

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LA MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS FORESTALES DE LA CUENCA DEL RIO SAN DIEGO

**ANA GONZALEZ-ABREU*, A. RENDA*, F.B. GEIGEL, T. QUINTANA*.
Y A. PERERA****

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó una investigación dirigida a analizar las particularidades de la materia orgánica en suelos forestales cubiertos por diferentes vegetaciones boscosas. Los resultados obtenidos demuestran que en los suelos cubiertos por especies latifolias el aporte de hojarasca es mayor y que en éstos se produce un proceso de humificación que conlleva a una mayor acumulación de ácidos húmicos, lo que trae como consecuencia que la relación **H/F** sea mayor en estos suelos. Se comprobó que bajo vegetación forestal, los suelos sufren alteraciones genéticas por acumulación y degradación paulatina de grandes volúmenes de materia vegetal en la superficie de los mismos.

**Manuscrito recibido para su publicación
31 de enero de 1986**

***Investigador titular e Investigadoras agregados, respectivamente.
Centro de Investigación Forestal. Ministerio de la Agricultura,
Ciudad de La Habana, Cuba**

****Estudiantes. Centro Universitario de Pinar del Río**

INTRODUCCION

La materia orgánica del suelo es uno de sus componentes principales y ha sido ampliamente estudiada por diferentes autores (1, 2, 3). La amplitud y diversidad de los trabajos de investigaciones realizados sobre esta fracción formadora del suelo se debe a la importancia que la materia orgánica presenta, como factor de primer orden, en diversas propiedades de los suelos tales como fertilidad, propiedades hidrofísicas, capacidad buffer ácido-base, de oxidación-reducción, en dependencia de las condiciones climáticas, a la acción de los fertilizantes, etc.

La materia orgánica de los suelos forestales ha sido objeto de interés de numerosos investigadores, quienes han estudiado sus características y su influencia sobre la calidad del sitio forestal y de las propiedades hidrorreguladoras del bosque (4, 5, 6).

El contenido y composición de la materia orgánica de los suelos forestales varía en dependencia de los factores anteriormente señalados y de la composición y cantidad de la biomasa que se reincorpora al suelo. Estos factores son aquellos que rigen en mayor grado el tipo de humus que se formará, su calidad, estabilidad y capacidad para interactuar con las restantes partes del suelo-nutrientes libres y arcillas, fundamentalmente (7, 8).

En lo referente a la transformación integral de la hojarasca en áreas tropicales, Fassbender (8) ha encontrado que la misma puede transformarse mediante diferentes mecanismos y que la producción promedio anual determinada para distintas regiones oscila entre 200 y 400 t/ha.

En Cuba, Géigel (9) ha encontrado que la producción de hojarasca proveniente de diferentes especies forestales -coníferas y latifolias- varía según la especie desde 9,03 kg/árbol/año (P. caribaea var. caribaea -Artemisa) hasta 2,71 (E. robusta - Itabo). Los contenidos de materia orgánica son, sin embargo, bajos, lo que llevó al autor a suponer que el proceso de humificación ocurre muy lentamente.

El objetivo del presente trabajo consiste en encontrar una información adicional acerca del ciclo de la materia orgánica en suelos forestales cubiertos con vegetación boscosa diferente.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se realizó en el área que ocupa la Estación Hidrológica Forestal "Amistad" en San Diego de los Baños,

Pinar del Río, cuyas características generales han sido descritas detalladamente por Molina et al. (10). Los suelos de la región, así como sus características químicas y físicas, han sido estudiados por Renda et al. (11).

Los puntos de muestreo se seleccionaron al azar en áreas cubiertas por latifolias (bosques de galería) y coníferas (P. caribaea var. caribaea) localizando cuatro réplicas en cada caso. Las muestras testigo se tomaron en lugares deforestados.

Para recolectar la hojarasca se situaron cajas colectoras de 1 m² de brea debajo de árboles seleccionados aleatoriamente en los rodales, teniendo en cuenta su estado sanitario y desarrollo. En cada tipo de formación boscosa se colocaron cuatro cajas de las ya señaladas. La hojarasca se colectó mensualmente durante un año. El material vegetal recolectado en cada caja se secó hasta peso constante en estufa a temperatura de 65°C y se pesó en una balanza monoplato de 2 g de precisión.

En lugares aledaños a las cajas se tomaron cuatro muestras de suelo en los diferentes puntos cardinales hasta una profundidad de 30 cm, aproximadamente, en dependencia del desarrollo de horizonte húmico para determinar en éstas el contenido de carbono orgánico y la relación H/F (relación húmico/fúlvico). En estas muestras se determinó previamente el porcentaje de humedad natural por el método de la doble pesada.

Determinación cuantitativa de la materia orgánica

Las muestras de suelo se secaron al aire y se pasaron por un tamiz de 0,2 mm. En éstas se determinó el contenido de carbono orgánico mediante digestión ácida según el método propuesto por Walkley-Black (13).

Una vez digerida la muestra el dicromato de potasio en exceso se determinó por valoración con una solución estándar de sal de Mohr (14).

El porcentaje de carbono se calculó por la expresión:

$$\% C_T = \frac{(a - b) N \cdot 0,003}{g} \cdot 100$$

donde:

a = mL de sal de Mohr gastados en la valoración del blanco

b = mL de sal de Mohr gastados en la valoración de la muestra

N = normalidad de la sal de Mohr

0,003= equivalente a gramo del carbono

g = peso de suelo seco.

El contenido de materia orgánica se calculó por la expresión:

$$\% \text{ MO}_T = \frac{(a - b) \text{ N} \cdot 0,005 \text{ 173}}{g} \times 100$$

donde:

0,005 173 = coeficiente de conversión del contenido de carbono en humus.

La extracción y fraccionamiento de la materia orgánica se realizó utilizando una solución 0,1 N de pirofosfato de sodio + NaOH 0,7 N ajustada a un pH = 12,0 - 12,5. El esquema de fraccionamiento utilizado se muestra en la Figura 1 (14).

Además de la adición del electrolito, la solución se somete a centrifugación a temperatura ambiente, a una velocidad no menor de 5 000 rpm por espacio de, aproximadamente, 20 - 30 minutos.

El precipitado de ácidos húmicos se redisuelve en 100 mL de NaOH 0,1 N y en la solución obtenida se determina el porcentaje de carbono por el método anteriormente descrito. Los ácidos fúlvicos se analizaron directamente en la solución obtenida.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al determinar la cantidad total anual de hojarasca que aporta el bosque de latifolias se pudo comprobar que el mismo reintegra al suelo 0,783 kg/árbol/año, mientras que las coníferas aportan 0,433 kg/árbol/año (como promedio).

Debido a que, como es conocido, la composición química de las hojas de las frondosas y las acículas del pino difieren notablemente, se determinó en los suelos correspondientes a los respectivos sitios el contenido de humedad y carbono orgánico total, así como la composición fraccionaria del humus por los métodos descritos anteriormente. En este sentido es bueno aclarar que el pirofosfato de sodio se eligió como agente extraente fundamental, debido a que los suelos de esta región se clasifican, como Ferralíticos Cuarcíticos Amarillo Rojizos (11), en los cuales existen cantidades considerables de compuestos de hierro y aluminio y el pirofosfato es el extraente indicado en estos casos debido a su alta capacidad dispersante.

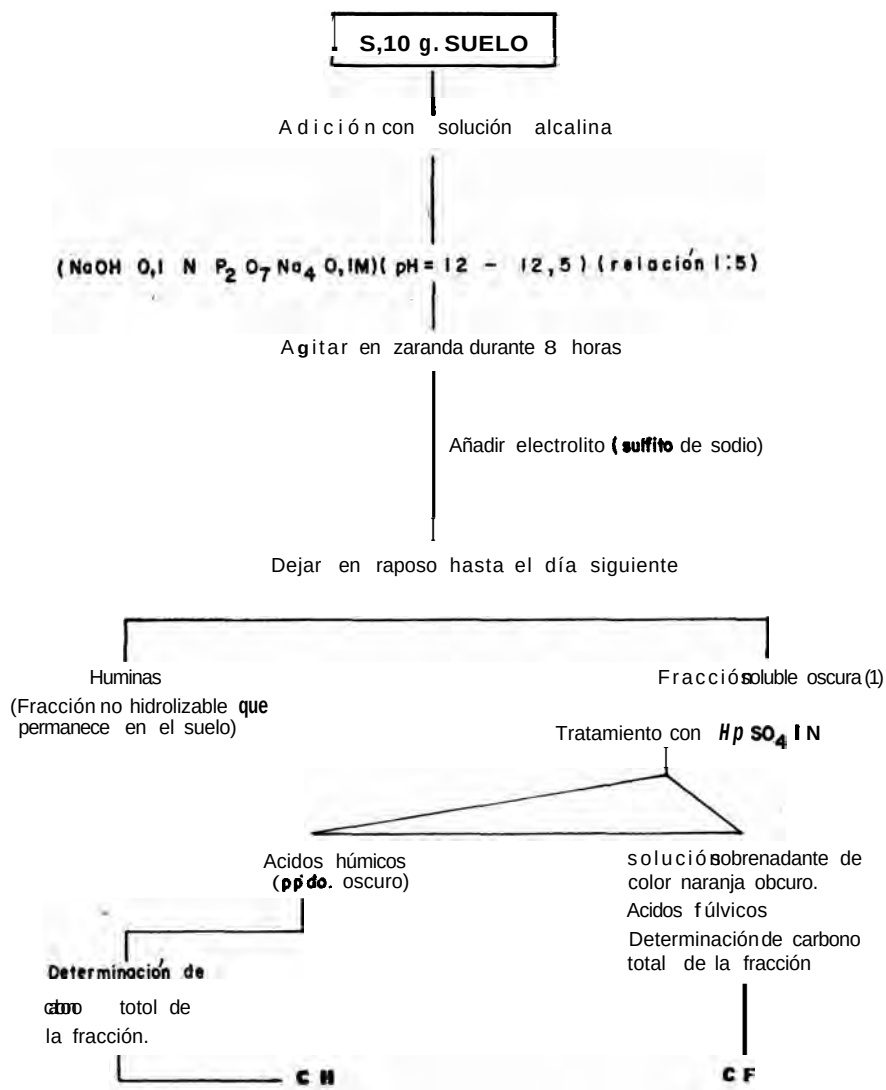


FIGURA 1 Esquema de fraccionamiento de la materia orgánica

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos al determinar la humedad en las muestras de suelo de los diferentes sitios, así como su contenido de carbono y materia orgánica.

TABLA 1. Contenido de humedad y materia orgánica en los diferentes sitios.

Sitio	Descripción	% de humedad	% de C	% de MO
T	Testigo	13,26	1,073	1,851
L	Latifolia	23,78	3,764	6,491
C	Conífera	16,53	1,878	3,239

Como se observa de los datos informados en la Tabla, tanto la humedad como el contenido de carbono y materia orgánica, son mayores en el suelo sobre el que se sustenta el bosque de latifolias.

Esto se corresponde con los datos de la hojarasca, los cuales indican que el mayor peso de masa vegetal es devuelto al suelo por el bosque de hojasas.

Este proceso va creando una capa orgánica que cubre el suelo y que ayuda a disminuir los procesos de evaporación y a aumentar la acumulación de compuestos orgánicos en el misma. En ambas Breas cubiertas por bosques tiene lugar un proceso similar. Sin embargo, este proceso ocurre en mayor cuantía en el sitio ocupado por el manto de latifolias. De esta forma tanto la acumulación de agua como de materia orgánica queda en el siguiente orden:

$$L > C > T$$

donde:

L = sitio cubierto por latifolias

C = sitio cubierto por coníferas

T = área testigo cubierta con hierba.

Con el objetivo de evaluar si existe una transformación anual de la hojarasca en humus y en qué cuantía se produce ésta, se

evaluó el contenido de humus total, de carbono húmico (correspondiente a la fracción húmica de mayor peso molecular) y de carbono fúlvico (correspondiente a la fracción húmica de menor peso molecular) durante dos años consecutivos en lugares ya señalados. Se determinó, además, el contenido de huminas, o sea, la fracción orgánica no hidrolizable que permanece en el suelo.

TABLA 2. Contenido y composición de la materia orgánica.

Sitio	Descripción	% C _{TS}	A ñ o 1983					Relación H/F
			% de M O	% de C extraído	% de C húmico	% de C fúlvico	% de huminas	
1	Testigo	1,25	2,16	38,74	0,18	0,29	0,767	0,60
2	Coníferas	2,09	3,61	41,75	0,33	0,59	1,22	0,61
3	Latifolias	2,59	4,37	48,59	0,58	0,44	1,38	1,32

A ñ o 1984								
1	Testigo	1,07	1,85	44,73	0,18	0,29	0,59	0,62
2	Coníferas	1,88	3,24	49,41	0,32	0,56	0,95	0,59
3	Latifolias	3,76	6,49	44,55	0,97	0,58	2,09	1,67

Los datos recopilados en la Tabla indican que el contenido de materia orgánica (humus) es mayor en el suelo correspondiente al bosque de latifolias.

El porcentaje de carbono extraído por el pirofosfato basificado oscila, **aproximadamente alrededor** de 38-45 %, lo que demuestra una eficiencia de extracción satisfactoria, si se tiene en cuenta que en los suelos forestales, a consecuencia de la presencia permanente de material vegetal no descompuesto, el contenido de sustancias altamente polimerizadas en fases de descomposición poco avanzada (huminas) es, por lo general, alto.

Analizando comparativamente los datos obtenidos, se observa que el contenido total de humus varía considerablemente en los suelos que sustentan bosques, en comparación con el testigo. Además, se comprobó que la cantidad de humus en el bosque de coníferas es mayor que en el testigo, pero menor que en el bosque de latifolias. Así mismo, es posible comprobar que el contenido de ácidos húmicos y huminas es mayor en el bosque de latifolias, lo que se corresponde con los valores obtenidos para la relación H/F.

Esta relación es mayor en el suelo que sustenta. latifolias, mientras que en el suelo que sustenta el bosque de coníferas alcanza un valor cercano al testigo, lo que evidencia una tendencia en los primeros a formar mayores cantidades de la fracción húmica de mayor peso molecular. Estos resultados coinciden con los informados por diferentes autores (16, 17, 18). La relación H/F es un índice del suelo que presenta gran importancia genética.

Es conocido que esta relación alcanza valores menores que 1 en suelos Ferralíticos (19) y que se encuentra influida por los valores de pH del suelo.

En la Tabla 3 se muestran los valores de pH encontrados para estos suelos.

TABLA 3. Acidez de los suelos estudiados.

Muestras	Descripción	Acidez = pH (H ₂ O)	
		83	84
1	Testigo	5,05	5,00
2	Conífera	4,80	4,90
3	Latifolia	5,80	5,70

Los datos de la Tabla demuestran que el pH es mayor en el suelo que sustenta la vegetación del bosque de latifolias, mientras que los valores para el área de coníferas y testigo se encuentran muy próximos. Una mayor acidez favorece la formación de los ácidos fúlvicos, los cuales son más solubles y estables en este medio (1, 2). Los valores de la relación H/F encontrados concuerdan con los índices de acidez de los suelos.

En este sentido es necesario destacar un hecho interesante. según la clasificación genética convencional de los suelos Cuba, el suelo del área estudiada es un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo (19), no obstante, hemos encontrado valores de la relación CH/CF $\approx$ 1 en el caso del bosque de latifolias.

Este hecho indica que la clasificación general genética de los suelos agrícolas no se adapta del todo a las particularidades que

pueden presentar los suelos forestales (15). En éstos, el proceso de humificación es muy específico y depende, en gran medida, de la cantidad y de las características de la hojarasca devuelta al suelo por el bosque. Este ciclo de evolución de la biomasa incide directamente sobre el proceso de formación del suelo, especialmente, en lo que se refiere al horizonte húmico. En efecto, en estos suelos Ferralíticos forestales aparece un horizonte húmico A_0 bien definido, sobre todo en el área de especies latifolias que no se informa, en general, por los suelos Ferralíticos agrícolas.

En relación con este fenómeno, consideramos que estos suelos forestales poseen peculiaridades dignas de destacar por la importancia que presentan para definir propiedades determinantes del suelo tales como estructura, permeabilidad, retención de humedad y de coloides inorgánicos, capacidad para infiltrar el agua proveniente de la lluvia, etc. Todos estos factores se encuentran directamente relacionados con los fenómenos de erosión superficial e interna y demuestran que el bosque es capaz de producir un mejoramiento de los suelos, no sólo por la protección natural del mismo que tiene lugar al ser cubierto este por la hojarasca, sino también porque se originan sustancias organominerales de carácter coloidal que ayudan a aumentar su resistencia ante los fenómenos de escurrimiento superficial. En este sentido es recomendable realizar investigaciones encaminadas a dilucidar con mayor amplitud este aspecto, lo cual sería de gran utilidad para la selección de especies forestales que se utilizan con fines de plantación de suelos, cuencas, embalses, etc.

CONCLUSIONES

1. Se demostró que el método convencional de extracción y fraccionamiento de la materia orgánica es adecuado para evaluar las características de éste en suelos forestales con diferente vegetación.
2. La vegetación latifoliada produce una mayor retención de humedad en los suelos y conlleva a la formación de mayores cantidades de humus.
3. Se demostró que la relación H/F es >1 en suelos que sustentan latifolias mientras que en bosques de coníferas la misma se mantiene en valores menores que 1.

4. La mayor acumulación relativa de humatos y ácidos húmicos en los suelos forestales en áreas de latifolias produce notables peculiaridades genéticas en los mismos. Un fenómeno similar tiene lugar en los suelos cubiertos con coníferas, pero en una cuantía menor.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios detallados que permitan relacionar la cantidad y características de la hojarasca aportada por diferentes especies forestales con las propiedades físico-químicas y físico-mecánicas de los suelos, lo cual permitirá pronosticar la potencialidad erosiva de los mismos y la posible disminución de ésta mediante la adecuada protección del suelo con especies forestales convenientemente seleccionadas de acuerdo con el tipo de suelo, topografía, precipitaciones, etc.

ABSTRACT

SOME CHARACTERISTICS OF ORGANIC MATTER IN FOREST SOILS IN SAN DIEGO RIVER BASIN

The present work deals on research made to analyse particularities of organic matter from forest soils with different forest covers. The results show that soils with hardwood covers have higher amounts of litter and that humification processes are involved leading to a higher humic acid accumulation which issues into a higher CH/CF ratio. Soils under forest vegetation suffer genetical disturbances due to slow degradation and superficial accumulation of high volumes of green matter,

BIBLIOGRAFIA

1. KONONOVA, MM. Soil organic matter. Its nature, its role in soil formation and fertility. N. Y., Ed. Perg. Press, 56 p 1961.

2. SCHNLTZER, M. and U. KAHAN. Humic substances in the environment. N. Y., Ed. Marcel Dekker, Inc. **1972, 97 p.**
3. ~~IAEA/FAO~~ SYMPOSIUM ON SOIL ORGANIC MATTER SPUDY. Braunschweig, **6-10** September-, **1976**. Viena, Ed. IAEA. **1977. 126 p.**
4. LUTZ, H. J. and R. F. CHANDLER. Forest soils. London, Ed. John, Wiley and Sons Inc. **1966. Chapt. 14.**
5. ALWEY, F. J. and Z. RAPHAEL. Quantity and nutrient contents of pine leaf litter. J. Forestry **28: 715, 1930.**
6. SARMEAN, J. Humus quantity and quality in Spruce stand. Lesnicvi **10:806, 1982.**
7. AUSSENAC, G., M. BONNEAU y F. Le TOCON. Restitucibn de los elementos minerales al suelo por intermedio de la capa de hojarasca y de las pecipitaciones en cuatro rodales del Este de Francia. Am. D écologie Plantarum **1: 21, 1970.**
8. FASSBENDER, H. W. Ciclo de elementos nutritivos en ecosistemas forestales tropicales y su transformación con la agricultura rotativa. Ed. Instituto de Suelos y Nutrición Forestal. Univ. Gbtigen. RFA, **1971.**
9. GEIGEL, F. B. Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. Baracoa **7 (3-4): 15-28, 1977.**
10. MOLINA, R., V. MELCHANOV y T. PLASENCIA. Resultados preliminares del escurrimiento superficial y el balance hídrico en las subcuencas de la Estación Hidrolbgica Forestal "Amistad" S. Diego, Pinar del Río. BTF **2: 1-12, 1983.**
11. RENDA, A., A. UNDA y J. HOUSSIN. Los suelos de la cuenca del Rfo San Diego. La Habana, CICF, **1974.**
12. DEWIS, J y F. FREITAS. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Bol. de Suelos. **10: 1** Roma, FAO, **1970.**
13. ARIUSHKINA, E.B. Manual de análisis de suelos y agroquímica Moscú, Ed. Univ. Est. **P. 169. 1970.**
14. ORLOV. D.S., L.A. GRISHINA y N.L. EROSHICHEVA. Manual de prácticas sobre la bioquímica del humus. Moscú, Ed. Univ. Est. **1969. p 16;**

15. ZONN, **S.V.** Principios de la clasificación de los suelos forestales y métodos para su estudio. Pochvovedenie 2: 163, 1963.
16. REINTAM, L. y T. K. TSUPPING. Acerca de la composición del humus en suelos de bosques de latifolias del Lejano Oriente. Suelo y bosque. Krasnoyarsk, Inst. Forestal V. N. Sukachov, 1968. 225 p.
17. SOPOSHNIKOB, A. P. Sobre la capacidad reductora de la hojarasca en bosques de coníferas y latifolias. Suelo y bosque. Krasnoyarsk, Inst. Forestal V. N. Sukachov, 1968. p. **175**.
18. WILL, G. M. Some aspects of organic matter formation and decomposition in Pumice soils growing Pinus radiata. 9th. Int. Cong. Soil Sci. Trans. **3** (24): 237, 1968.
19. ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA, INSTITUTO DE SUELOS. Clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, ISAC, 1979.