

LA MATERIA ORGANICA DE LOS SUELOS COMPOSICION ACIDICA DE "LIPIDOS" EN SUELOS DE BOSQUE

Michele Panno, Eugenio Bazan y Clara Petronici

Istituto di Chimica Agraria della Facoltà di Agraria, Università di Palermo
Viale delle Scienze, 90128 Palermo, Italia

RESUMEN

El presente trabajo se refiere a la composición ácida (cuali y cuantitativa) de la fracción "lípidos" en algunos suelos de bosque (de vegetación forestal mixta) de la región de Palermo (Italia).

Se describen las técnicas empleadas en la extracción y recuperación de "lípidos" y en la determinación en cromatografía de fase gaseosa de los ácidos grasos en ellos presente.

El contenido en "lípidos" varían desde 0.02 a 0.07% constituyendo sólo una pequeña fracción de la materia orgánica (0.66 - 4.13%).

Los ácidos grasos más representativos son el hexadecanoico y octodecanoico. La suma de ambos representa del 36.2 al 51.9% del total de ácidos grasos.

La relación ácidos saturados/ácidos insaturados aumenta visiblemente con el aumento del pH (0.30 a 1.55), permaneciendo casi constante en la zona de pH comprendida entre 6.3 y 6.6.

Palabras clave: lípidos del suelo, suelos de bosque, ácidos grasos, pH del suelo.

SOIL ORGANIC MATTER: ACIDIC COMPOSITION OF "LIPIDS" IN SOILS DRAWN IN WOODLAND ZONES

SUMMARY

The Authors report here on "lipids" content of soils samples drawn in woodland zones and on acidic composition of these.

The technique adopted for "lipids" extraction, separation and fatty acids determination, by means gas-chromatographic analysis, are related.

"Lipid" content of soil organic matter vary between 0.66 and 4.13%.

In the mixture of the fatty acids, the hexadecanoic and octodecanoic acids prevail. The total amount of these vary between 36.2 and 51.9%.

A pH relationship appear to hold for the unsaturated acids/saturate acids ratio.

Key words: soil lipids, woodland soils, fatty acids, soil pH.

LA SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI COMPOSIZIONE ACIDICA DEI "LIPIDI" NEI TERRENI DI BOSCO

RIASSUNTO

Nella presente nota si riferisce sul contenuto di "lipidi" di alcuni terreni boschivi del palermitano con vegetazione forestale mista e sulla composizione acidica di tale frazione.

Vengono descritte le tecniche impiegate per l'estrazione e il recupero dei "lipidi" e per la determinazione gas-cromatografica degli acidi grassi in essi presenti.

I contenuti in "lipidi" variano dallo 0,02 allo 0,07% e costituiscono soltanto una piccola frazione della sostanza organica (0,66-4,13%).

Gli acidi grassi più rappresentati sono l'acido esadecanoico e l'acido octodecanoico. La loro somma rappresenta dal 36,2 al 51,9% del totale degli acidi grassi.

Il rapporto acidi insaturi/acidi saturi aumenta visibilmente con l'aumentare del pH (0,30 → 1,55) e rimane pressoché costante nella zona di pH compreso fra 6,3 e 6,6.

Parole chiave: lipidi dei terreni, terreni di bosco, acidi grassi, pH del suolo.

INTRODUCCION

Debido a dificultades encontradas para su estudio, los "lípidos", fracción orgánica de naturaleza "no húmica", son en la actualidad uno de los aspectos menos conocidos en este campo de la investigación (Jambu *et al.*, 1978; Andreiev *et al.*, 1980; Fridland, 1982; Stevenson, 1982; Bailly, 1985).

Bajo la denominación de "lípidos" del suelo se hallan comprendidos numerosos compuestos, diferentes por su estructura física y propiedades físico-químicas, desde los más simples como los ácidos grasos hasta los más complejos como los esteroides, los terpenos, las grasas, los fosfolípidos, las ceras, las resinas, los hidrocarburos parafínicos, las vitaminas, la clorofila, etc.; unidos por el hecho común de ser solubles en solventes orgánicos o en sus mezclas.

Consecuentemente a la complejidad y heterogeneidad de los "lípidos", son notables las dificultades para normalizar un método analítico que permita aislar los componentes de manera que el aislamiento de algunos no provoque grandes alteraciones en los otros.

Los constituyentes más representativos de la fracción "lipídica" de los suelos son las "grasas", las ceras y las resinas, con contenidos que varían, en suelos biológicamente activos, desde el 1.2 al 6.3% de la materia orgánica.

Los "lípidos" del suelo se originan a partir de residuos vegetales y microbianos, en los productos de su descomposición y en los exudados radicales, mientras que su variación cuali y cuantitativa dependen del tipo de vegetación y/o del pH (Jambu *et al.*, 1985).

No está todavía claro si la acumulación de "lípidos" en suelos ácidos es debida a la retardada actividad de los microorganismos en descomponer completamente los lípidos presentes en los residuos vegetales y/o en la elevada cantidad de "lípidos" sintetizada por los propios microorganismos.

Las células bacterianas contienen del 5 al 10% de lípidos, en tanto que los hongos, que contienen del 10 al 25%, constituyen el tipo de microorganismos predominantes en suelos muy ácidos.

El interés de los "lípidos" del suelo responde al hecho que algunos compuestos son fisiológicamente activos, con efectos negativos en el crecimiento de las plantas (alelopatías) (Patrick, 1971; Whittaker *et al.*, 1971); otros tienen la facultad de alterar algunas propiedades físicas del suelo como la estabilidad de los agregados y el grado de humedecimiento (hidrorrepe-

lencia) (De Bano, 1981; Giovannini *et al.*, 1983; Guidi *et al.*, 1983; Silva *et al.*, 1985); otros el hecho que la orientación de los "lípidos" sobre las partículas del suelo tiene un profundo efecto sobre la descomposición de la materia orgánica y en consecuencia en la liberación de los nutrientes necesarios en el desarrollo vegetal.

Interesados desde hace tiempo en el estudio de la materia orgánica del suelo (Patronici, 1963; Patronici, 1967; Patronici *et al.*, 1978; Panno *et al.*, 1986) y continuando en tal sentido la investigación, se ha deseado aportar una contribución al conocimiento de la fracción "lipídica" en ella contenida.

El presente trabajo considera el contenido en "lípidos" de algunos suelos en diversas áreas de una zona boscosa mixta de la región de Palermo (Italia).

MATERIALES Y METODOS

Han sido objeto de estudio los suelos del bosque de la Ficuzza (Palermo) con vegetación forestal mixta, constituida de pino (*Pinus pinea* y *P. halepensis*), ciprés (*Cupressus sempervirens*), fresno *Fraxinus ornus*, roble (*Quercus pubescens* y *Q. cerris*), encina (*Quercus ilex*) y alcornoque (*Quercus suber*).

El muestreo se realizó en el estrato superficial de 40 cm de profundidad. Las muestras secadas al aire fueron preparadas para los análisis según las normas habituales, presentando en la tabla 1 sus características físicas y químicas.

Para la extracción de la fracción lipídica se ha seguido la metodología descrita por Wang *et al.* (1969) según la cual las muestras, previo tratamiento con HCl-HF, continúan tratándose sucesivamente con dos sistemas de solventes: cloroformo-metanol (2 + 1) y solución metanólica de hidróxido de sodio a pH 11.

Los "lípidos" en bruto fueron recuperados de los extractos mediante tratamiento con exceso y posteriormente saponificados con potasa alcohólica 0.5 N.

Los ácidos grasos puros han sido metilados en ampolla con metanol y cloruro de cinc y posteriormente analizados por cromatografía en fase gaseosa.

Se ha utilizado el "Fractovap 4200" con doble revelador de ionización de llama, equipado con dos columnas de 2 m de longitud y 2 mm de diámetro, llenadas con DEGS al 15% sobre Chromosorb W 80-100 mesh. Como gas de transporte se ha empleado helio con un flujo de 4.2 litros/hora, fijando la temperatura de la cámara termostática y del revelador en 200 y 250°C respectivamente.

TABLA 1. Características físicas y químicas del suelo

TABLA 1. Características físicas y químicas del suelo										
Número de muestra	Suelo	Tipo de vegetación	pH	Arena	Limo	Arcilla	Calcareo	Materia orgánica	Lípidos	Lípidos % Mat. Org.
				%			%			
1	Ultic palexeralfs	Pino	6,1	81,48	9,40	9,12	—	1,21	0,05	4,13
2	Ultic haploxeralfs	Pino, fresno	6,3	75,00	11,10	13,90	—	4,48	0,07	1,56
3	Typic haploxeralfs	Pino, ciprés, fresno	8,4	35,44	20,88	43,68	27,68	4,00	0,03	0,75
4	Lithic xerorthents	Pino, ciprés, fresno	8,5	50,68	17,88	31,44	50,06	3,02	0,02	0,66
5	Vertic ultic palexeralfs	Fresno, roble	6,6	33,85	24,05	42,10	—	3,32	0,03	0,90
6	Mollic haploxeralfs	Fresno, roble	7,7	48,00	16,44	35,56	—	4,18	0,03	0,72
7	Ultic palexeralfs	Fresno, roble	6,5	73,12	15,04	11,84	—	3,04	0,03	0,99
8	Ultic palexeralfs	Robles	6,3	75,76	11,96	12,28	—	1,36	0,02	1,47
9	Ultic palexeralfs	Roble, encina, alcornoque	6,5	76,05	9,25	14,70	—	4,52	0,05	1,11

Los ácidos grasos han sido identificados según la longitud equivalente de la cadena (Miwa *et al*, 1960) y los porcentuales calculados por normalización de las áreas.

RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido de "lípidos" extraído de los suelos analizados oscilan entre 0.02 y 0.07% y constituyen solamente una pequeña fracción de la materia orgánica (0.66 - 4.13%).

Como se evidencia de los datos experimentales (Tabla 1) sus contenidos no están ligados al tenor de materia orgánica pero sí están claramente vinculados a su naturaleza y, más aún, el estadio de transformación en el cual se encuentran. En dicho estadio los componentes de la fracción "lipídica" pueden encontrarse en forma libre o unidos de manera más o menos estable a constituyentes orgánicos o minerales, y por esa razón, en formas más o menos estables.

Más significativos son los valores porcentuales de lípidos referidos a la materia orgánica. Al ser analizados tales valores en función del pH aparece de manera evidente una correlación inversa; esto es, a valores decrecientes de pH se corresponden valores crecientes de "lípidos".

Con respecto a la composición ácida de los "lípidos" (Tabla 2) se observa que los ácidos grasos mayormente representados, tanto por número como por cantidad, son aquellos de número par de átomos de carbono (80-95%) y que, en la casi totalidad de los suelos, los ácidos hexadecanoico y octodecanoico constituyen la fracción ácida de mayor relevancia, representando su suma del 36.2 al 51.8% del total de los ácidos grasos (Galoppini *et al*, 1969; Casalicchio *et al*, 1971; Perniola *et al*, 1974; Li, 1978; Perniola *et al*, 1981).

Los ácidos grasos de C20 a C24, representan del 11 al 24%, con excepción de las muestras 2, 6 y 8 en las cuales esos ácidos constituyen respectivamente el 48, 28 y 29%, por la preponderancia en la muestra 2 del ácido eicosanoico, eicosenoico y tetrasenoico (41%), en la muestra 6 los ácidos eicosenoico y tetrasenoico (21%) y en la muestra 8 los ácidos docosanoico y tetrasenoico (21%).

La composición ácida no resulta sensiblemente influenciada por el tipo de vegetación. Variaciones inducidas por el pH emergen de la relación ácidos insaturados/ácidos saturados, puesto que tal relación aumenta visiblemente al aumentar el pH (0.30 a 1.55) permaneciendo casi constante en la zona de pH comprendida entre 6.3 y 6.6.

REFERENCIAS

- Andreyev, L. V., Nemirovskaya, I. B., Nikitin, D. I., Tomashchuk, A. YU., Khmel'Nitskiy, R. A., 1980. Lipid composition of humus. Soviet soil Sci., 12: 406-412.
- Bailly, J. R., 1985. Quelques aspects de la biochimie du sol. Agrochimica, suppl. fs. 1: 65-91.
- Casalicchio, G., Ferri, G., 1971. Ricerche sulla costituzione della frazione lipidica del suolo. II Gli acidi grassi presenti nei terreni forestali litoranei e collinari. Agrochimica 15:301-312.
- De Bano, L. F., 1971. The effect of hydrophobic substances on water movement in soil during infiltration. Soil Sci. Soc. Proc., 35: 340-343.

TABLA 2. Composición ácida de los lípidos

Ácidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dodecanoico	3,18	0,49	0,71	0,54	—	0,66	0,60	0,53	—
Dodecenoico	—	—	—	—	0,48	—	—	0,28	—
Tridecanoico	1,79	0,32	—	0,63	—	0,59	2,72	—	0,43
Tridecenoico	11,52	0,62	0,71	—	0,81	1,58	—	1,58	0,80
Tetradecanoico	2,38	1,73	2,08	2,52	4,14	2,53	4,46	3,53	2,28
Tetradecenoico	1,11	0,79	1,04	0,67	—	2,60	4,08	2,14	—
Pentadecanoico	2,62	0,43	0,54	0,54	—	0,40	0,98	0,96	1,64
Pentadecenoico	34,95	2,30	3,49	1,44	7,36	2,91	5,23	4,73	3,73
Hexadecanoico	3,38	14,69	25,90	24,32	31,57	21,75	25,95	20,62	17,24
Heptadecanoico	—	3,44	16,30	21,46	1,67	4,87	8,36	6,24	8,22
Heptadecenoico	—	—	—	—	2,67	3,00	—	0,41	2,74
Octododecanoico	14,30	—	3,02	2,05	9,12	1,12	0,90	0,55	5,91
Octododecenoico	10,97	4,94	4,68	4,59	3,95	3,30	9,18	7,94	32,54
Octodecanoico	—	17,40	25,98	23,78	10,00	21,19	16,32	15,55	11,22
Octodecenoico	—	5,12	6,61	6,42	3,59	5,87	3,16	5,46	2,16
Eicosanoico	2,70	18,48	1,59	—	1,27	2,27	2,16	2,02	0,74
Eicosenoico	1,67	11,37	1,31	4,95	—	9,66	1,59	4,60	4,70
Docosanoico	5,94	5,07	2,57	2,94	3,03	2,34	6,52	13,36	1,54
Docosenoico	—	—	—	—	9,37	1,42	—	0,91	4,11
Tricosanoico	1,01	1,23	0,49	—	—	0,59	6,53	0,61	—
Tetrasanoico	2,48	11,58	2,98	3,15	10,97	11,35	1,22	7,98	—
Insaturados/saturados	0,30	0,69	1,41	1,55	0,74	1,05	0,66	0,73	0,69
pH	6,1	6,3	8,4	8,5	6,6	7,7	6,5	6,3	6,5

- Fridland, Ye. V., 1982. Some characteristics of soil lipids as a function of ecological conditions. *Soviet soil sci.*, 14: 80-88.
- Galoppini, C., Riffaldi, R., 1969. Composizione acidica dell'estratto etero del terreno. *Agrochimica*, 13:207-211.
- Giovannini, G., Lucchesi, S., Cervelli, S., 1983. Water-repellent substances and aggregate stability in hydrophobic soil. *Soil sci.*, 135:110-113.
- Guidi, G., Petruzzelli, G., Giacchetti, M., Levi-Minzi, R., 1983. Effect of three fraction extracted from anaerobic and anaerobic sewage sludge on the water stability and surface area of soil aggregates. *Soil sci.*, 136:158-163.
- Jambu, P., Fustec, E., Jacquesy, R., 1978. Les lipides des sols: nature, origine, évolution, propriétés du sol. *Science du sol*, 4: 1133-1142.
- Jambu, P., Moucaw, J., Fustec, E., Ambles, A., Jacquesy, R., 1985. Inter-relatione entre pH et al nature des composés lipidiques du sol: étude comparée d'une rendzine et d'un sol lessivé glossique. *Agrochimica*, 29: 186-198.
- Li, C. Y., 1978. Soil fatty acids under alder, conifer and mixed alder-conifer stands of coastal Oregon. *Soil sci.*, 125: 92-94.
- Miwa, T. K., Mikolajczak, K. L., Earle, F. R., Wolff, I. A., 1960. Gas chromatographic characterization of fatty acids. Identification constants for mono and dicarboxylic methyl esters. *Analytical Chemistry*, 32: 1739-1742.
- Panno, M., Bazan, E., Petronici, C., 1986. Studio degli ambienti idromorfi delle Madonie. Caratterizzazione della sostanza organica. *L'Agricoltura Italiana*, fs. 1, 2: 147-157.
- Patrick, Z. A., 1971. Phytotoxic substances associated with the composition in soil on plant residues. *Soil sci.*, 111: 13-18.
- Perniola, M., Ferri, D., Covertini, G., Vannella, S., 1981. Lipid content and related fatty acid composition in fallow and cultivated soil in southern Italy. *Plant and soil*, 59: 249-260.
- Perniola, M., Lanza, F., 1974. Indagine orientativa sugli acidi grassi nella frazione lipidica dell'humus. *Riv. Agronom.*, 7: 77-86.
- Petronici, C., 1963. Indagine sulla sostanza organica dei terreni forestali. Nota I. Frazionamento dei composti umici e tasso di umificazione. *Agrochimica*, 8:91-100.
- Petronici, C., 1967. Indagini sulla sostanza organica dei terreni di bosco. Nota II. Gli aminoacidi presenti negli acidi umici e fulvici. *Agrochimica*, 11:360-369.
- Petronici, C., Mazzola, P., Raimondo, F. M., 1978. Nota introduttiva allo studio degli ambienti idromorfi delle Madonie. *Il naturalista siciliano*, 2:11-24.
- Silva, S., Busconi, C., Fontana, P., 1985. Influenza dei lipidi, ossidi metallici liberi e complessi organo-metallici sulla stabilità strutturale dei suoli. *Agrochimica*, 29:227-237.
- Stevenson, F. J., 1982. *Soil lipids in Humus chemistry*. Ed. J. Wiley e Sons, New York.
- Wang, T. S. C., Liang, Y. C., Shen, W. C., 1969. Method of extraction and analysis of higher fatty acids and triglycerides in soils. *Soil sci.*, 107:181-187.
- Whittaker, R. H., Feeny, P. P., 1971. Allelochemicals: chemical interaction between species. *Science*, 171: 757-770.