

Sezione Speciale: Atti 5° Congresso SISEF: Foreste e Società - Cambiamenti, Conflitti, Sinergie
(a cura di: E. Lingua, R. Marzano, G. Minotta, R. Motta, A. Nosenzo, G. Bovio)

Studio preliminare della variabilità delle forme di humus studiate secondo due diversi approcci in relazione al tipo di vegetazione presente in stazioni campione di aree montane lombarde

Chersich S* ⁽¹⁻²⁾, Ivetic B ⁽³⁾, D'Alessio D ⁽³⁾

(1) Sezione Geopedologia - Gruppo di Ecologia del suolo, Centro di Ecologia Alpina - 38040 Viote del Monte Bondone (TN); (2) Università degli Studi di Milano-Bicocca, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, p.za della Scienza 1, Milano; (3) Ricerche ecologiche applicate, Monza. - *Corresponding author: Silvia Chersich (chersich@cealp.it).

Abstract: Preliminary investigations on the variation of humus forms using two different vegetation-related approaches in mountain sites of Lombardy (Italy). During the investigation for PACSI Project (First approximation of Italian Soil Map 1:250000 ERSAF- Agriculture and Forest Development Society of Lombardy Region) a study has been done to recognize the humus forms distribution in the mountain territory of Lombardy. The humus forms have been classified using two different approaches: the French one (Brethes et al. 1995, AFES-INRA 1998) and the Canadian one (Klinka et al. 1981, Green et al. 1993). In 8 representative soilscares 28 humus forms surveys were carried out to correlate humus to the type of vegetation. Has been developed general proposal on distribution and variability of humus forms in explored mountains and hills of the Lombardy areas in relation to environmental factors. This approach allowed us to single out, in a preliminary way, the characterization of humus forms on some sites of the mountain land of Lombardy. The humus forms shows more variability on the hilly sites (350-600 m a.s.l.), with no dominant form. The Mulls forms, Vermimull and Rhizomull (Green et al. 1993) are more present in open environments on mountain and premountain landscapes (grass/graze lands). The Rhizomull are also present in the subalpine belt (1200-1900 m a.s.l.) and on grassland in the mountain belt (1200-1900 m a.s.l.). Mormodors forms (Green et al. 1993) appear from 500 to 950 m a.s.l. (in the premountain belt). At high altitudes (mountain belt) in forest environments or where there was a forest onetime, the Mors while Humimors (Green et al. 1993) are predominant.

Keywords: Humus forms, Episolum, Vegetation, Lombardy.

Received: Jan 19, 2006 - Accepted: Nov 06, 2006.

Citation: Chersich S, Ivetic B, D'Alessio D, 2006. Studio preliminare della variabilità delle forme di humus studiate secondo due diversi approcci in relazione al tipo di vegetazione presente in stazioni campione di aree montane lombarde. Forest@ 3 (4): 562-568. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Introduzione

Queste indagini, promossa dall'ERSAF Lombardia, è una delle prime a livello regionale che si pone come obiettivo una valutazione delle forme di humus come strumento di indagine e conoscenza del territorio.

Nel corso dei rilevamenti dei suoli per la Carta 1:250000 nelle aree montane della Lombardia sono emersi problemi di descrizione, interpretazione e ge-

stione degli orizzonti organici di superficie.

Occorre inoltre ricordare che, fino ad ora, i due settori di analisi (*solum* ed *episolum*) hanno operato su strade contigue, ma parallele, senza molti punti in comune. Sostanzialmente, gli *episolum* sono stati non o poco considerati nella descrizione dei suoli e nella formazione delle tipologie pedologiche di una area.

D'altro canto gli orizzonti di superficie sono ritenuti importanti indicatori dello stato evolutivo del-

l'ambiente vegetale e sono fortemente correlati con i processi pedologici. Si noti anche, che nella descrizione dell'*episolum*, sono coinvolti non solo gli orizzonti organici veri e propri (orizzonti L, F e H), ma anche gli A, e a volte gli E.

Dunque, in particolare nelle aree dove sono attivi i processi di formazione degli *episolum*, nelle aree montane e collinari, soprattutto con boschi, è necessario procedere con un lavoro di integrazione delle metodologie di rilievo fino ad arrivare gradualmente ad una descrizione routinaria dei suoli più completa ed esaustiva. Anche le tipologie pedologiche che vengono riconosciute e formalizzate nei cataloghi regionali o locali dovrebbero essere definite da un insieme di caratteri comprensivo degli *episolum* organici.

La ricerca effettuata nell'ambito del progetto PACSI, in parte durante e in parte a valle del rilevamento ordinario, è un contributo nella direzione indicata e ha bisogno di essere proseguita, tenendo conto anche delle nuove conoscenze sulla distribuzione della vegetazione forestale in Lombardia. I suoi risultati dovrebbero essere gradualmente inseriti nella definizione dei tipi pedologici e vegetazionali della montagna lombarda, ed essere ulteriormente approfonditi e validati con ulteriori campagne di rilevamento per ottenere un campionamento statisticamente significativo.

Per ora si sono sviluppate considerazioni generali sulla distribuzione e variabilità delle forme di humus nelle aree esplorate della montagna e collina lombarde, in relazione al tipo di vegetazione presente nelle stazioni campione.

Materiali e metodi

La scelta delle stazioni di rilevamento si è basata sulla ricerca di situazioni ambientali diverse per caratteri generali, seguita dall'individuazione di stazioni caratteristiche, sia in bosco sia in ambienti di prato e pascolo.

Per la scelta preliminare degli ambienti si è fatto riferimento agli 8 pedopaesaggi più rappresentativi della montagna lombarda già definiti nel progetto PACSI 1:250000 e, in particolare, a Distretti e *Soilscaapes*. I pedopaesaggi indagati fanno riferimento ai Distretti di: Alto Verbano, Prealpi varesine, Orobie valtellinesi, Orobie bergamasche, Masino-Bregaglia, Basso Mella-Chiese, Prealpi valtellinesi e bergamasche.

Per ogni ambiente principale sono state indagate più situazioni identificando in loco, più stazioni di osservazione e campionamento.

Complessivamente sono stati realizzati 35 rilievi umologici, tra febbraio e settembre 2004. Tutti si collocano in vicinanza di profili pedologici PACSI già descritti e ad essi fanno riferimento per un quadro compiuto dei caratteri dei suoli classificati secondo il WRB (FAO/ISRIC/ISSS 1998). I rilievi si distribuiscono lungo quattro fasce altitudinali (Fig. 1): collinare, 350-600 m s.l.m., premontana, 600-1000 m s.l.m., montana, 1000- 1200 m s.l.m. e subalpina, 1200-1900 m s.l.m.

Gli *episolum* umiferi sono stati classificati secondo l'approccio canadese (Green et al. 1993) e francese (Jabiol et al. 1995). Entrambe le classificazioni si basano principalmente sulle caratteristiche morfologiche osservabili in campagna in quanto esse riflettono le differenze naturali e di sviluppo della forma di humus sia a livello fisico che chimico che biotico. Per entrambi gli approcci si distinguono tre principali forme di humus areate che si differenziano per il grado di decomposizione della sostanza organica. La forma meno biologicamente attiva, più acida con bassa rata di decomposizione corrisponde ai *Mors*. I *Mulls* sono la forma biologicamente più attiva con alte rate di decomposizione (rapida mineralizzazione e umificazione) nella quale risulta come la sostanza organica dell'orizzonte organico venga intimamente incorporata con quella dell'orizzonte sottostante minerale anche grazie all'intensa attività biologica (imputabile prevalentemente ai lombrichi e ai batteri) che favorisce la formazione di stabili complessi organo-minerali. La forma intermedia tra *Mors* e *Mulls* è quella dei *Moders*.

Gli humus sono stati osservati secondo i parametri descrittivi del Servizio del Suolo dell'ERSAF (Wolf

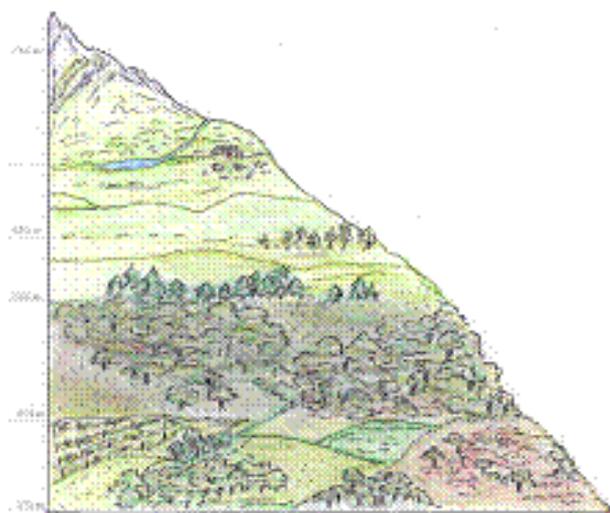
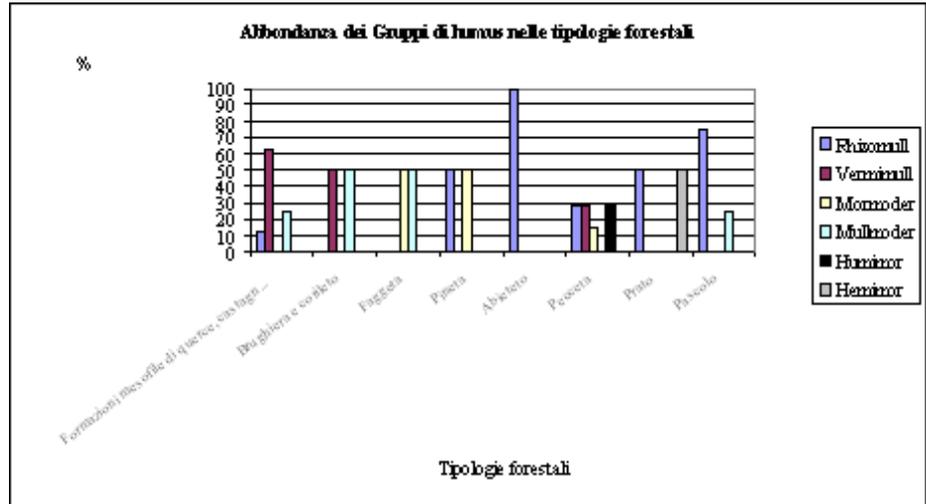


Fig. 1 - Fasce altitudinali e vegetazione.

Fig. 2 - Abbondanza dei gruppi di humus (Green et al. 1993) per tipologia forestale.



et al. 2000), la rapida individuazione di campo è costituita dall'osservazione di strutture di residui organici, colori e morfologie.

Secondo l'approccio canadese, che nel testo è stato utilizzato per denominare gli orizzonti principali, questi vengono segnalati con una lettera in stampatello maiuscolo; i sottorizonti sono segnati con un suffisso specificativo (lettera in stampatello minuscolo) che segue l'orizzonte principale.

Risultati

Il lavoro ha permesso di formulare delle osservazioni sulla distribuzione delle forme di humus in relazione al tipo di vegetazione che si osserva lungo le fasce altitudinali delle colline e montagne lombarde (Fig. 2).

Nelle fasce collinari (350-600 m) e premontane, a quote medie di 571 m, spesso a vocazione agricola o insediativa, la forma di humus predominante è quella Mulls (Fig. 3). Nella fascia collinare dove predomina il Vermimull (Green et al. 1993) è frequente il quercocarpinetto con formazioni mesofile di querce, castagno (*Castanea sativa*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*) talvolta, in zone più antropizzate, appare *Robinia pseudacacia*. Nello strato arbustivo sono spesso

presenti il nocciolo e il biancospino. In ambiente calcareo, nella parte bassa, vi sono *Daphne mezereum*, *Lonicera nigra*, *Elleborus nigra*, *Erythronium dens-canis*, *Vinca minor* e *Larix nigra*.

Salendo di quota lungo il versante *Quercus robur* (farnia) viene soppiantata dal *Q. petraea* (rovere) e si affianca al castagno. In tali ambienti le specie arboree dominanti crescono in un sottobosco con *Prunus avium* (ciliegio), *Fraxinus ornus* e *F. excelsior*, *Acer campestre*. La farnia, rispetto al rovere, sopporta bene sia le gelate (entrando in vegetazione tardivamente) che i ristagni idrici crescendo su suoli più ricchi con clima continentale; le due specie però frequentemente si ibridano dando luogo a specie ibride. I castagni, strettamente associati alla presenza antropica, presentano sul territorio condizioni fitosanitarie assai precarie (spesso a causa del "cancro del castagno") formano boschi di ex cedui abbandonati. Questa fascia, spesso fortemente antropizzata a causa della sua forte vocazione agricola (soprattutto vigneti) mostra una gran variabilità di specie vegetali e altrettanta gran variabilità delle forme di humus al mutare delle condizioni microclimatiche ed edafiche. Le forme di humus più frequenti sono i Vermimull e i Rhizomull (Green et al. 1993); i Mesomull e gli Oligomull



Fig. 3 - Abbondanza (%) dei gruppi di humus (Green et al. 1993) nelle fasce collinari e premontane.

(Jabiol et al. 1995).

Localmente, nella fascia collinare si rinvencono corileti e brughiere. I corileti, con prevalenza a *Corylus avellana*, appaiono localmente spesso in stadi transitori e, grazie alla bontà della lettiera, sono da considerarsi condizioni preparatorie a vegetazioni climax. La forma di humus più osservata è quella a *Vermimull* (Green et al. 1993; *Mesomull* classificato secondo Jabiol et al. 1995).

Sotto faggeta termofila igroclina, dove il processo di degradazione della lettiera viene rallentato, all'attività dei lombrichi si affianca quella degli enchitreidi e la forma di humus predominante è *Mullmoder* (Green et al. 1993; *Hemimoder* secondo Jabiol et al. 1995). In questi ambienti l'orizzonte F è presente con spessori maggiori, si è notato micelio bianco e abbondanti micorrize; l'orizzonte A presenta localmente escrementi di lombrico.

Elementi di disturbo antropico a livello di vegetazione (in corioleto o impianti artificiali di pino) su *Humic Leptosol* conducono a forme con duplice comportamento come i *Dysmull* (Jabiol et al. 1995; *Vermimull* secondo Green et al. 1993).

Nella fascia della faggeta silicicola, sotto il dominio pedogenetico della brunificazione si rinvencono *Mullmoder* (Green et al. 1993; *Dysmull* secondo Jabiol et al. 1995) con varianti più acide in corrispondenza di impianti artificiali di pecceta (*Mormoder* secondo Green et al. 1993; *Hemimoder* secondo Jabiol et al. 1995) o meno acide su prati (*Rhizomull* secondo Green et al. 1993; *Oligomull* secondo Jabiol et al. 1995).

Sotto pecceta premontana su *Skeleti-Epileptic Cambisol* (*Hyperdystric*) la forma di humus preponderante è *Mormoder* (Green et al. 1993; *Hemimoder* secondo Jabiol et al. 1995). Il processo di degradazione della lettiera viene ulteriormente rallentato e l'attività prevalente è quella della mesofauna (larve di ditteri, enchitreidi, artropodi). L'orizzonte di giustapposizione non è strutturalmente ben espresso e la tessitura è franca. L'incorporazione della sostanza organica lungo il profilo è prevalentemente influenzata dall'humus. La forma di humus preponderante è *Mormoder* (Green et al. 1993; *Hemimoder* secondo Jabiol et al. 1995).

Su pecceta mista, dove predominano *Picea abies* e *P. excelsa* con presenza di *Pinus sylvestris* e *Betula pendula* su *Dystric Cambisol*, la forma di humus preponderante è *Humimors* (Green et al. 1993; *Mor* secondo Jabiol et al. 1995). Per tali *epipedon* l'azione fungina è rilevante e contribuisce alla trasformazione della lettiera verso un humus acido.

Nella fascia montana (1000-1200 m s.l.m.) al limite con quella subalpina (1200-1900 m s.l.m.) si ritrovano la pecceta e, a quote maggiori, l'abeteto.

Nella fascia subalpina vi è predominanza di prati e pascolo (quest'ultimo spesso presenta segni di asportazione localizzata del manto erboso in seguito al passaggio di animali). La forma di humus più comune è quella a *Rhizomull* (Green et al. 1993; *Oligomull* secondo Jabiol et al. 1995). In questi ambienti l'orizzonte L è presente con uno spessore millimetrico trascurabile e l'orizzonte F localmente scompare essendo incorporato in un orizzonte organo-minerale A biostrutturato che si presenta ricco in frammenti organici e radici.

Per poter definire meglio delle considerazioni a carattere generale sulle forme di humus si è deciso di confrontare l'approccio canadese (Green et al. 1993) e francese (Jabiol et al. 1995) tenendo conto anche della prima proposta di classificazione delle forme di humus di Hartmann (1970) che è stata per lungo tempo la più conosciuta in ambito forestale. In tale modo si sono trovate corrispondenze tra i diversi approcci e individuati delle caratteristiche morfologiche generali degli *epipedon* osservati nel territorio.

I *Rhizomull* con profilo tipo: (L), (Fz), Ah corrispondono a diverse forme di humus per la classificazione francese (Jabiol et al. 1995): gli *Oligomull* e i *Mesomull* ma anche gli *Amphimull* e gli *Eumoder*. Da Hartmann (1970) venivano definiti come *Kalkreicher Mull* (*Kalkmull*) e *Salzreicher Mull* (*Salzmull*). I *Rhizomull* possiedono un sottile orizzonte L, talvolta discontinuo, quasi sempre in diretto contatto con un Ah derivante dalla decomposizione delle radici fini, principalmente erbacee che contribuiscono alla formazione di una struttura poliedrica subangolare o, meno frequentemente, granulare.

I *Vermimull* con profilo tipo: (L), (Fz), Ah corrispondono ai *Mesomull* e *Dysmull* della classificazione francese (Jabiol et al. 1995) e al *Mildermull* di Hartmann. Essi si presentano con orizzonti sottili discontinui L e F (il cui spessore complessivo è < di 2 cm) e ben espressi orizzonti Ahz zoogenici spessi più di 2 cm. Gli Ah presentano una struttura glomerulare dovuta all'attività di lombrichi, in particolare alla presenza di escrementi che sono anche strutture diagnostiche per l'attribuzione a questo Gruppo.

I *Mormoder* possiedono profilo tipo: L, Fa, (Fm), (Hh), (Ah); sono gli *Hemimoder* della classificazione francese e gli *Eumycetisher Moder* (*Pilzmoder*) di Hartmann. Essi presentano un orizzonte Fa con residui vegetali parzialmente decomposti disposti secondo una struttura non compatta in cui sono presenti i mi-

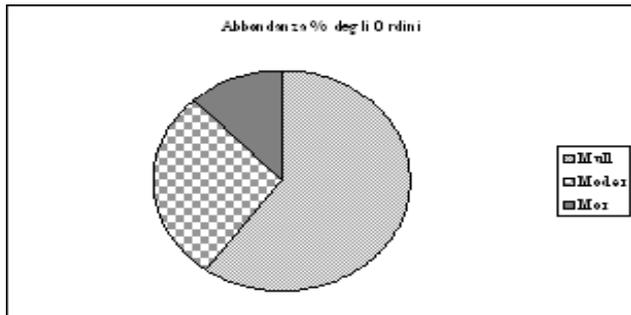


Fig. 4 - Abbondanza percentuale dei tre Ordini principali.

celi fungini isolati a gruppi assieme a escrementi di insetti. Al di sotto dell'orizzonte Fa, con spessori superiori, vi sono gli orizzonti H con struttura granulare da fine a media costituiti da una buona quantità di escrementi di insetti, grani minerali e radici fini.

I *Mullmoder* (*Dysmoder* e *Hemimoder* per i francesi; *Saurer Waldmull* per Hartmann) con profilo tipo: L, Fz, Hh o Hz, Ah sono un intergrado tra *Moders* e *Mulls*. Essi presentano un orizzonte organo-minerale Ah più spesso di 2 cm sottostante ad orizzonti Fz e H (i quali hanno uno spessore complessivo minore di Ah). Gli orizzonti H possono essere Hh o Hz con struttura granulare molto porosa dovuta a granuli minerali frammisti a escrementi di pedofauna.

Gli *Hemimor* (*Fibrimors* per i francesi; *Waldtrockentorf* per Hartmann) con profilo tipo: L, Fm, H, (Ah) possiedono un orizzonte Fm con spessore 2 volte superiore a quello di un eventuale orizzonte H o altro orizzonte F. L'orizzonte Fm è dovuto a materiali vegetali parzialmente decomposti con molti residui di radici fini e ife, la sua presenza implica basse rate di umificazione dei materiali organici.

Gli *Humimor* hanno medesima denominazione per i due approcci (denominato *Anaerobes Waldnasstorf* per Hartmann) con profilo tipo: L, Fm, Hh, (Ah). Essi possiedono un orizzonte Hh ricco di radici e ife con spessore 2 volte superiore a quello complessivo degli orizzonti Fm e H. Questa forma di humus è indicatrice di un ambiente climax che permette lo svilupparsi di un orizzonte Hh grazie all'accumulo di materiali umiferi e un'intensa rata di sintesi.

Discussione

Nei siti esaminati dell'ambiente lombardo le principali categorie di *episolum* umiferi sono attribuibili ai tre Ordini degli ambienti terrestri: *Mull*, *Moder* e *Mor* (Fig. 4). Considerando le percentuali di presenza delle forme di humus osservate, secondo l'approccio canadese (Green et al. 1993) si possono identificare

dei gruppi principali (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Tab. 1).

Il 60 % dei profili osservati sono *Mulls* e si rinven- gono maggiormente in ambienti aperti (prati, pascoli) in tutte le fasce, anche al margine o in radure di abieteti e peccete. Il 34 % appartiene ai *Rhizomull*. Il 26 % appartiene ai *Vermimull*, presenti nelle fasce collinari e premontane.

Nella fascia pedemontana e collinare, meno in quella subalpina, sono prevalenti i *Moders* con una percentuale di presenza pari al 28 % che si suddivi- dono in due Gruppi secondo parti uguali del 14 %: i *Mormoder* nelle fasce collinari e premontane; i *Mull- moder* nelle fasce collinari, subalpine e meno in quel- le premontane.

In zone più aride, in presenza di rovere, è anche se- gnalata la tipologia forestale di brughiera che mostra un'attitudine a forme *Moders*.

I *Mors* sono presenti in parti uguali del 6 % ai due Gruppi. Nella fascia collinare predominano gli *He- mimor*. In ambiente subalpino (1300 m s.l.m.) forte- mente acido con basse temperature (spesso in alta quota), sotto vegetazione di pecceta, sopra suoli con tendenza podzolica (*Dystric Cambisol*) dove è ridotta l'attività biologica e la decomposizione dei residui vegetali, si rinven- gono gli *Humimor* con una per- centuale di presenza del 12 %.

Confrontando i due diversi approcci di classifica- zione alle forme di humus (Tab. 1) secondo quello francese (Jabiol et al. 1995) si sono individuate 10 forme di humus che corrispondono agli 8 Gruppi dei canadesi (Green et al. 1993). Da come si può osserva- re la classificazione francese permette una più accu- rata caratterizzazione delle forme di humus presenti in ambienti aperti di prato e di pascolo, quella cana- dese è più adatta a descrivere gli humus di foreste di alta quota (peccete, abieteti). Considerando l'approc- cio canadese (Green et al. 1993) si è segnalata la se-

Tab. 1 - Corrispondenza tra l'approccio di classifica- zione francese e canadese.

Jabiol et al. 1995		Green et al. 1993	
<i>Oligomull</i>	-	-	<i>Rhizomull</i>
<i>Mesomull</i>	-	<i>Vermimull</i>	<i>Rhizomull</i>
<i>Dysmull</i>	-	<i>Vermimull</i>	-
<i>Humimor</i>	<i>Humimor</i>	-	-
<i>Fibrimor</i>	-	<i>Hemimor</i>	-
<i>Eumoder</i>	-	-	<i>Rhizomull</i>
<i>Amphimull</i>	-	-	<i>Rhizomull</i>
<i>Hemimoder</i>	<i>Mormoder</i>	<i>Mullmoder</i>	-
<i>Dysmoder</i>	-	<i>Mullmoder</i>	-

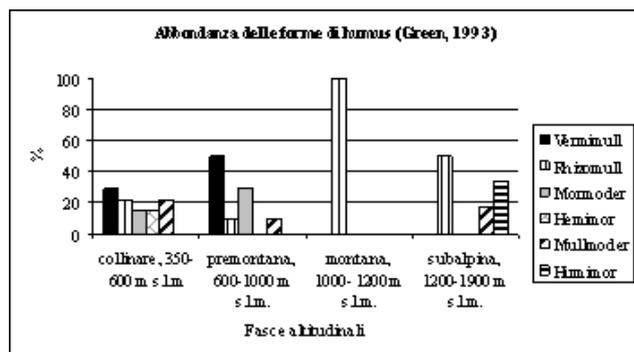


Fig. 5 - Abbondanza delle forme di humus (Green et al. 1993) lungo le fasce altitudinali.

guente corrispondenza degli *episolium* umiferi (Tab. 1) con la classificazione francese (Jabiol et al. 1995): ai *Rhizomull* corrispondono gli *Oligomull*, i *Mesomull*, gli *Amphimull* e gli *Eumoder*; ai *Vermimull* i *Mesomull* e i *Dysmull*, ai *Mullmoder* i *Dysmoder* e gli *Hemimoder*.

Quindi, per quanto riguarda le forme a *Mull*, l'approccio francese permette un maggior dettaglio tassonomico che si traduce in una migliore caratterizzazione dell'attività biologica e del grado di decomposizione ed incorporazione della sostanza organica. Si ritiene però, in base alle osservazioni effettuate, che l'approccio francese dovrebbe tenere in maggior considerazione l'influenza delle radici sia vive che morte negli *epipedon*.

Per le forme di humus più acide, il dettaglio migliore deriva dall'approccio canadese sia come individuazione delle forme che come chiavi tassonomiche. Gli *Humimor*, ad esempio, coincidono nelle due classificazioni. A livello di chiavi tassonomiche il riconoscimento degli *Humimor* i canadesi non si limitano all'individuazione di un orizzonte H di notevole spessore ma ne specificano una struttura generalmente massiva e un carattere grasso quando umido, richiedono inoltre l'identificazione di un orizzonte

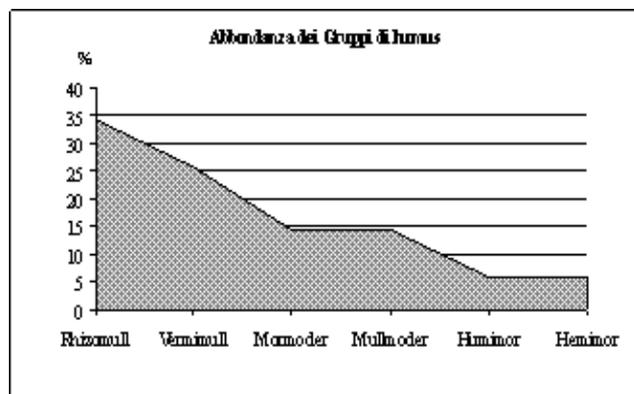


Fig. 6 - Abbondanza percentuale dei Gruppi di humus (Green et al. 1993).

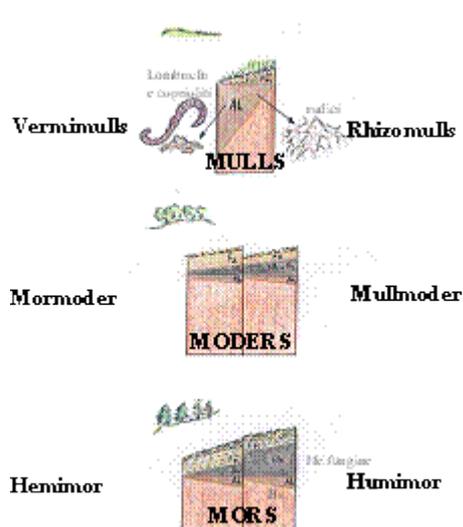


Fig. 7 - Caratteristiche delle forme di humus secondo i gruppi (Green et al. 1993).

diagnostico *Fm* (*m-mycogeneous*) a struttura "matted" compatta con vegetali parzialmente decomposti, dove i residui vegetali appaiono aggregati in un feltro di ife fungine e radici fini. I *Fibrimor* (Jabiol et al. 1995) corrispondono agli *Hemimor* dei canadesi e agli *Hemimoder* (Jabiol et al. 1995) i *Mormoder* e i *Mullmoder*.

In base a tali osservazioni quindi, si potrebbe consigliare di adottare per ambienti dominati dalla presenza di forme *Mull* l'approccio francese e per quelli dove sono predominanti le forme *Mor* quello canadese. Negli ambienti di dominio delle forme *Moder*, il dettaglio maggiore deriva comunque dalla tassonomia canadese, anche se in campo si è dimostrata di più facile utilizzo quella francese, che prescinde dall'individuazione di miceli o ife fungine, spesso difficoltosa perché correlata al periodo di campionamento.

Da tale confronto quindi appare quanto sia necessario il lavoro intrapreso dal gruppo europeo di ricerca sulle forme di humus (<http://humusresearch-group.grenoble.cemagref.fr/>) che mira alla ridefinizione a livello europeo di chiavi tassonomiche applicabili su campo che tengano conto dei molteplici caratteri dell'humus nei diversi ambienti.

Conclusioni

Si sono sviluppate considerazioni generali sull'abbondanza delle forme di humus in aree esplorate della montagna e collina lombarda.

La ricerca effettuata nell'ambito del Progetto PAC-SI è un contributo alla valutazione dell'apporto in-

formativo che lo studio degli humus associato e quello dei suoli può dare al fine di una corretta analisi del territorio. Tale studio dovrebbe essere proseguito ed approfondito attraverso ulteriori campagne di rilevamento per ottenere un campionamento statisticamente significativo per una maggiore validazione dei risultati presentati.

Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del Progetto di Ricerca "PACSI 1:250000", eseguito dalla Società REA-Ricerche ecologiche applicate di Monza, per conto dell'ERSAF - Lombardia.

Bibliografia

- Baize D, Girard MC (1995). Référentiel Pédologique. AFES/INRA (Association Française pour l'Etude du Sol - Institut National de la Recherche Agronomique), Editions INRA, pp.332.
- Brethes A, Brunn JJ, Jabiol B, Ponge JF, Toutain F (1995). Classification of forest humus forms: a French proposal. *Ann. Sci. For.* 52: 535-546.
- FAO/ISRIC/ISS (1998). World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Report 84, FAO, Rome, pp. 90.
- Fons J, Klinka K (1998). Chemical and biotic properties and temporal variation of moder humus forms in the rain forest near Vancouver, British Columbia. In: *Geoderma* 86, Elsevier Science, pp. 83-98.
- Green RN, Trowbridge RL, Klinka K (1993). Towards a taxonomic classification of Humus forms. In: *Forest Science-Monograph* 29 (Society of American Foresters ed). vol. 39 n.1, pp. 50.
- Hartmann F (1970). Gli humus forestali. CEDAM, Padova, pp. 284.
- Jabiol B, Bretes A, Ponge JF, Toutain F, Brun JJ (1995). L'Humus sous toutes ses formes. Nancy: France École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, pp. 63.
- Klinka K, Green RN, Trowbridge RL, Lowe LE (1981). Taxonomic classification of Humus forms in ecosystems of British Columbia. *Can. J. Soil. Sci.* 67: 383-394.
- Wolf U, Carnicelli S, Ferrari GA (2000). Guida di campagna. Manuale con variazioni ed aggiornamenti all'edizione giugno 2000, Progetto Metodologiche Sottoprogetto 2.