógeno en los suelos de la zona templada, si se les compara con los valores de los suelos tropicales. Hacemos notar que en dicho cuadro sólo se dan los valores correspondientes a las primeras pulgadas del suelo mineral, es decir, el capote o piso forestal no se considera.

CUADRO No. 5

COMPARACION DEL CONTENIDO DE NITROGENO Y DE MATERIA ORGANICA EN TRES SUELOS COLOMBIANOS (bajo cafetal) Y EN DOS SUELOS DE CALIFORNIA

Localidad	Profundidad cms.	N. Org. total %	Mat. Org. total %	C/N
California Perfil (22)	0—8	0.11	2.02	18.4
	8—16	0.07	1.87	26.7
	16—24	0.06	1.25	20.8
California Perfil (23)	0—8	0.11	2.41	21.9
	8—16	0.06	1.20	20.0
	16—24	0.05	0.80	16.4
Chinácota (N. Sant.)	0—8	0.29	5.75	11.59
	8—16	0.21	4.00	11.07
	16—24	0.18	3.60	11.62

Popayán (Cauca)	0—8	0.45	10.72	13.92
	8—16	0.25	5.50	12.78
	16—24	0.11	2.25	11.58
Santa Rosa (Caldas)	0—8	0.51	10.71	12.17
	8—16	0.32	6.40	11.62
	16—24	0.16	2.98	11.02

* NOTA: El cálculo del contenido de carbono se hizo dividiendo el contenido de materia orgánica por 1.72.

En el cuadro No. 6 se comparan los contenidos de nitrógeno y de materia orgánica en suelos diferentemente localizados en la zona media de Colombia. Puede observarse que el contenido es mayor en los suelos de la región central del país, no sobra advertir que es también el sector con las más altas producciones por unidad de superficie.

En el mismo cuadro se presentan los datos de lluvia anual y de altitud de cada uno de los sitios muestreados.

2.-- *Incorporación periódica de materia orgánica en plantaciones de café.*

Aceptado el hecho del mayor contenido de materia orgánica en los suelos tropicales, encontramos el problema de que la información disponible en la literatura es muy poca para explicar el por qué de tal hecho. Algunos autores han sugerido el gran crecimiento vegetativo en los trópicos, como causante del alto contenido de humus. Jenny et al. (15), anotan que en los suelos tropicales bajo bosque el ingreso de material vegetal, representado por hojas, ramas, corteza, flores, frutos, etc., varía de 8000 a 11000 libras por acre (10 a 15 toneladas por hectárea), en tanto que en la Sierra Nevada, California, la producción varía de 800 a 3000 libras por acre (1 a 4 toneladas por hectárea).

Con el ánimo de complementar los trabajos de Jenny en este campo, y de obtener mayor información en cuanto al comportamiento de los cafetales en el país, se procedió a investigar la producción de materia orgánica en plantaciones de café, en las siguientes áreas: Centro Nal. de Investigaciones de Café (Chinchiná), Concentración Rural de la Bella (Calarcá), Granja Ospina Pérez (Sandoná), Facultad Nal. de Agronomía (Medellín), Granja Heraclio Uribe (Sevilla), Granja Blonay (Chinácota), Granja La Florida (Popayán). Las condiciones climáticas que caracterizan dichas localidades, se dan en los cuadros ya mencionados.

En estas localidades se efectuó un reconocimiento de las distintas condiciones a fin de seleccionar las áreas más representativas, a las cuales se les estudió el piso forestal, antes de proceder a instalar los marcos muestreadores.

a).—*Piso Forestal*

En el presente informe usamos la denominación de piso-forestal, según lo define Kittredge (17), o sea «La acumulación superficial de materia orgánica sobre el suelo mineral». Generalmente el piso forestal corresponde al llamado horizonte Ao del perfil del suelo y se origina por la caída de hojas, ramas, corteza, flores, frutos, etc., a más de residuos de origen animal en diferentes estados de descomposición. En este horizonte es frecuente encontrar tres subdivisiones o capas las cuales se han establecido de acuerdo con el grado de descomposición; ellas son:

- a).—El capote, capa superior L, compuesta de material sin descomponer.
- b).—El «duff», capa intermedia F, en la cual a pesar de que los procesos de descomposición han comenzado es posible determinar la estructura del material original, y
- c).—El humus o capa H, la cual reposa directamente sobre el suelo mineral, y en donde por razón del grado avanzado de descomposición, no es posible identificar la estructura del material original (Figura No 4).

La última capa no se considera en esta parte del experimento.

El estudio del piso forestal es de gran importancia, por cuanto ejerce una influencia preponderante en el suelo, extendiéndose desde su formación hasta su mantenimiento y conservación. Muchos son los investigadores europeos y norteamericanos que han estudiado esta fracción del suelo. En ellos los trabajos de Alway et al. (1, 2 y 3) y los de Kittredge (17) son de los más extensos y completos sobre la materia; de dichos trabajos se puede concluir lo siguiente para la zona templada:

- a).—El peso total del piso forestal (seco en estufa), incluyendo las tres capas, capote, «duff» y humus varía de 1 a 100 toneladas por acre (2.5 a 250 toneladas por hectárea).
- b).—La cantidad de piso forestal es función no solo del estado del bosque sino también de los factores ambientales en cuanto ellos afectan la fauna, la flora y los procesos químicos y biológicos de la descomposición.

- c).—La cantidad de piso forestal tiende a ser mayor en los bosques de climas fríos y de latitud y altitudes grandes, y menor a medida que se eleva la temperatura. Existen excepciones a esta regla, como son las grandes acumulaciones en climas cálidos y secos que ocurren en los chaparrales de California.
- d).—La cantidad de piso forestal en una región y para un tipo de bosque dado aumenta con la edad de éste durante el lapso comprendido entre los 30 y los 80 años. De allí en adelante intervienen otros factores como la localidad y la densidad.
- e).—El papel químico del piso forestal en el mantenimiento o cambio de la productividad de un suelo, depende principalmente de su contenido de N, Ca, P, y K.
- f).—La cantidad de estos constituyentes, extraídos del suelo mineral por la vegetación y devueltos a la superficie en el capote, varía con las especies y con la cantidad de tales elementos en la zona del suelo en donde crecen las raíces.
- g).—Los porcentajes de CaO y N. en el capote y en el piso forestal están correlacionados, siendo menores bajo coníferas, en bosques en malas condiciones y en los primeros años de una sucesión vegetal. El CaO varía entre 0.5 y 50/o, y el N. entre el 0.5 y 20/o.
- h).—Sobre la base de material volátil, el contenido de CaO, P₂O₅ y K₂O aumenta progresivamente con el espesor y el grado de descomposición del piso forestal.
- i).—Los contenidos de P₂O₅ y K₂O varían desde 0.1 hasta 0.40/o sin ninguna relación evidente con las condiciones del bosque o con el medio ambiente.
- j).—La adición de piso forestal a suelos con árboles en mal estado de crecimiento aumenta el crecimiento del bosque; la remoción de piso forestal o la acumulación excesiva de material orgánico en los primeros grados de descomposición (raw humus) desmejoran la calidad del bosque y disminuyen su crecimiento.
- k).—El piso forestal retiene, después de saturado y drenado, de 1 a 5 veces su peso en agua. La máxima retención de agua lluvia rara vez sobrepasa los 25 milímetros y el promedio general para pisos forestales es de 5 milímetros, aproximadamente.
- l).—El piso forestal aumenta el porcentaje de agua en el suelo en la cantidad en que reduce la evaporación.
- m).—La capacidad de infiltración bajo pisos forestales es generalmente mayor que en los mismos suelos descubiertos. La ca-

pacidad de infiltración se mantiene en su valor máximo en pisos forestales vírgenes.

- n).—La capacidad de infiltración es mayor en plantaciones densas que en plantaciones abiertas, mayor en los bosques sin pastoreo que en los pastoreados, y en las plantaciones viejas que en las jóvenes.
- o).—La remoción del piso forestal reduce el grado de agregación de los suelos, disminuye la capacidad de infiltración y aumenta la escorrentía.
- p).—La remoción por el fuego, afecta en forma desfavorable el contenido de nitrógeno el cual se volatiliza; los demás elementos como P, K y Ca sufren una conversión de compuestos fijos e insolubles a formas solubles y fácilmente aprovechables.
- q).—Parece que el fuego aumenta temporalmente el contenido de nitratos en las capas superiores.

Por todo lo anterior es muy fácil comprender la importancia del piso forestal.

Para su estudio se tomó el material que se encontró sobre el suelo mineral, en el área en donde se instalaron los colectores. Ese material se pesó y luego se analizó en el laboratorio. La cantidad y composición de dichos pisos forestales en 7 localidades, se dan en el cuadro No. 7. Si comparamos la composición química de estos pisos forestales con la de pisos forestales determinadas por Alway et al. (2) (cuadro No. 8), se notan las siguientes diferencias: a)—el contenido de calcio y de fósforo es bastante mayor en el piso de la zona templada; se exceptúan los materiales recolectados en Medellín y Pasto, los cuales contienen cantidades altas del primero de esos elementos; b)—los contenidos de nitrógeno y de potasio son mas altos en el piso de la zona cafetera de Colombia. Se observa también que el peso del piso forestal en proceso de descomposición varía, en plantaciones viejas, entre 4.9 y 15.8 toneladas por hectárea. Jenny (16) y Alway et al. (3), dan valores entre 1 y 100 toneladas por acre (2.5 a 250 toneladas por hectárea) para bosques de la zona templada. Eso quiere decir que la descomposición en los trópicos es más rápida.

b).—Acumulación anual de capote.

Para averiguarlo se distribuyeron en las plantaciones bajo estudio, colectores de madera con fondo de malla de alambre, de un metro cuadrado de área cada uno. El material que en ellos se acumulaba, se retiraba mensualmente. Los resultados de las determinaciones de 4 años se dan en los cuadros Nos. 9, 10, 11 y 12, los cuales se resumen en el cuadro No. 13, promedios anuales para cada localidad.

Puede observarse lo siguiente:

- 1—El ingreso de capote al suelo varió de una región a otra. Los límites extremos para los promedios anuales fueron de 469 y 1307.8 gramos por metro cuadrado.
- 2—Varió poco de mes a mes y las diferencias no fueron constantes.
- 3—Varió bastante de un año a otro. En Chinchiná, por ejemplo, en cada uno de los 4 años se recogieron 1113.8, 973.5, 1397.3 y 1746.5 gramos por metro cuadrado o sea una diferencia de más del 80% entre los extremos.
- 4—La cantidad de capote que ingresa a un cafetal joven (de menos de 5 años de edad) es cerca del 50% (promedio de 4 años) del que ingresa a una plantación vieja.
- 5—La cantidad de capote que ingresa a un cafetal joven aumenta con el aumento de edad de la plantación.

c.—Rapidez de descomposición

En el estudio de los pisos forestales, uno de los aspectos de mayor interés es la relación entre la acumulación anual y el piso forestal total, pues dicho valor representa la rata de descomposición.

La relación expresa simplemente la razón piso forestal total a acumulación anual. De acuerdo con Kittredge (17) el extremo inferior, o valor mínimo, correspondería a los bosques tropicales, en donde la descomposición elimina el piso cada año y sería de 1: 1 o menos. En el extremo superior o valor máximo, estarían los bosques de las zonas templadas y frías, en donde la relación sería de 60: 1, como es el caso en los bosques de «abedul dulce» y de «arce» en New Hampshire (EE. UU.). Realmente esa relación para las zonas templadas varía de 3:1 a 15:1 y en ello influyen la latitud, la altitud y las diferencias asociadas de clima, vegetación y suelo.

Si aplicamos pues estas normas a los datos que poseemos, encontramos que la rata de descomposición es demasiado rápida, ya que no obstante las grandes cantidades de material que ingresan anualmente, la cantidad de piso forestal es relativamente muy pequeña.

Bajo condiciones naturales existe un equilibrio entre la adición de materia orgánica por la vegetación y la descomposición por los micro-organismos. El nivel a que dicho equilibrio se alcanza está determinado en gran parte por la naturaleza y las características del clima, según se desprende de los trabajos hechos sobre este aspecto (13, 8 y 14); igualmente influye el tipo de la vegetación.

ción, la edad, la densidad y la calidad del «site» (14, 17 y 1) así como la altitud (13 y 15). El hombre al poner el suelo bajo cultivo rompe este equilibrio desplazándolo a niveles más bajos, con rapidez que depende del tipo de manejo, clase de cultivo y tiempo de uso.

A este respecto son muchos los trabajos realizados en la zona templada; los cuales indican la disminución de la materia orgánica y del nitrógeno en los suelos cultivados (22, 19 y 5). Este comportamiento parece ser general para las distintas áreas, ya sean ellas secas o húmedas.

La División de Experimentación de la Campaña de Defensa y Restauración de Suelos, tratando de contribuir a dilucidar el problema de la rata de descomposición de la materia orgánica en suelos cafeteros y a conocer sus características dentro de las plantaciones, adelantó una investigación sobre descomposición de algunos materiales vegetales, pulpa y hoja de guamo, (*Inga sp.*) siguiendo para ello el procedimiento adoptado por Jenny et al. (14), o sea, colocando en recipientes metálicos y separadamente, la cantidad de 500 gramos de pulpa de café y 300 gramos de hojas de guamo. (*Inga sp.*). Estos recipientes se enterraron y muestrearon después de un período fijo, para efectuar en ellos determinaciones de peso, contenido de nitrógeno orgánico total y elementos minerales. En el cuadro No. 14 se presentan los resultados obtenidos en Chinchiná, en la descomposición de hojas de guamo (*Inga sp.*), las cuales constituyen el principal material orgánico que ingresa a las plantaciones de café bajo sombrío.

De acuerdo con ellos, cerca de un 55% del capote se descompone durante un período de 6 meses y cerca del 68% en 12 meses. Igualmente se puede observar en dicho cuadro la similitud del análisis químico de este material después de un año de descomposición y el análisis del piso forestal que se presenta en el cuadro No. 7. Debe advertirse que el material utilizado no permaneció en contacto con el suelo, pues las paredes metálicas del recipiente lo aislaban.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En las páginas anteriores hemos presentado un compendio, en orden sucesivo, de los trabajos que adelanta la Campaña de Suelos de la Federación Nal. de Cafeteros sobre contenido actual de materia orgánica y nitrógeno, cantidad de material vegetal que ingresa periódicamente y rata de descomposición de dicho material en plantaciones de café.

En la primera parte de estos trabajos, contenido actual de materia orgánica y nitrógeno, se encontró que los niveles para los suelos minerales variaban de 4 a 14% y de 0.2 a 0.7% respectivamente, valores que si fuéramos a compararlos con los determinados para los suelos de la zona templada serían calificados de extraordinariamente altos, ya que el valor mínimo registrado en los suelos de la zona cafetera se acerca o iguala al máximo registrado para los suelos de la zona templada. Creemos, sin embargo, que esa comparación no es posible, dadas las diferencias tan acentuadas en los factores que regulan y controlan este aspecto de los suelos y su comportamiento en los dos medios. En efecto, por trabajos experimentales y observaciones personales, se ha podido comprobar que, para plantaciones de café en Colombia, suelos con valores de 30% de materia orgánica se comportan en forma muy similar a aquellos de la zona templada con valores menores de 10%, es decir, reaccionan favorablemente a la adición de materia orgánica. En otras palabras, para suelos cafeteros este guarismo de 30% está muy cerca a los límites de la deficiencia, hecho que se refleja sobre la capacidad productiva de los suelos. Vale recordar aquí que la mayor producción de café por unidad de superficie se registra en la zona central de Colombia, en la cual, como se observó anteriormente, se encuentran los más altos valores de materia orgánica y nitrógeno. Por otra parte, los más bajos rendimientos están localizados en los departamentos de Santanderes y Huila, y en general al norte y sur del país, áreas en las cuales se registran los mínimos valores de materia orgánica y nitrógeno, 3 y 0.2 por ciento respectivamente.

A propósito de estos altos valores para la zona central se nos ocurren como posibles explicaciones las siguientes:

- a)—Son suelos recientemente abiertos al cultivo que estaban bajo bosque y que en su nueva condición se hallan bajo condiciones similares, es decir, bajo bosque pero en el cual predominan los árboles leguminosos, especialmente del género Inga;
- b)—Son suelos que comparados con los de otras regiones del país, han tenido una mayor protección contra la erosión;
- c)—Son suelos que originalmente pudieron tener un nivel más alto de nitrógeno;
- d)—Son suelos que por razón del tipo de cultivo y clase de manejo, han aumentado paulatinamente su riqueza en materia orgánica y nitrógeno, y
- e)—Son suelos en los cuales, por razones de clima y sus efectos sobre los procesos físicos, químicos y biológicos, se ha favorecido un equilibrio a altos niveles.

En la segunda parte, estudio de pisos forestales y acumulación anual de material vegetal en plantaciones de café, encontramos algunos hechos que podemos resumir en la siguiente forma:

- a)—La cantidad de capote, seco en estufa, varía de 4.9 a 15.8 toneladas por hectárea;
- b)—La cantidad de piso forestal bajo una plantación de café para una localidad dada aumenta con la edad de la plantación hasta cierto límite;
- c)—El papel químico del capote en el sostenimiento y cambio de la productividad del suelo, bajo plantaciones de café, es doble: directo que está determinado por la riqueza del material en N, Ca, P, K, etc., e indirecto en cuanto protege el suelo de la erosión, disminuye la escorrentía y es fuente de la materia orgánica que altera el comportamiento físico-químico del suelo.
- d)—La cantidad de constituyentes químicos extraídos del suelo mineral por el sombrío y devueltos a la superficie del suelo en el capote, depende, entre otros factores de la riqueza del suelo en dichos elementos.
- e)—Los contenidos de K₂O y N, en el capote, bajo plantaciones de café, varían con las condiciones de suelo y clima, fluctuando entre 0.43 y 1.01% y 1.3 y 2.1% respectivamente. Estos valores son muy altos si se comparan con el capote producido en bosques de la zona templada.
- f) — Al igual que para los bosques de la zona templada la riqueza del capote bajo plantaciones de café, en calcio, fósforo y potasio, con base en el material volátil aumenta con el grado de descomposición del capote.
- g)—Los contenidos de P₂O₅ y CaO en el capote bajo plantaciones de café varían entre 0.04 y 0.09% y 0.48 y 2.09% respectivamente. Estos valores son muy bajos si se comparan con el capote producido en bosques de la zona templada.

En cuanto se refiere a la acumulación periódica de material se encontró que variaba de acuerdo con la localidad y con el año, fluctuando entre 4 y 13 toneladas por hectárea y por año. La distribución mensual fué más o menos uniforme para cada área. La relación piso forestal a acumulación anual está muy cerca de 1.

En la tercera y última parte del experimento se estudió la velocidad de descomposición hallándose que ésta era muy rápida; en seis meses se descompuso más del 50% del capote y en un año cerca del 70%. El proceso, por otra parte, es más o menos completo según se desprende de la relación carbón nitrógeno de los productos de descomposición, la cual fluctúa entre 11 y 16; ingresan pues al suelo en forma más o menos estable.

Jenny (16) tratando de explicar la riqueza en nitrógeno y materia orgánica de algunos suelos colombianos que tuvo ocasión de estudiar (14, 15, 16), expone las siguientes hipótesis:

- a)—En las zonas cafeteras de Colombia la rata de descomposición del piso forestal, material vegetal que descansa sobre el suelo mineral, es muy rápida;
- b)—Una considerable porción de los productos de descomposición se infiltra en el suelo. Sin embargo, los productos infiltrados se descomponen muy lentamente dando por resultado la acumulación de humus, hasta alcanzar niveles muy altos;
- c)—El material orgánico es más rico en nitrógeno en los suelos tropicales que en la zona templada debido posiblemente al alto porcentaje de árboles leguminosos que en aquellos crecen.

Es nuestra opinión, después de estudiar los resultados de estas investigaciones y de verificar prolongadas observaciones personales en la zona cafetera, que no es posible, como han tratado de hacerlo algunos autores, comparar y tratar de explicar los valores determinados en suelos tropicales, con los patrones establecidos para la zona templada. Las razones que nos asisten para hacer esta afirmación se verán más claramente si se analizan las condiciones climatológicas de las dos zonas y sus relaciones con los aspectos estudiados: cantidad actual de materia orgánica, rata de acumulación y velocidad de descomposición.

En efecto los procesos que regulan y controlan el comportamiento de estos tres factores en la zona templada y en los trópicos son muy disímiles; veamos algunos:

- a)—En la zona templada el ingreso anual de capote varía desde 1.2 hasta más de 8.8 toneladas por hectárea por año según Alway (1). Este capote cae durante un período corto, uno a dos meses, generalmente de fines de otoño a principios de invierno. Según se desprende de algunas observaciones realizadas por los técnicos, cerca del 90% del capote anual ingresa durante el corto tiempo de 2 meses. Otros como Kittredge (17) han determinado que dicho valor llega a ser hasta de 80% para un solo mes.

En la zona cafetera de Colombia, en contraste, el ingreso anual de capote es de 4.6 a más de 13 toneladas por hectárea, según los resultados del presente experimento. El capote, a diferencia de la zona templada, en las plantaciones de café cae más o menos uniformemente, a razón de 8 a 10% mensualmente; en otras palabras tiene una caída constante a través del año.

- b)—En la zona templada el material vegetal que cae permanece más o menos inalterado durante un período largo, cinco o seis meses, por carencia de condiciones favorables al proceso de descomposición. En efecto, solo a mediados de la primavera se inicia el proceso de descomposición, en algunas áreas, y se prolonga hasta mediados o fines del verano, siempre y cuando las condiciones de humedad sean propicias al proceso, pues éste no depende tan solo del factor temperatura.

En la zona cafetera de Colombia, el proceso de descomposición tiene lugar durante todo el año, ya que según se desprende del estudio de las características climatológicas de la zona cafetera, las condiciones de temperatura y humedad son favorables al desarrollo del proceso a través de todo el año.

- c)—Consecuencia lógica de los numerales anteriores, es que el proceso de descomposición de la zona templada, es menor y alcanza un grado menos intenso que en el trópico.

Estos factores tan disímiles y contradictorios son de vital importancia, y creemos dan la explicación del porqué del bajo contenido de nitrógeno y materia orgánica en los suelos minerales de la zona templada, cuando se comparan con los suelos minerales del trópico. En efecto; en la zona templada, la descarga casi total e instantánea del capote y el corto período durante el cual los micro-organismos encuentran condiciones propicias, se aúnan para dar por resultado un proceso de descomposición lento e incompleto, que solo opera en una capa muy delgada, la próxima al suelo mineral, lo cual facilita el aumento constante del piso forestal, y aísla cada vez más la zona de descomposición de las condiciones que le son favorables, a la vez que tiende a desarrollar otras características indeseables, como son el bajo nivel de pH y la acumulación del llamado «raw humus»; esas características se reflejan tanto en el crecimiento de los bosques como en los procesos de la descomposición del piso forestal. Además, la poca cantidad de productos de descomposición que se infiltra en el suelo mineral es rápidamente consumida, pues éste continúa activo por algún tiempo, después de que, por las condiciones ambientales, ha cesado toda actividad en el capote.

En la zona cafetera por el contrario, hemos anotado ya, la descarga del material vegetal es un fenómeno que ocurre más o menos uniformemente a través del año. Como por otra parte, el proceso de descomposición es igualmente continuo, la acumulación que ocurre es muy pequeña; recordemos que el piso forestal en las plantaciones de café es de 4 a 15 toneladas por hectárea. Esto hace que no se formen capas que aislen la zona de descomposición y que por la infiltración constante de los productos resultan-

tes se mantengan condiciones de temperatura, humedad y acidez propicias. El hecho de que la infiltración sea continua y acorde con el proceso de descomposición en el piso forestal, también da por resultado que los niveles de nitrógeno y materia orgánica sean altos en cualquier época del año. La afirmación de Jenny sobre la poca actividad en la continuación del proceso de descomposición de los productos infiltrados en el suelo mineral, podría explicarse por la circunstancia de que cuando ellos llegan al suelo han alcanzado un grado tal de descomposición que están muy cerca del humus; en efecto aquí se determinó que su relación carbón-nitrógeno variaba de 11:1 a 19:1.

Todo lo anterior nos lleva a concluir que para el estudio y valoración de algunas características de los suelos tropicales, no podemos recurrir a patrones determinados en la zona templada, bajo condiciones específicas y diferentes a las nuestras; por el contrario, creemos que si hemos de hacer algunas comparaciones, debemos basarnos en datos y resultados que arrojan las investigaciones en el trópico, es decir, debemos tratar de ampliar nuestros estudios para obtener patrones y sistemas propios, que estén acordes con las condiciones que rigen en nuestro medio.

RESUMEN

1) La zona cafetera de Colombia está comprendida entre 1000 y 1800 metros de altura sobre el nivel del mar y localizada entre $0^{\circ} 31'$ y $11^{\circ} 05'$ de latitud norte.

2) Dentro de esta zona se presentan variaciones de los factores climatológicos, pero en ningún caso extremas; en efecto, la temperatura media anual varía de 17.5 a 22.5°C. , y la precipitación pluvial de 1100 a 2500 m.m.

3) El contenido de materia orgánica de los suelos minerales bajo plantaciones de café, varía de 6 a 14%, en tanto que para la zona templada va de 0.5 a 5%.

4) El contenido de nitrógeno de los suelos minerales, bajo plantaciones de café, varía de 0.2 a 0.7%, en tanto que los valores para la zona templada van de 0.05 a 0.5%.

5) La relación nitrógeno carbono en los suelos minerales, bajo plantaciones de café, varía desde 9:1 hasta 14:1. Estos valores para la zona templada van de 16:1 a 26:1.

6) El peso del capote que ingresa anualmente al suelo, bajo plantaciones de café, varía entre 4.6 y 13 toneladas por hectárea en tanto que para los bosques de la zona templada es de 1 a 8 toneladas.

7) El ingreso del capote es un proceso continuo y uniforme, bajo plantaciones de café. En los bosques de la zona templada, por el contrario, es más o menos instantáneo, llegando en ocasiones a ingresar el 80% del total anual, durante un mes del otoño.

8) La cantidad de piso forestal, bajo plantaciones de café, varía de 4.9 a 15.8 toneladas por hectárea, en tanto que para los bosques de la zona templada va de 2.5 a 250 toneladas por hectárea.

9) El piso forestal bajo plantaciones de café contiene más nitrógeno y potasio y menos calcio y fósforo, que el piso forestal bajo bosques de la zona templada.

10) La relación del piso total a acumulación anual, bajo plantaciones de café, se acerca a 1, en tanto que para los bosques de zona templada va desde 3 hasta 60 a uno.

11) La rata de descomposición, bajo plantaciones de café, es mayor que bajo bosques de la zona templada.

12) Parece lógico que por las diferencias tan marcadas que existen entre los dos medios, no sea aconsejable utilizar los patrones determinados en uno de ellos cuando se trata de valorar resultados obtenidos en el otro.

Chinchiná, mayo de 1955.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—ALWAY, F. J., KITTREDGE, J. and MATHLEY, W. J. Composition of the forest floorlayers under different forest types on the same soil type. *Soil Sci.* **36** (5): 387—398. 1933.
- 2.—ALWAY, F. J. and McMILLER, P. R. Interrelationships of soil and forest cover on Star island, Minnesota. *Soil Sci.* **36** (4): 281-295. 1933.
- 3.—ALWAY, F. J., MATHLEY, W. J. and YOUNGE, O. R. Distribution of volatile matter, lime and nitrogen among litter, duff and leafmold under differend forest types. *Soil Sci.* **36** (5): 399—407. 1933.
- 4.—BENNETT, H. H. and ALLISON, R. V. The soils of Cuba. Baltimore, Monumental Printing. Co. 1928.
- 5.—BRACKEN, A. F. and GREAVES, J. E. Losses of nitrogen and organic matter from soils of Dry-Land farms. *Soils Sci.* **51** (1): 1-15. 1941.
- 6.—BROADBENT, F. E. The soil organic fraction. *Advances in Agronomy V* : 153-183. 1953.
- 7.—CORBET, A. S. Biological processes in tropical soils. Cambridge, W. Haffer and Sons. 1955.
- 8.—DEAN, L. A. Nitrogen and organic matter in Hawaiian pineapple Soils. *Soil Sci.* **30** (6) : 430-442. 1930.
- 9.—DEAN, L. A. The effect of rainfall on carbon and nitrogen contents, and carbon nitrogen ratios of Hawaiian soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **2**: 445-459. 1937.
- 10.—ENSMINGER, L. E. and GIESEKING, J. E. Resistance of clay-adsorbed proteins to proteolytic hydrolysis. *Soils Sci.* **53** : 205-209. 1942.
- 11.—ENSMINGERS, L. E. and PEARSON, R. W. Soil Nitrogen. *Advances in Agronomy. II.* 1950.
- 12.—FOWLER, R. H. and WHEETING, L. C. Nature of organic matter in western Washington praire soils influenced by

- differences in rainfall. *Jour. Am. Soc. Agron.* **33**: 13-23. 1941.
- 13.—JENNY, H. A study on the influence of climate upon the nitrogen and organic matter content of the soil. *Missouri Agr. Exp. Sta. Bull.* 152. 1930.
 - 14.—JENNY, H., BINGHAM, F. T. and PADILLA SARAVIA, B. Nitrogen and organic matter contents of equatorial soils of Colombia, South America. *Soil Sci.* **66**: 173-186. 1948.
 - 15.—JENNY, H., GESSEL, S. P. and BINGHAM, F. T. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Sci.* **68**: 419-432. 1949.
 - 16.—JENNY, H. Causes of the high nitrogen and organic matter content of certain tropical forest soils. *Soil Sci.* **69**: 63-71. 1950.
 - 17.—KITREDGE, J. Forest influence. New York, McGraw-Hill Co. 1948.
 - 18.—MOHR, E. C. J. The soils of equatorial regions. Michigan, Edwards Bros Inc. 1944.
 - 19.—MYERS, H. E. and HALLSTED, A. L. The comparative effect of corn and sorghums on the yield of succeeding crops. *Soils Sci. Soc. Amer. Proc.* **7**: 316-321. 1942.
 - 20.—PRINCE, A. L. Determination of total nitrogen, ammonia, nitrates, and nitrites in soils. *Soils Sci.* **59** (1): 47-52. 1945.
 - 21.—RUSSEL, J. C. and McRUER, W. G. The relation of organic matter and nitrogen content to series and type in virgin grassland soils. *Soils Sci.* **24** (6): 421-452. 1927.
 - 22.—SALTER, R. M. and GREEN, T. C. Factors affecting the accumulation and loss of nitrogen and organic carbon in cropped soils. *Jour. Amer. Soc. Agron.* **25**: 622-630. 1933.
 - 23.—SHANTZ, H. L. The natural vegetation of the Great Plains Region. *Ann. Assoc. Amer. Geographers*, **13**: 81-107. 1923.
 - 24.—SCHROEDER, R. Distribución de la temperatura en una plantación de café. *Boletín Informativo II. Centro Nal. de Investigaciones de Café. Chinchiná.* (23): 21-30. 1951.
 - 25.—SCHOLLENBERGER, C. J. Determination of soil organic matter, *Soil Sci.* **59**: 53-56. 1945.
 - 26.—SIEVERS, F. J. and HOLTZ, H. F. The influence of precipitation on soil composition and soil organic matter maintenance. *Wash. Agr. Exp. Sta. Bull.* 176. 1923.

- 27.—TROJER, H. El ambiente climatológico y el cultivo del café en Colombia. Problemas, conocimientos actuales y perspectivas. Boletín Informativo V. Centro Nal. de Investigaciones de Café. Chinchiná. (57): 22-37. 1954.
- 28.—WAKSMAN, S. A. and IYER, K. R. N. Contribution to our knowledge of the chemical nature and origin of humus: III. The base-exchange capacity of "synthesized humus" (Ligno-protein) and of "natural humus" complexes. Soil. Sci. **36** (1): 57-68. 1933.

CUADRO No. 6

COMPARACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA Y NITROGENO, DE ACUERDO CON LA LLUVIA ANUAL Y LA ALTURA

ZONAS	MUNICIPIO	Número de muestras		Materia orgánica %	Lluvia anual m.m.	Elevación mts.
		Nitrogeno orgánico	Total %			
Oriente Colombiano	Chinácota	6	0.29	5.75	1547.5	1235
	Fusagasugá	7	0.22	5.32		1750
	Moniquirá	9	0.26	5.20	1739.4	1760
	Rionegro	12	0.18	3.76	900.0	1000
	Salazar	6	0.23	4.11	1400.0	1250
	Tibacuy	6	0.27	6.86		1525
Centro Colombiano	Aguadas	13	0.34	7.22		2210
	Chinchiná	162	0.26	6.24	2607.0	1360
	Fresno	4	0.36	9.17	2660.0	1490
	Calarcá	5	0.46	9.20	2560.0	1400
	La Victoria	9	0.42	8.71		930
	Libano	5	0.38	7.22	2775.9	1495
	Palestina	20	0.36	8.52		1600
	Pereira	22	0.40	6.82	2418.1	1460
	Santa Rosa	9	0.51	10.71		1760
	Chinchiná (serie 10)	260	0.71	14.89	2607.0	1400
	Sevilla	6	0.59	12.35	970.0	1550
Norte Colombiano	Fredonia	33	0.29	5.48	2550.1	1450
	Medellín	8	0.26	5.21	1090.7	1538
Sur Colombiano	Neiva	12	0.28	5.34		
	La Unión	4	0.27	6.00		1700
	Sandoná	5	0.25	5.16	1313.8	1700

CUADRO No. 7

CANTIDAD DE PISO FORESTAL (Capote y "Duff") Y SU
COMPOSICION QUIMICA

Localidad	CLASE DE MUESTRA	Peso seco a 60°C. gramos por m ²	Nitrogeno orgánico. Total %	Cenizas. %	P2O5 %	CaO %	K2O %
Chinchiná (Cafetal viejo)	Material seco	491.4	2.1	18.6	0.08	0.48	0.62
Chinchiná (Cafetal joven)	Material seco	86.0	?	?	?	?	?
Calarcá	Material seco	600.0	1.76	11.0	0.09	0.79	0.55
Sevilla	Material seco	1145.5	1.86	?	0.05	0.92	0.43
Medellín	Material seco	2306.4	1.76	?	0.07	2.09	0.55
Popayán	Material seco	785.5	?	?	?	?	?
Pasto	Material seco	1582.0	1.31	?	0.04	1.32	1.01

CUADRO No. 8

COMPOSICION DE ALGUNOS PISOS FORESTALES (Según Alway et al.) EN PORCENTAJE

TIPO DE BOSQUE	Capote	Duff	Humus	Capote	Duff	Humus
	C e n i z a			Material Volátil		
(1) Pino Jack (P. bauksiana Lamb)	4.48	16.98	52.51	95.52	83.02	47.49
(2) Pino Noruego (P. resinosa)	3.40	11.85	42.32	96.60	88.15	57.68
(3) Pino Blanco (P. strobus L)	6.85	18.33	43.36	93.15	81.67	56.64
(4) Arce (Acer Saccharum) Marsh	11.86	17.63	48.93	88.14	82.37	51.07
	<u>CaO</u>					
(1) Pino Jack (P. bauksiana Lamb)	1.05	1.16	1.05	0.14	0.18	0.14
(2) Pino Noruego (P. resinosa)	1.04	1.24	0.85	0.20	0.19	0.19
(3) Pino Blanco (P. strobus L)	1.41	1.86	1.61	0.23	0.22	0.24
(4) Arce (Acer Saccharum) Marsh	4.51	5.47	3.84	0.32	0.36	0.46
	<u>Nitrógeno</u>					
(1) Pino Jack (P. bauksiana Lamb)	0.87	1.35	0.98	0.16	0.22	0.15
(2) Pino Noruego (P. resinosa)	0.69	1.15	1.07	0.14	0.22	0.22
(3) Pino Blanco (P. strobus L)	0.94	1.41	1.41	0.29	0.23	0.23
(4) Arce (Acer Saccharum) Marsh	1.17	1.93	1.82	0.35	0.38	0.36

CUADRO No. 9

PROMEDIO DEL MATERIAL VEGETAL QUE INGRESO AL PISO FORESTAL, MENSUALMENTE, EN DIFERENTES LOCALIDADES DE COLOMBIA - AÑO DE 1950

(Gramos por metro cuadrado)

M E S	LOCALIDADES	
	Chinchiná Cafetal viejo	Chinchiná Cafetal joven
Enero	73.4	7.3
Febrero	130.2	14.0
Marzo	100.4	41.0
Abril	99.1	16.5
Mayo	66.4	36.5
Junio	85.3	35.3
Julio	64.7	37.0
Agosto	78.8	45.8
Septiembre	82.2	37.3
Octubre	83.7	33.8
Noviembre	96.9	48.8
Diciembre	152.7	65.3
TOTAL	1113.8	418.6

CUADRO No. 10

PROMEDIO DEL MATERIAL VEGETAL QUE INGRESO AL PISO FORESTAL, MENSUALMENTE, EN
DIFERENTES LOCALIDADES DE COLOMBIA

AÑO DE 1951

(Gramos por metro cuadrado)

M E S	L O C A L I D A D E S							
	Chinchiná (Cafetal viejo)	Chinchiná (Cafetal joven)	Calarcá (Cafetal viejo)	Popayán (Cafetal viejo)	Pasto (Cafetal viejo)	Medellín (Cafetal viejo)	Sevilla (Cafetal viejo)	
Enero	103.1	40.8	60.3	54.8	38.1		15.8	
Febrero	78.0	39.8	53.8	29.2	54.1		55.5	
Marzo	71.3	44.3	66.0	69.5	32.1		36.5	
Abril	74.6	49.0	54.3	30.4	34.3	81.9	38.3	
Mayo	88.3	53.7	48.3	42.8	41.4	66.0	27.5	
Junio	97.9	43.0	76.3	36.6	43.5	82.1	41.0	
Julio	74.7	56.8	102.0	96.4	53.4	68.3	55.0	
Agosto	78.8	64.8	115.2	66.6	168.6	92.8	91.0	
Septiembre	66.0	63.0	41.5	54.1	48.3	77.5	81.0	
Octubre	85.4	58.8	94.5	29.1	49.8	110.5	24.0	
Noviembre	93.6	56.5	104.0	54.6	24.4	114.8		
Diciembre	61.8	56.0	53.0	52.8	37.8	99.4	22.9	
TOTALES	973.5	626.5	869.2	616.9	625.8	793.3	488.5	
						1057.7 *	529.2 *	

* Corregidos por los meses que faltan.

CUADRO No. 11

PROMEDIO DEL MATERIAL VEGETAL QUE INGRESO AL PISO FORESTAL, MENSUALMENTE, EN
DIFERENTES LOCALIDADES DE COLOMBIA

AÑO DE 1952

(Gramos por metro cuadrado)

M E S	L O C A L I D A D E S									
	Chinchiná (Cafetal viejo)	Chinchiná (Cafetal joven)	Calarcá (Cafetal viejo)	Popayán (Cafetal viejo)	Pasto (Cafetal viejo)	Medellín (Cafetal viejo)	Sevilla (Cafetal viejo)	Chinácota (Cafetal viejo)		
Enero	68.4	42.3	44.3	60.4	29.1	132.0	38.1	59.8		
Febrero	72.0	41.8	70.8	70.8	93.2	106.8	48.5	54.6		
Marzo	76.4	55.8	87.7	44.5	82.4	146.4	48.0	88.8		
Abril	87.1	84.3	80.2	42.6	56.4	163.2	27.0	67.2		
Mayo	63.3	72.5	54.8	56.8	39.4	62.6	28.5	12.0		
Junio	115.1	64.0	34.7	44.8	49.2	118.9	23.5	32.5		
Julio	109.5	54.3	112.0	41.2	104.1	66.1	31.0	35.5		
Agosto	147.2	66.3	59.2	117.9	106.8	152.2	45.8	26.8		
Septiembre	116.2	82.5	61.0		88.6	91.0	28.0	69.4		
Octubre	127.2	72.5	39.3		43.6	84.9	31.5	53.5		
Noviembre	196.2	99.0	48.3		31.8	133.3	21.6	36.4		
Diciembre	218.7	73.5	26.2	83.4	42.0	57.5	18.0	35.8		
TOTALES	1397.3	808.8	718.5	562.4	766.6	1314.9	389.5	572.3		

* Corregidos por los meses que faltan.

749.9*

CUADRO No. 12

PROMEDIO DEL MATERIAL VEGETAL QUE INGRESO AL PISO FORESTAL, MENSUALMENTE, EN
DIFERENTES LOCALIDADES DE COLOMBIA

AÑO DE 1953

(Gramos por metro cuadrado)

M E S	L O C A L I D A D E S							
	Chinchiná (Cafetal viejo)	Chinchiná (Cafetal joven)	Calarcá (Cafetal viejo)	Popayán (Cafetal viejo)	Pasto (Cafetal viejo)	Medellín (Cafetal viejo)	Sevilla (Cafetal viejo)	Chinácota (Cafetal viejo)
Enero	152.2	68.5	31.7	212.5	40.5	114.0	16.0	72.9
Febrero	127.4	58.0	56.0	85.8	32.5	136.5	51.3	73.6
Marzo	170.8	58.3	65.5	48.5	65.3	149.6	45.8	70.5
Abril	269.7	103.8	83.8	54.8	64.0	124.0	37.5	65.8
Mayo	143.5	111.5	63.0	49.8	70.8	112.0	52.8	43.0
Junio	109.8	107.0	84.2	52.4	76.5	113.5		34.5
Julio	89.3	52.0	68.3					36.9
Agosto	108.5	92.5						65.0
Septiembre	142.7	60.0						40.4
Octubre	136.4	84.0						
Noviembre	96.7	79.0						
Diciembre	199.5	65.3						
TOTALES	1746.5	939.9	452.5	503.8	349.6	749.6	203.4	502.6
			775.7 *	1007.6 *	699.2 *	1499.2 *	488.2 *	670.2 *

* Corregidos por los meses que faltan.

CUADRO No. 13

PROMEDIOS ANUALES DEL MATERIAL VEGETAL QUE INGRESO AL PISO FORESTAL EN
DIFERENTES LOCALIDADES DE COLOMBIA

(Gramos por metro cuadrado)

LOCALIDAD	A Ñ O S					Promedio
	1950	1951	1952	1953		
Chinchiná (Cafetal viejo)	1113.8	973.5	1397.3	1746.5	1307.8	
Chinchiná (Cafetal joven)	418.6	626.5	808.8	939.9	698.5	
Calarcá		869.2	718.5	775.7	787.8	
Popayán		616.9	749.9	1007.6	791.5	
Pasto		625.8	766.6	699.2	697.2	
Medellín		1057.7	1314.9	1499.2	1290.6	
Sevilla		529.2	389.5	488.2	469.0	
Chinácota			576.3	670.2	621.3	

CUADRO No. 14

PROMEDIO DE RATA DE DESCOMPOSICION DE MATERIAL VEGETAL EN CHINCHINA

Peso original: 300 grs.

LOCALIDAD	Periodo de descomposición	Peso seco a 60°C	Nitrógeno organico total. %	P 2 O 5 Total %	CaO %	K2O %
Chinchiná	6 Meses	134.5	0.84	0.05	0.77	0.24
	1 Año	98.0	2.18	0.07	0.45	0.32

ALGUNOS MUNICIPIOS
DE LA ZONA CAFETERA
DE COLOMBIA

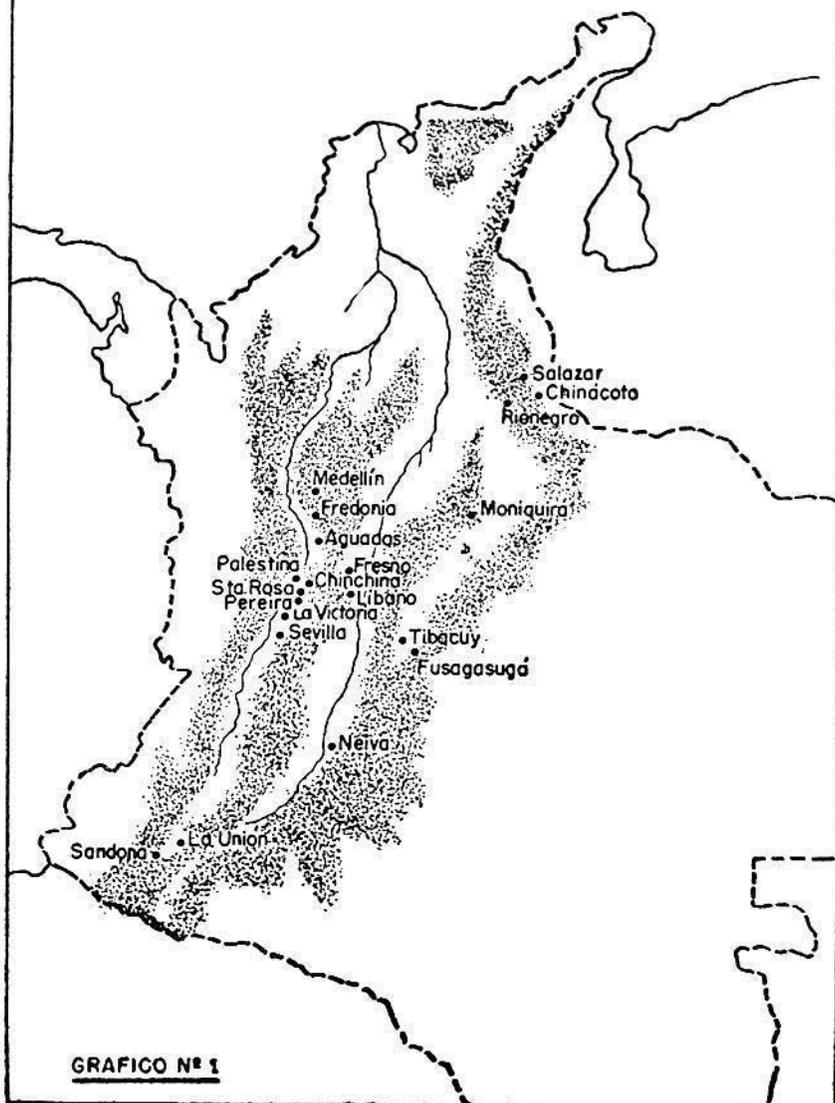
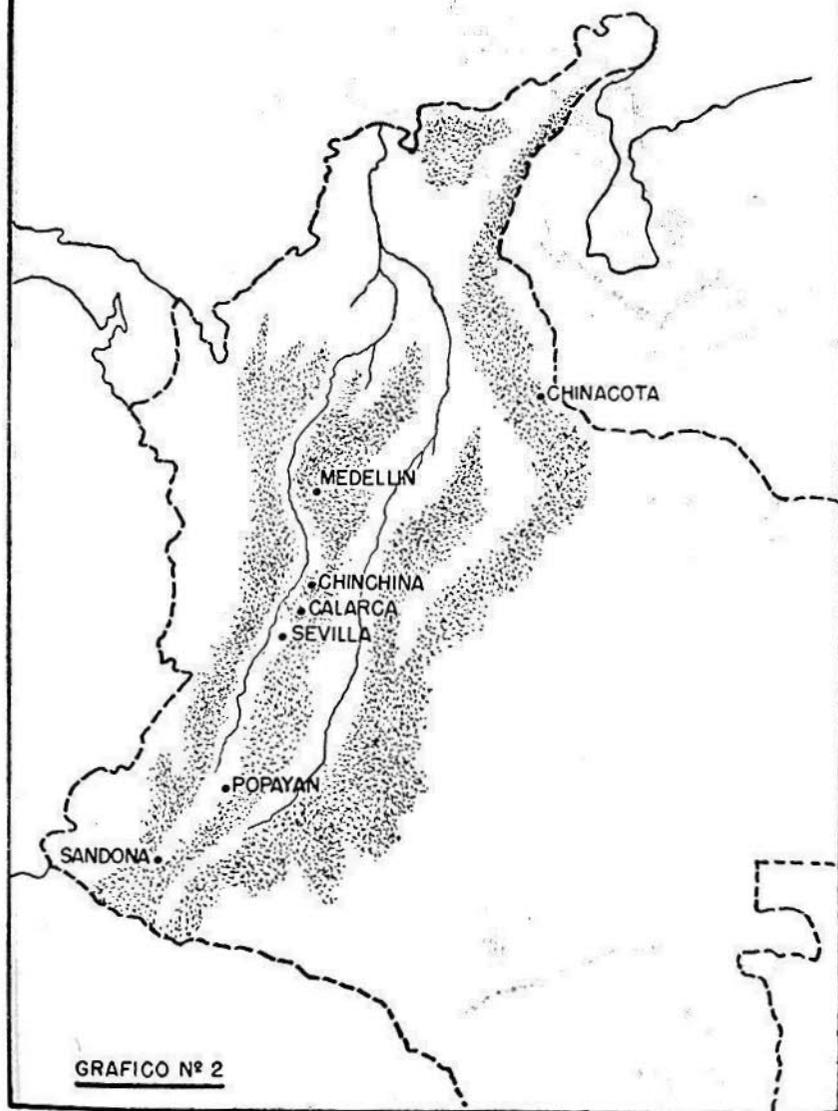
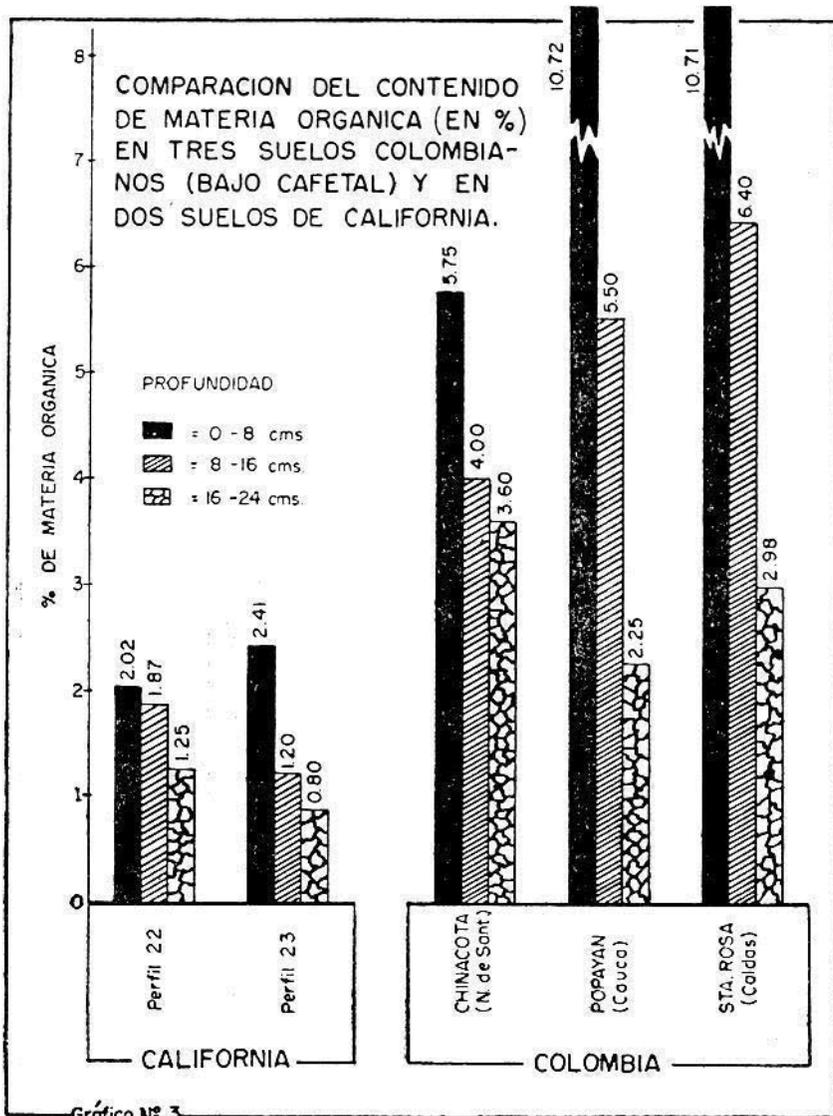
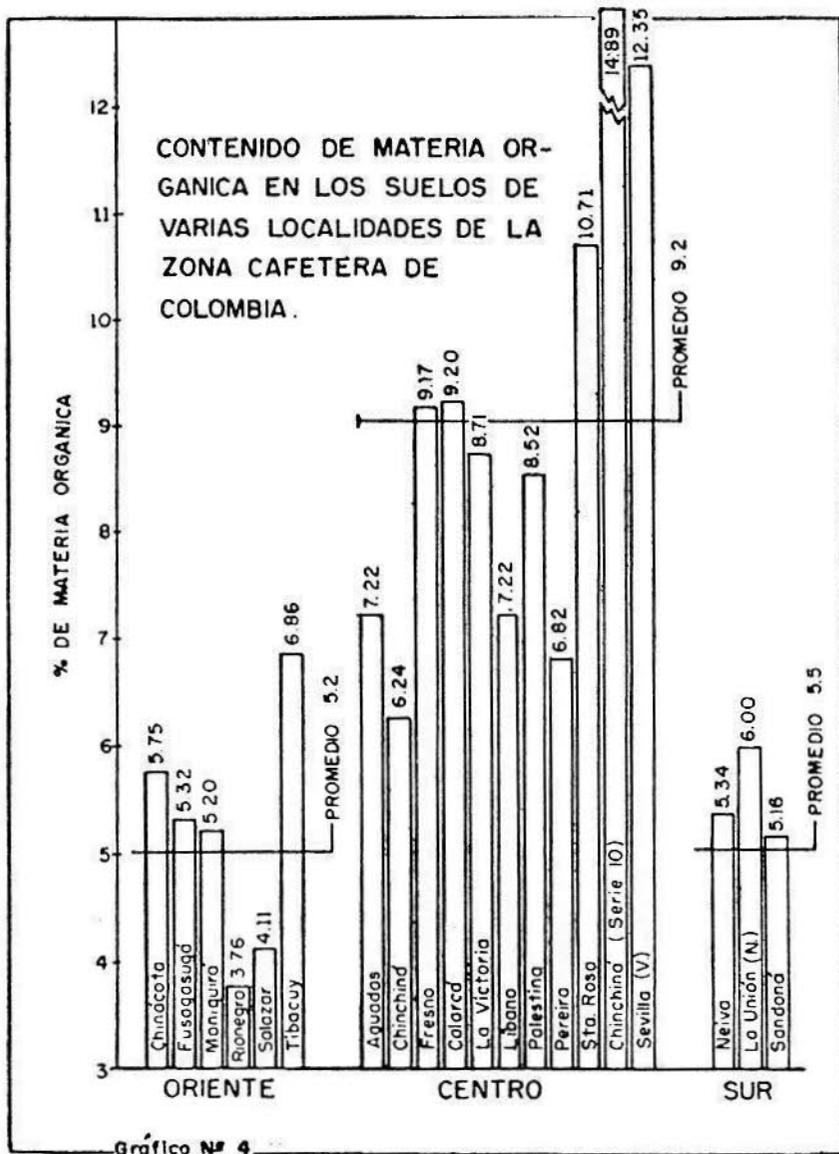


GRAFICO N° 1

LOCALIDADES DE ESTUDIO
DE LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO
EN LA ZONA CAFETERA DE COLOMBIA







CANTIDAD DE PISO FORESTAL.

(PESO SECO A 60°C.)

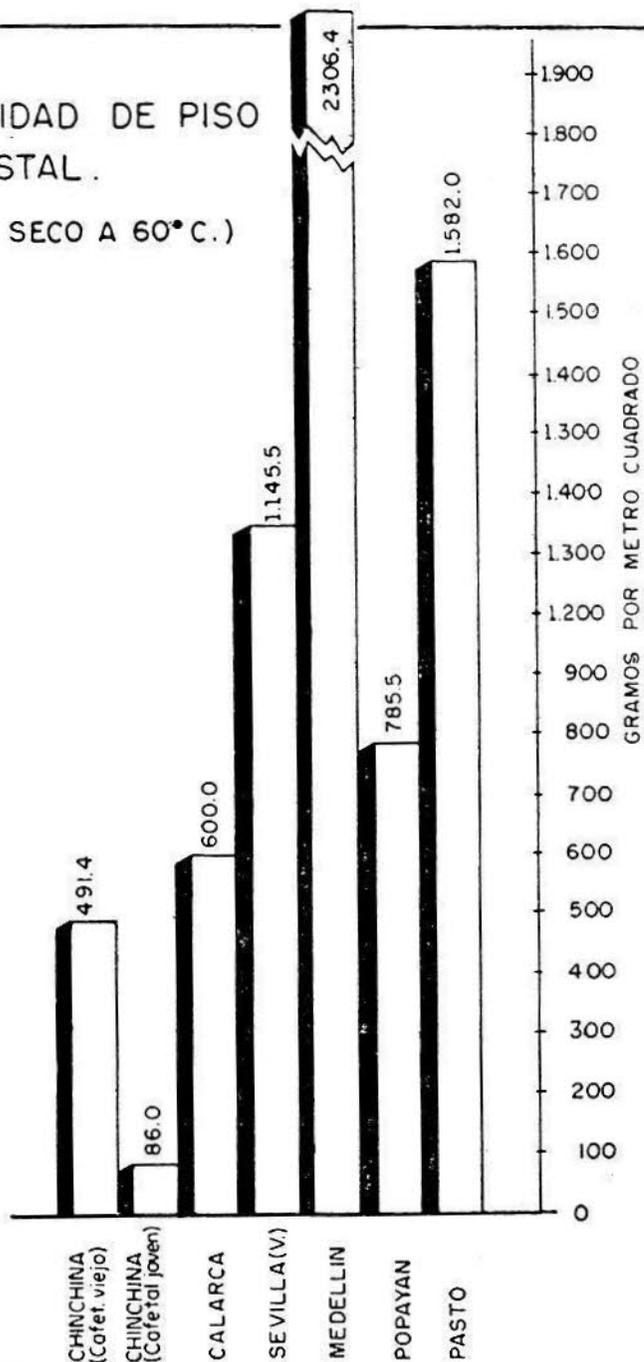


Gráfico N° 5-

COMPOSICION DE PISOS FORESTALES (CAPOTE y "DUFF")

PROMEDIO DE 7 SITIOS EN LA ZONA CAFETERA DE COLOMBIA Y DE 3 BOSQUES DE PINOS EN LOS E.E. U.U.
(Según Alloway et al.)

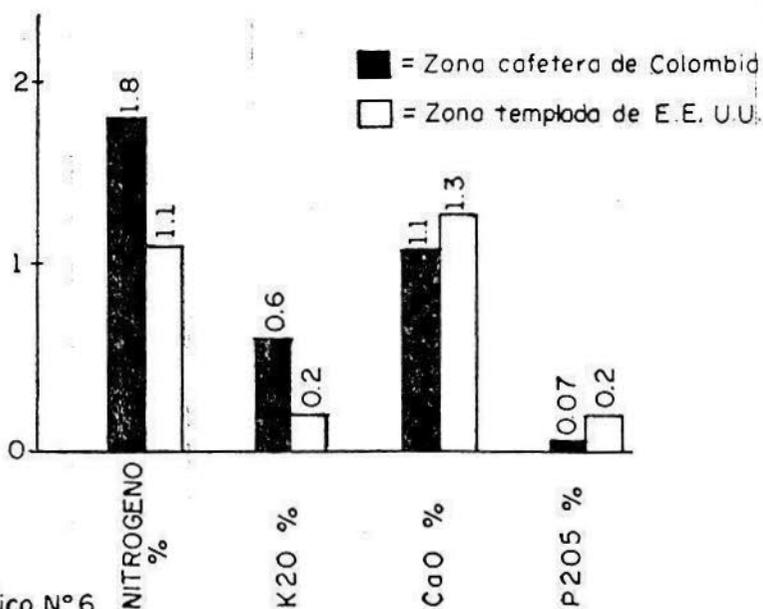


Gráfico N°6

PROMEDIO ANUAL DEL PESO DE
MATERIAL VEGETAL QUE INGRESO
AL PISO FORESTAL EN DIFEREN-
TES LOCALIDADES DE COLOMBIA.

(1.950 a 1.953)

(GRAMOS POR METRO CUADRADO)

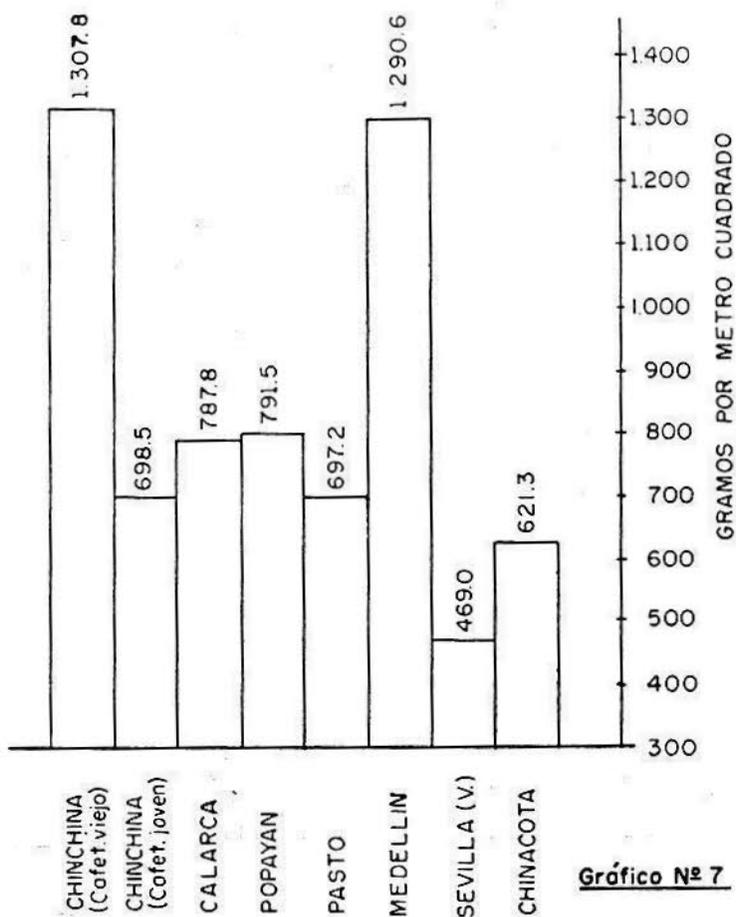
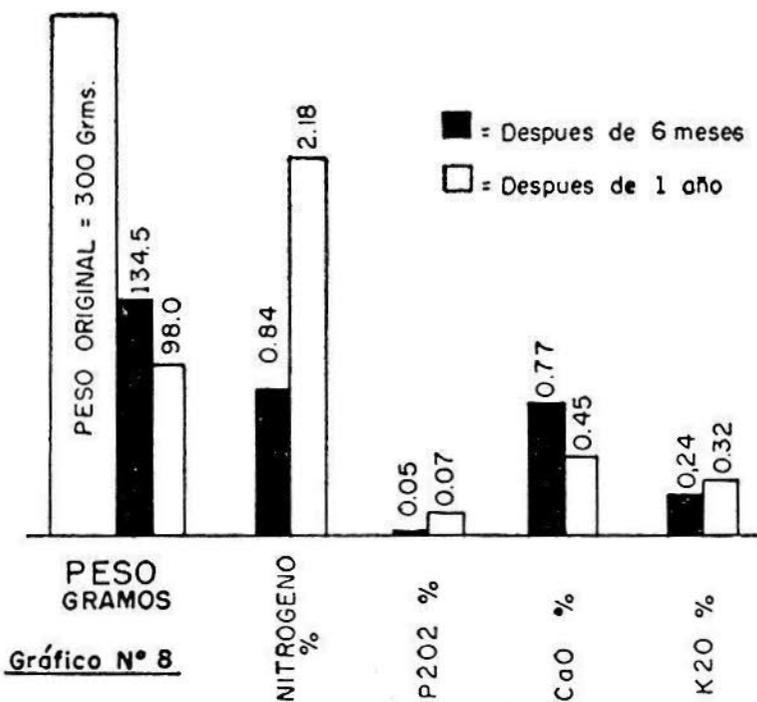


Gráfico N° 7

PROMEDIO DE LA RATA DE DES-
COMPOSICION DE MATERIAL
VEGETAL EN CHINCHINA.



MARCO COLECTOR DE MATERIA ORGANICA

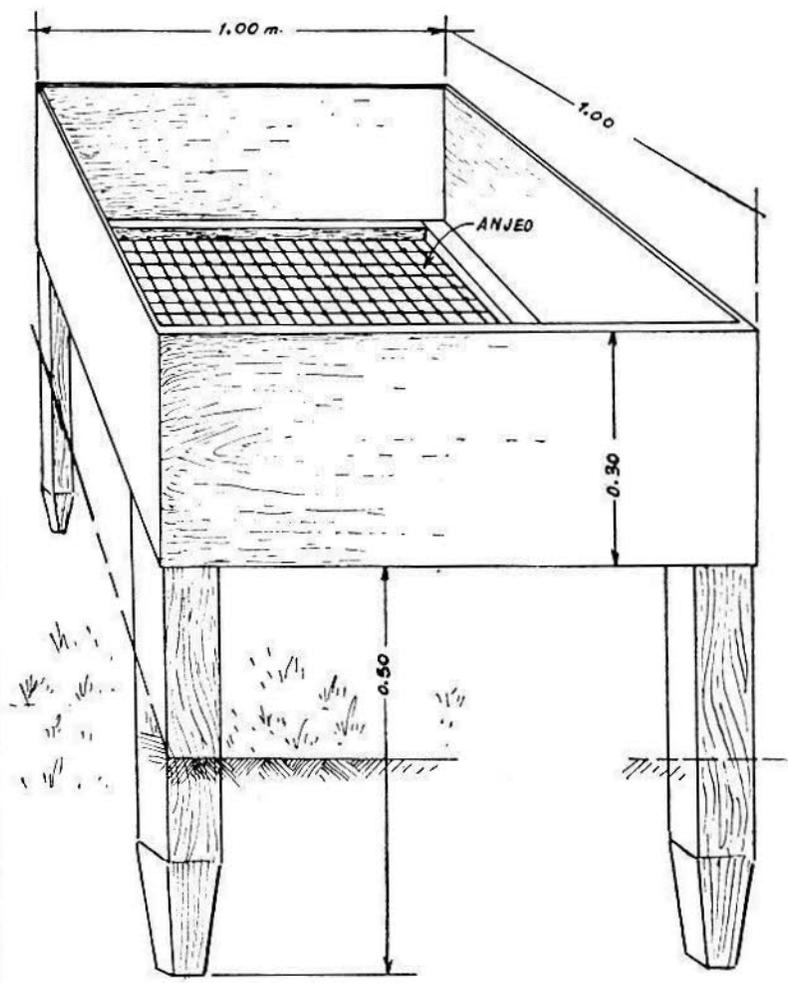


FIGURA N° 1

Distribución de los marcos colectores de material orgánico en la plantación de café.

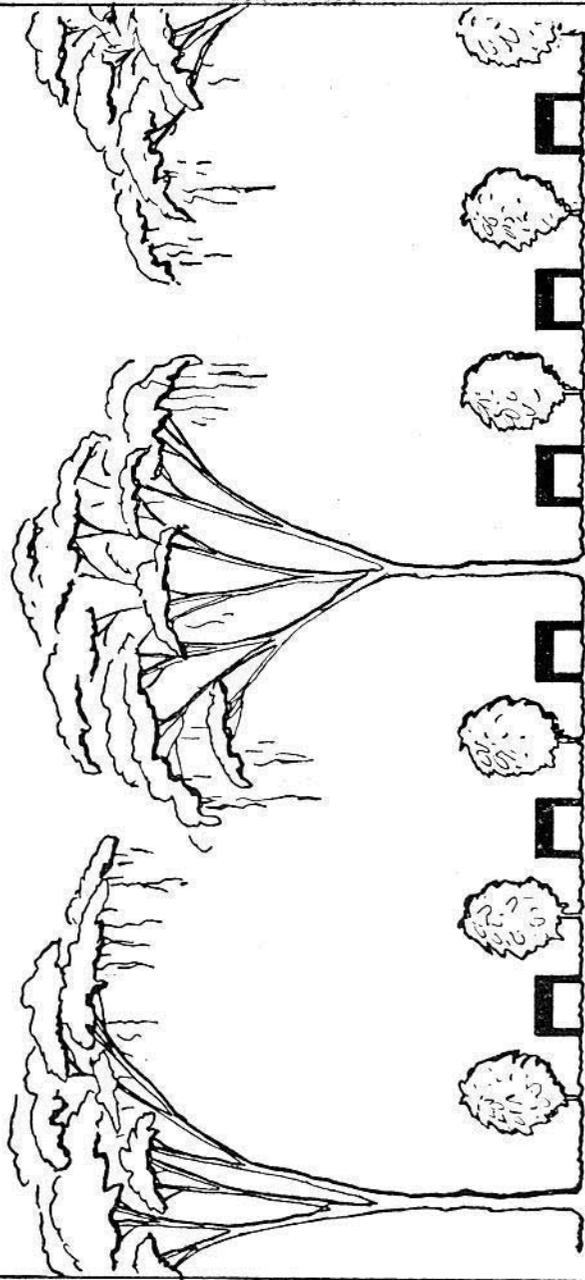


FIGURA Nº 2

Recipiente metálico en el cual se coloca el material orgánico para su descomposición.

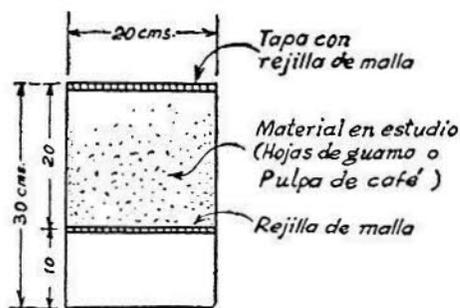
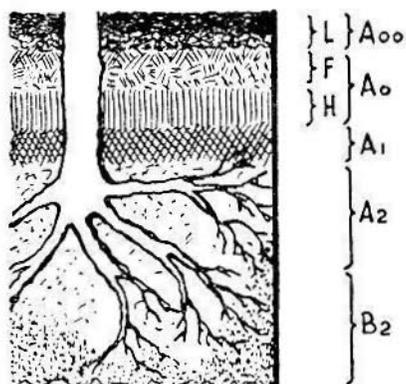


FIGURA N° 3



L - CAPOTE (material sin descomponer)

F - "DUFF" (mat. en proceso de descomp.)

H - HUMUS (mat. en estado avanzado de descomp.)

Esquema de los horizontes A₀₀, A₀, A₁ y A₂, de un perfil en suelo normal bajo bosque.

FIGURA N° 4