

SISTEMES I PROCESSOS

Contingut de matèria orgànica al sòl segons els usos forestals a les Gavarres (Girona)

Lourdes Reina*, Montserrat Soler** & Maria Sala*

Rebut: 02.05.00
Acceptat: 19.10.01

Resum

El següent article és un estudi sobre el contingut de matèria orgànica als sòls del massís de les Gavarres tenint en compte dos aspectes, el primer segons sigui la litologia i segon el tipus d'ús del sòl. Per això s'ha dividit el massís entre els dos grans components litològics: granits i pissarres. A la vegada s'han estudiat els usos del sòl més representatius d'aquesta muntanya: la sureda estassada, la sureda abandonada, les plantacions de pins, les plantacions d'eucaliptus i un bosc mixt de pins i suros. Els resultats mostren que el contingut de matèria orgànica pel que fa a la litologia és molt més alt als sòls sobre pissarres. Quant als usos del sòl, el major contingut correspon a les suredes i el menor a les plantacions d'eucaliptus.

PARAULES CLAU: matèria orgànica, litologia, ús del sòl.

Abstract

Organic matter content in the soil according land uses in the Gavarres Massif (Girona)

The organic matter content of the soils of the Gavarres massif was studied. Two aspects are taken into account, lithology and land use. The area of the massif has been divided according to the two main lithological components: granites and slates. At the same time, the most representative types of land use have been studied: cork oak woodland under exploitation, abandoned cork oak woodland, pine plantations, eucalyptus plantations and mixed cork oak and pine woodland. The results show that the organic matter content is much higher in soils on slates. As far as land use is concerned, the highest content corresponds to the cork oak forest and the lowest to the eucalyptus plantations.

Key words: organic matter, lithology, land uses.

Resumen

Contenido de materia orgánica en el suelo según los usos forestales en la Gavarres (Girona)

El siguiente artículo es un estudio sobre el contenido de materia orgánica de los suelos del macizo de las Gavarres teniendo en cuenta dos aspectos, en primer lugar según sea la litología y segundo el tipo de uso del

** GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània). Departament. Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Universitat de Barcelona. Carrer Baldiri Reixac s/n, 08028 Barcelona. e-mail: reina@trivium.gh.ub.es.

** CSIC, Institut Ciències de la Terra «Jaume Almera». Barcelona

suelo. Para ello se ha dividido el macizo en los dos grandes componentes litológicos: granitos y pizarras. A la vez se han estudiado los usos del suelo más representativos de esta montaña: alcornocal aclarado, alcornocal con sotobosque, plantaciones de pinos, plantaciones de eucaliptos y un bosque mixto de pinos y alcornoques. Los resultados demuestran que el contenido de materia orgánica es más alto en los suelos sobre pizarras. En cuanto a los usos del suelo el mayor contenido corresponde al alcornocal y el de menor a las plantaciones de eucaliptos.

PALABRAS CLAVE: materia orgánica, litología, usos del suelo.

Introducció

Una gran part dels coneixements disponibles sobre els components orgànics del sòl s'han adquirit per l'estudi de sòls forestals (Wilde, 1958). En aquest àmbit, l'estudi de la matèria orgànica ha merescut una gran atenció ja des del segle XIX. Això ha estat així pel reconeixement de la importància de la matèria orgànica en el funcionament dels ecosistemes. Intervé de forma activa en la formació del sòl i en condicionar el comportament en relació amb el creixement de les plantes i microorganismes, en influir en el moviment i l'emmagatzament de l'aigua, intercanvi catiònic i constituir una font de nutrients (Porta *et al.*, 1994).

La finalitat d'aquest estudi és conèixer el contingut de matèria orgànica dels sòls forestals d'una muntanya mitjana mediterrània, el massís de les Gavarres, entenent que pot ser un exemple representatiu d'aquest medís. S'han tingut en compte dos aspectes: *a)* segons quina sigui la litologia, i *b)* segons quin sigui l'ús del sòl.

Pel que fa a la litologia, es tracta d'establir diferències entre els dos grans components del massís: granits i pissarres. Quant a l'ús del sòl, s'han estudiat els usos del sòl de les suredes, la formació més estesa del massís, en les seves dues variables: la sureda en explotació, i per tant amb el sotabosc estassat, i la sureda abandonada, i per tant amb un sotabosc molt

desenvolupat. I per altra banda s'han estudiat repoblacions forestals amb un desenvolupament molt puntual, com són les pinedes i els eucaliptus plantats. I, finalment, també s'ha estudiat un bosc mixt de suros i pins que actualment no està sotmès a cap explotació.

Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi està localitzada a les Gavarres, Girona (figura 1) a l'acabament septentrional de la Serralada Litoral. El massís té un relleu de formes més o menys suaus, típiques de massís paleozoic d'altura mitjana, però intricat sense grans superfícies d'aplanament. Els materials que constitueixen el massís de les Gavarres són gairebé tots de caràcter silici i d'edat paleozoica. A la meitat nord trobem sobretot pissarres, entre les quals poden aparèixer afloraments de quarsites. Les pissarres adquireixen gradualment un caràcter més metamòrfic a mesura que s'acosten al sector de granits, l'aurèola d'esquistos està situada a la part central.

Pel que fa al clima, les dades de temperatura de què es disposa són escasses; malgrat aquest inconvenient, s'ha pogut deduir una disminució de la temperatura des de la costa cap a l'interior, en direcció SE-NO, amb una diferència de dos graus en la temperatura mitjana anual (Sala, 1979). Quant a la distribució pluviomètrica, al massís de les Gavarres destaca un gradient longitudinal SE-NO, des del mar cap a l'interior que, en aquest cas, suposa un augment pluvial en allunyar-nos de la costa, fet és constant tant a la mitjana anual com a les estacionals. Entre Sant Feliu de Guíxols i Girona, la diferència pluviomètrica anual és bastant important: 192 mm a 30 km (572 mm a Sant Feliu per 764 mm a Girona). La vegetació és un reflex de les condicions i la dinàmica del medi natural, tant des del punt de vista climàtic com des del punt de vista

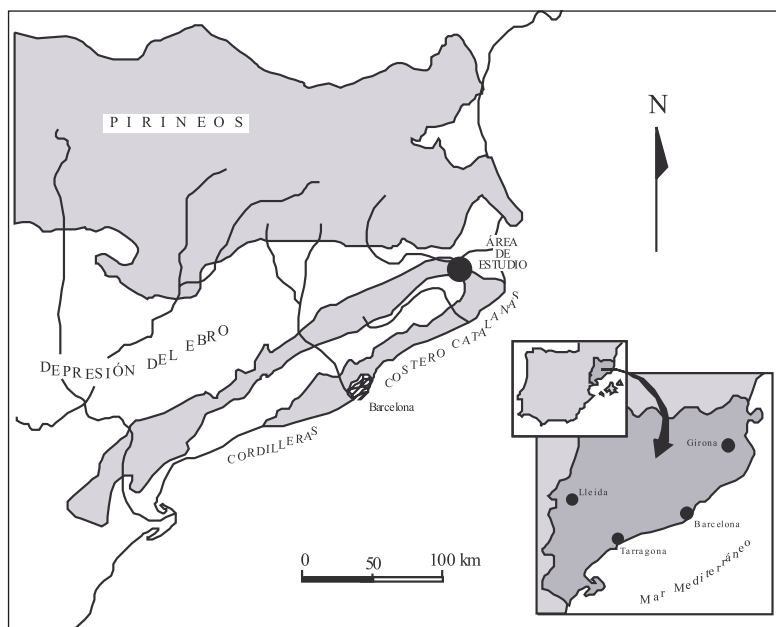


FIGURA 1. Localització de l'àrea d'estudi.
Location of the study area.

estructural, així com de l'explotació que l'home realitza d'aquest medi. La vegetació està gairebé constituïda per la sureda típica, exceptuant els marges dels cursos d'aigua i les parts més altes de les obagues i els interfluvis. (Sala & Batalla, 1997)

La pressió antròpica sobre les Gavarres ha estat històricament molt forta. Durant segles, l'home ha explotat aquesta regió segons les seves necessitats i coneixement en la gestió i evolució econòmica i social dels usos del sòl. L'explotació forestal de la sureda per a la indústria del suro va fer que es minimitzés l'explotació agroforestal a favor de la silvicultura (Sala, 1979). A l'estratègia d'explotació tradicional dels ecosistemes se superposa un progressiu canvi d'ús, «urbanitzant» aquests espais naturals amb plantacions de pins i d'eucaliptus.

Mètodes i tècniques

Mostreig

Per portar a terme aquest estudi s'ha dividit el massís de les Gavarres en dues grans àrees de mostreig segons la seva litologia: pissarres i granit. En cadascuna d'aquestes dues grans àrees s'ha establert quatre subàrees, dues en pissarres i dues en granit, i en cada una s'hi han s'ha determinat els cinc usos del sòl (figura 2).

Per tal de conèixer els usos del sòl que predominen actualment al massís s'ha fet un exhaustiu treball de camp i de gabinet mitjançant fotografies aèries i ortofotomapes. S'han establert cinc usos del sòl com a predominants: sureda amb sotabosc aclarat, sureda amb sotabosc, plantació de pins, plantació d'eucaliptus i bosc mixt de pins i suros.

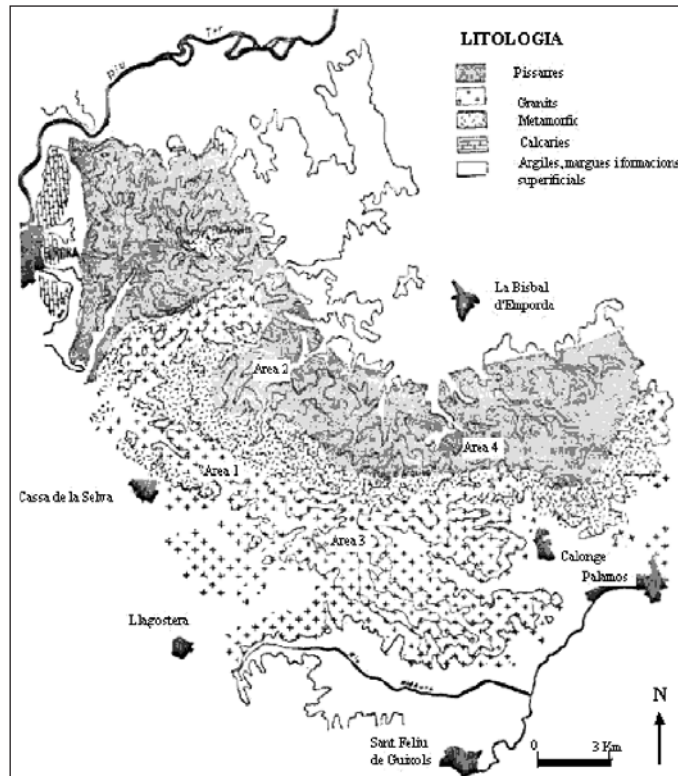


FIGURA 2. Mapa litològic del massís de les Gavarres i ubicació de les quatre gran àrees de mostreig. Lithological map of the Gavarres mountains and location of the four sampling areas.

En cadascuna de les quatre grans àrees de mostreig s'han localitzat els cinc usos del sòl establerts, i així s'obtenen vint parcel·les de mostreig.

Cada parcel·la de mostreig ha estat seleccionada per tal que fos representativa d'un tipus de sòl. El pendent mitjà és del 6,6 %. La metodologia del mostreig ha estat la mateixa en totes les parcel·les d'estudi: consisteix en una retícula de 35 m de llargada per 28 m d'amplada amb la finalitat d'obtenir la major representativitat de les dades, a fi de que permeti portar a terme un estudi estadístic per a comparar-les entre sí.

A cada una de les parcel·les hi ha deu punts de mostreig, tots ells orientats al nord. Entre cada punt hi ha una distància de 7 m i estan numerats de l'1 al 10.

Cada punt de mostreig està fixat amb una estaca de fusta on s'ha posat un número, la qual cosa permet mostrejar al mateix punt a escala temporal. Cada mostra s'agafa a un metre de l'estaca i la profunditat de la mostra de sòl és de 5 cm. Les dades amb les quals s'ha realitzat aquest treball van ser agafades a la tardor de 1998.

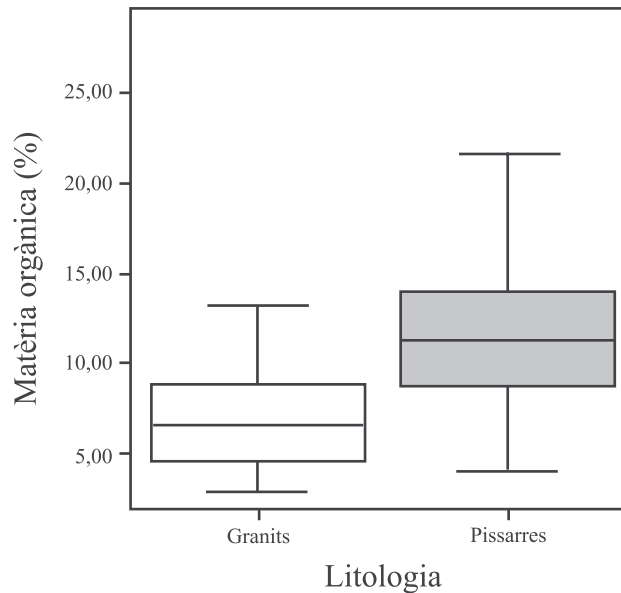


FIGURA 3. Diagrama de caixa: matèria orgànica segons la litologia.
Organic matter box plot according to the lithology.

Determinació de la matèria orgànica

Per a la determinació de la matèria orgànica s'ha utilitzat el mètode de calcinació segons Mitchell (citat a Jackson, 1982). S'han agafat dues-centes mostres de sòl (una per a cada punt de mostreig), tamisant-les a la fracció de diàmetre inferior a 2 mm, utilitzant el mètode de la calcinació amb una combustió a baixa temperatura, procediment d'oxidació de la matèria orgànica a una temperatura moderada. La discriminació entre la pèrdua causada per la matèria orgànica i la pèrdua de pes causada per l'eliminació de H_2O i els OH es basa en la selecció dels intervals de temperatura a que tenen lloc. El H_2O es desplaça a 110 °C, la matèria orgànica és oxidada per calefacció a temperatura de 400 °C durant vuit hores; i la matèria mineral resta inalterada a aquestes temperatures. La mostra de sòl utilitzada és de 5 g. La quantitat de matèria orgànica s'expressa com a percentatge de pes de sòl sec a l'estufa.

Anàlisi estadístic

El tractament estadístic dels resultats ha consistit en l'anàlisi descriptiva, com la mitjana i la desviació estàndard, mitjançant el programa estadístic SAS. L'anàlisi de la variància Anova i el *Multiple Range Test* s'han fet amb el programa Statgraphics 4.1. El programa SPSS 9.0 s'ha fet servir per a la realització dels diagrames de caixa.

Resultats

a) Diferències en relació al substrat litològic

Pel que fa al primer objectiu, és a dir, saber si el contingut de matèria orgànica en els cinc primers centímetres del sòl podia variar segons la litologia, s'han analitzat les cent mostres de l'àrea de granit i les cent mostres de l'àrea de pissarres i es pot afirmar que el contingut de

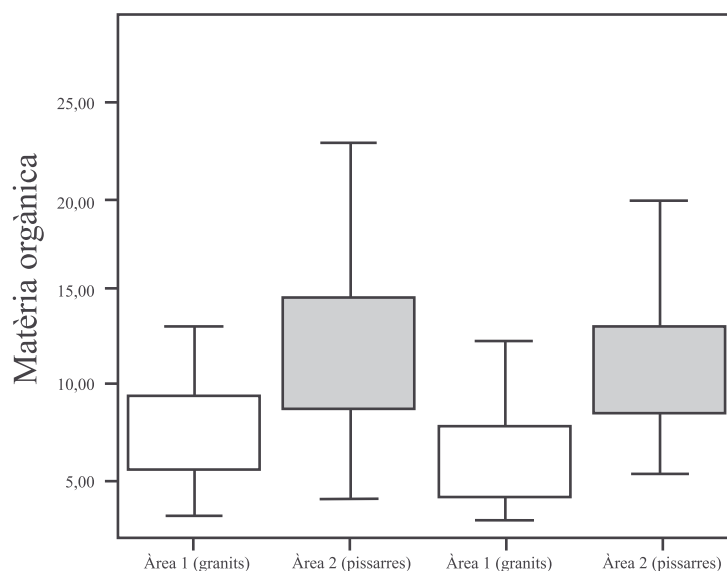


FIGURA 4. Diagrama de caixa del percentatge en matèria orgànica en les diferents àrees de mostreig en funció de la litologia.

Organic matter box plot according to the different sampling areas and lithologies.

matèria orgànica és superior en el sector de pissarres enfront del sector de granits (figura 3).

Per corroborar aquest resultat s'ha procedit a fer una anàlisi de la variància Anova on amb una fiabilitat del 99 % s'ha rebutjat la hipòtesi nul·la; és a dir hi ha diferències significatives estadísticament en contingut de matèria orgànica segons sigui la litologia de les mostres.

S'ha realitzat la mateixa anàlisi estadística individualment en cada una de les àrees de mostreig per veure si hi ha diferències entre elles. Les àrees 1 i 3 sobre granits, i les àrees 2 i 4 sobre pissarres. Observant el diagrama de caixes (figura 4), on estan agrupats els valors de matèria orgànica segons les àrees de mostreig, es comprova que els valors de les àrees 1 i 3 (granits) són menors en contingut de matèria orgànica que en les àrees 2 i 4 (pissarres). Realitzant l'anàlisi de la variància Anova d'aquestes àrees de mostreig obtenim que el

P-value del *F-test* és menor al 0,05. Això demostra que hi ha diferències significatives estadísticament entre les quatre variables amb un nivell de confiança del 95 %, per tant s'accepta H_1 (taula 2).

b) Diferències en relació amb els usos del sòl

Pel que fa al segon objectiu plantejat en aquest treball, és a dir establir el contingut de matèria orgànica en relació amb els usos del sòl, s'ha obtingut que la sureda amb sotabosc és l'ús del sòl que té més contingut de matèria orgànica amb un valor mitjà de 11,93 %. El bosc mixt i les suredes estassades són molt similars, amb diferències mínimes; la sureda estassada amb un 10,8 % mentre que el bosc mixt té un 10 %. Les plantacions de pins (8,3 %) i les plantacions d'eucaliptus (6,7 %) són els

TAULA 1. Estadística descriptiva i anàlisi de la variància Anova de la matèria orgànica segons la litologia.
Organic matter statistics and Anova variance analysis amongst lithologies

Variable	N	Mitjana	Desv. Est.	Anova	
				F	P value
Granits	100	7,18	3,17		
Pissarres	100	11,94	5,06		
Litologia: (Pissarres i Granit).	200			63,56	0,01

TAULA 2. Estadística bàsica de la matèria orgànica i anàlisi de la variància Anova segons les diferents àrees de mostreig en funció de la litologia.

Organic matter statistics and Anova variance analysis between different sampling areas and lithologies

Variable	N	Mitjana	Desv. Est.	Anova	
				F	P value
Àrea 1	50	7,94	3,09		
Àrea 2	50	12,35	5,60		
Àrea 3	50	6,42	3,08		
Àrea 4	50	11,53	4,46		
Àrees (Àrea 1, Àrea 2, Àrea 3 i Àrea 4).	200			22,805	0,05

usos del sòl que tenen menor contingut de matèria orgànica amb valors mitjans més baixos. Tant en les plantacions de pins com amb les d'eucaliptus els valors més baixos en contingut de matèria orgànica es donen en les àrees de mostreig sobre substrat granític.

Un cop observada una diferència molt clara entre el contingut de matèria orgànica en els diferents usos del sòl, s'ha passat a l'anàlisi de la variància Anova (taula 3).

El *P-value* pel *F-test* és menor a 0,05, i això demostra que hi ha diferències significatives estadísticament entre les 20 variables que corresponen als cinc usos del sòl de cada àrea de mostreig, amb un nivell de confiança del 95 %, per tant s'accepta H_1 . Per determinar quines

variables són significativament diferents s'ha realitzat l'anàlisi *Multiple Range Test*.

A la taula 4 hi ha relacionats els usos del sòl que tenen entre ells valors homogenis de contingut de matèria orgànica pel mètode estadístic *Multiple Range Test*, és a dir que no tenen diferències significatives estadísticament.

A la taula 4 es pot observar que hi ha una màxima homogeneïtat en contingut de matèria orgànica entre les plantacions d'eucaliptus i pins, encara que són els sòls més pobres. Entre el bosc mixt i la sureda estassada també hi ha homogeneïtat. En canvi la diferència més gran es troba entre els eucaliptus (6,67 %) i les suredes amb sotabosc (11,93 %).

SISTEMES I PROCESSOS

TAULA 3. Estadística descriptiva i anàlisi de la variància Anova de tots els usos del sòl en les quatre àrees de mostreig.

Land uses Statistics and Anova variance analysis.

Variables	N	Mitjana	Desv. Est.	Anova	
				F	P value
Àrea 1(Granit) Eucaliptus (Eu)	10	5,74	1,31		
Àrea 2 (Pissarres) Eucaliptus (Eu)	10	10,31	4,52		
Àrea 3 (Granit) Eucaliptus (Eu)	10	3,97	0,50		
Àrea 4 (Pissarres) Eucaliptus (Eu)	10	6,66	0,62		
Àrea 1(Granit) Plantació de Pins (Pp)	10	5,33	0,85		
Àrea 2 (Pissarres) Plantació de pins (Pp)	10	12,24	4,35		
Àrea 3 (Granit) Plantació de Pins (Pp)	10	4,15	0,66		
Àrea 4 (Pissarres) Plantació de pins (Pp)	10	11,54	3,73		
Àrea 1(Granit) Bosc mixt pins i suros (Px)	10	9,49	2,05		
Àrea 2 (Pissarres) Bosc mixt pins i suros (Px)	10	8,95	3,87		
Àrea 3 (Granit) Bosc mixt pins i suros (Px)	10	10,28	3,28		
Àrea 4 (Pissarres) Bosc mixt pins i suros (Px)	10	11,34	2,21		
Àrea 1(Granit) Sureda amb sotabosc (Qs)	10	11,08	3,68		
Àrea 2 (Pissarres) Sureda amb sotabosc (Qs)	10	13,43	5,62		
Àrea 3 (Granit) Sureda amb sotabosc (Qs)	10	7,57	2,34		
Àrea 4 (Pissarres) Sureda amb sotabosc (Qs)	10	15,65	3,21		
Àrea 1(Granit) Sureda estassada (Qe)	10	8,07	2,35		
Àrea 2 (Pissarres) Sureda estassada (Qe)	10	16,81	6,70		
Àrea 3 (Granit) Sureda estassada (Qe)	10	6,16	2,08		
Àrea 4 (Pissarres) Sureda estassada (Qe)	10	12,5	2,08		
Usos del sòl	200			0	0,05

Conclusions

El mètode utilitzat en aquest estudi per determinar el contingut de matèria orgànica ha estat el de calcinació, no obstant també són utilitzats altres mètodes com ara el de Walkley (1947), en el qual la determinació del carbó orgànic en sòls dona un 89 % del carbó, per comparació amb el mètode de combustió seca.

La pèrdua del contingut de matèria orgànica condueix a una pèrdua dels complexos argilo-húmics i els horitzons A adquireixen

una estructura més degradada, de manera que el sòl queda així en condicions de ser fàcilment erosionat per l'acció de l'aigua o del vent (Ortiz Silla, 1990).

Es pot afirmar que el tant per cent en contingut de matèria orgànica varia en funció de la seva litologia, essent més alta la mitjana del contingut de matèria orgànica en aquelles àrees mostrejades on la litologia són pissarres (11,9 %) enfront del sector de granits (7,1 %)

A la vegada també podem dir que l'ús del sòl influeix decisivament en el contingut de matèria orgànica del sòl: la vegetació autòcto-

TAULA 4. Anàlisi estadístic pel *Multiple Range Test* per les 20 variables dels usos del sòl.
Multiple Range Test analysis amongst land uses.

	A1 Eu	A1 Pp	A1 Px	A1 Qs	A1 Qe	A2 Eu	A2 Pp	A2 Px	A2 Qs	A2 Qe	A3 Eu	A3 Pp	A3 Px	A3 Qs	A3 Qe	A4 Eu	A4 Pp	A4 Px	A4 Qs	A4 Qe	
A1																					
Eu		x			x						x	x		x	x	x					
A1																					
Pp	x				x						x	x		x	x	x					
A1																					
Px				x	x	x	x	x					x	x		x	x	x			x
A1																					
Qs			x		x	x	x	x	x				x					x	x		x
A1																					
Qe	x	x	x	x		x		x					x	x	x	x					
A2																					
Eu			x	x	x		x	x					x	x				x	x		x
A2																					
Pp			x	x		x							x					x	x		x
A2																					
Px			x	x	x	x							x	x	x			x	x		
A2																					
Qs				x			x											x	x	x	x
A2																					
Qe																					x
A3																					
Eu	x	x										x			x	x					
A3																					
Pp	x	x									x				x	x					
A3																					
Px			x	x	x	x	x	x						x				x	x		x
A3																					
Qs	x	x	x		x	x		x					x		x	x					
A3																					
Qe	x	x			x			x			x	x		x		x					
A4																					
Eu	x	x	x		x			x			x	x		x							
A4																					
Pp			x	x		x	x	x	x				x						x		x
A4																					
Px			x	x		x	x	x	x				x					x			x
A4																					
Qs									x	x											
A4																					
Qe			x	x		x	x		x				x					x	x		

Llegenda: A1= Àrea 1; A2=Àrea 2; A3=Àrea 3 i A4=Àrea 4. Eu=Eucaliptus; Pp= Plantació de pins; Px= Bosc Mixta; Qs=Sureda amb sotabosc i Qe=Sureda estessada.
Nota: X=Homogeneïtat entre els isos del sòl.

na de sureda amb sotabosc és l'ús del sòl que té més contingut de matèria orgànica (11,93 %). Les plantacions d'eucaliptus (6,7 %) i les plantacions de pins (8,3 %) espècies forànies introduïdes a la dècada dels setanta, són els

usos del sòl que tenen el contingut de matèria orgànica més baix.

Edeso *et al.* (1994) també troben una disminució de la matèria orgànica en aquelles àrees forestals on s'han produït modificacions, les

atribueixen a la barreja entre horitzons superficials, rics en matèria orgànica, i subsuperficials, amb menor contingut en compostos orgànics.

Observem que al bosc mixt de totes les àrees de mostreig els valors en contingut de matèria orgànica són bastant homogenis amb un mínim del 8,9 % fins a un màxim de l' 11,3%.

Cal destacar que en l'àrea 4 (situada a Fitor) sobre pissarres, situada al sud de la Bisbal d'Empordà, el contingut de matèria orgànica té uns valors molt similars en tots els usos del sòl, sent superiors a l' 11 %, exceptuant la plantació d'eucaliptus (6,7 %).

Agraïments

Aquest treball s'ha realitzat gràcies al projecte de la Unió Europea ERB1C18CT970147 MEDCHANGE. *Effects of land use management practices changes on land degradation under forest and grazing ecosystems*. També donar les gràcies a les alumnes Mercedes Blanco i Elisabet López per l'ajuda en la preparació de les mostres de sòl utilitzades en aquest treball en l'assignatura Projecte

d'Investigació en Geografia: Rius i Erosió Mediterrània, curs 1998-99, de la llicenciatura de Geografia. I, per últim, a l'Eduard per tot el seu suport.

Bibliografia

- EDESO, J. M; GONZÁLEZ, D; MERINO, A; MARRAURI, P & LARRIÓN, J. A., 1994. Primeros datos sobre las pérdidas de suelo en explotaciones forestales en la vertiente Cantábrica del País Vasco. In: *Efectos Geomorfológicos del abandono de Tierras*. (J. M. García Ruiz & T. Lasanta Ed). SEG, 2: 21-30.
- JACKSON, M. L., 1982. *Análisis Químico de los suelos*. Ediciones Omega. Barcelona, p. 308-309.
- ORTIZ SILLA K., 1990. Mecanismos y procesos de degradación del suelo. In: *Degradación y recuperación del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*. (Albadalejo, Stocking & Diaz Ed). CSIC. p. 47-68.
- PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M. & ROQUERO, C., 1994. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- SALA, M., 1979. *L'organització de l'espai natural a les Gavarres*. Editorial Rafael Dalmau. Barcelona. 148 p.
- SALA, M & BATALLA, R. J., 1997. *Guia pràctica de camp per l'assignatura de teoria i mètodes en Geografia Física*. Col·lecció Textos Docents. Universitat de Barcelona.
- WILDE, S. A., 1958. *Forest Soils: Their properties and relation to silviculture*. The Ronald Press Co. Nova York. 537 p.