

Sezione Speciale - Atti V Congresso SISEF: "Foreste e Società - Cambiamenti, Conflitti, Sinergie"

(a cura di: E. Lingua, R. Marzano, G. Minotta, R. Motta, A. Nosenzo, G. Bovio)

## Variabilità delle forme di humus in due siti campione di pecceta altimontana trentina

Chersich S<sup>(1-2)</sup>, Galvan P\*<sup>(1)</sup>, Frizzera L<sup>(1-3)</sup>, Scattolin L<sup>(1-3)</sup>

(1) 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 - 20126 Milano; (3) Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria, Dipartimento Territorio e Sistemi agro-forestali, clo Agripolis, v.le dell'Università, 23 - 35020 Legnaro (PD) - \*Corresponding author: Paola Galvan (galvan@cealp.it).

**Abstract:** Humus form variability at two experimental sites in the mountain Norway spruce forest, Trentino, Italy. In the Region Trentino Alto-Adige, 59 humus profiles were studied and classified in order to understand the variability of humus forms in alpine forest ecosystems. In particular, the evolution of humus forms was investigated in relation to the development of vegetation cover, with the aim of determining whether a humus form can be representative of a specific forest phase. For the study of humus profiles, transects were traced so as to cut across all 4 principal dynamic phases of forest evolution: open canopy, regeneration, intermediate and mature. Two sub-sites (of about 1000 m<sup>2</sup>) were selected at an altitude of 1700 m. a.s.l., on parent soil material of morenic sediments on acid substrate and with a vegetation cover of alpine spruce forest: the first, having a north exposition, is located within the Municipality of Pellizzano in Val di Sole, near Mount Nambino; the second, with a south exposition, is located near Madonna di Campiglio, in Val Rendena, near Mount Ritorto. The soil temperature regime is frigid, while the moisture regime is udic. Our investigation pointed out a wide evolutionary variability of forest humus in the studied sites, permitting to identify a probable association trend between different growing-phases of forest and specific humus forms.

**Keywords:** Humus, Forms, Histosols, Podzols, Cambisol, Forest, *Picea abies*.

Received: Jan 19, 2006 - Accepted: Apr 23, 2007.

**Citation:** Chersich S, Galvan P, Frizzera L, Scattolin L, 2007. Variabilità delle forme di humus in due siti campione di pecceta altimontana trentina. Forest@ 4 (2): 220-226. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

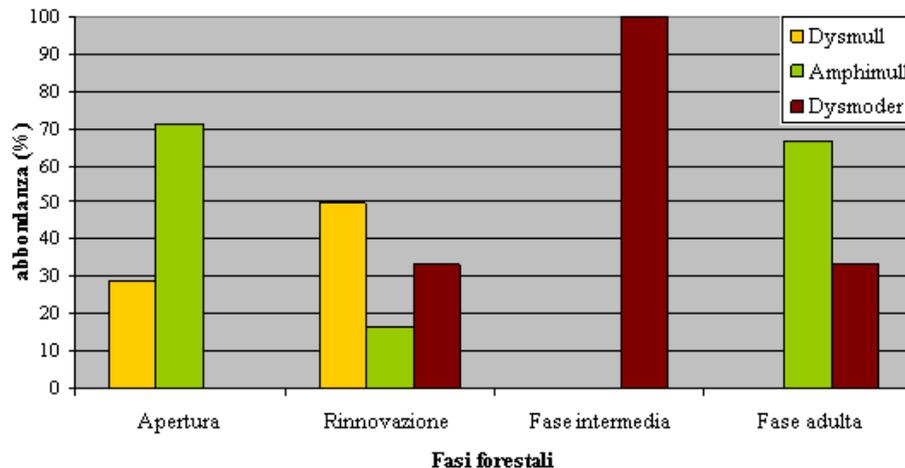
### Introduzione

Dopo diversi anni di apparente stasi nell'evoluzione delle conoscenze e nel perfezionamento delle tecniche di indagine di campagna, i centri di ricerca pedologica italiana si stanno celermente affiancando, per la qualità dei risultati scientifici conseguiti, ai più prestigiosi istituti e laboratori di ricerca di livello internazionale inserendo anche l'osservazione delle forme di humus. L'interesse per i metodi d'indagine sviluppati all'estero, in particolare quelli delle scuole canadese (Green et al. 1993, Klinka et al. 1981) e francese (AFES-INRA 1998), è testimoniato anche da pubblicazioni che confrontano le diverse chiavi di classificazione (CEA 1996, Zanella et al. 2001) oltre a

numerose pubblicazioni di ottimo livello scientifico edite recentemente dal gruppo di ricercatori europei "The Humus Research Group" (HRG - sito: <http://humusresearchgroup.grenoble.cemagref.fr>). In Provincia di Trento, favorito dalla presenza notevole di aree naturali si è valorizzato lo studio delle forme di humus nel Centro di Ecologia Alpina del Monte Bondone con l'approvazione da parte del Fondo unico alla Ricerca dei Progetti "DINAMUS Forme di humus e dinamica del bosco" (2002-2004) e "INHUMU-Snal2000" (2005-2007) che contribuiscono all'interesse, alla conoscenza dell'humus ed al dibattito scientifico attorno questo argomento.

È noto che a grande scala, cioè almeno a livello di

**Fig. 1** - Variabilità delle forme di humus nel sito esposto a nord.



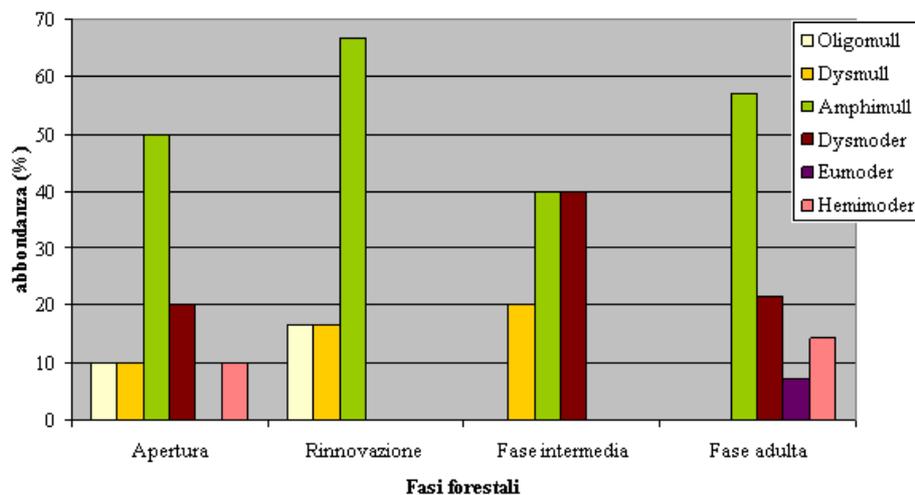
tipo forestale (come insieme di stazioni forestali ecologicamente simili), le forme di humus variano. La stratificazione verticale dei profili umiferi riflette i cambiamenti di composizione degli orizzonti influenzata dalle deposizioni in superficie di foglie e legno e dalla presenza, in profondità, di radici, animali e microrganismi mentre la loro eterogeneità spaziale dipende principalmente dall'abbondanza e dalla varietà della vegetazione.

La variabilità è legata altresì all'ambiente in cui si generano: i substrati acidi e i climi freddi rallentano i processi di trasformazione delle lettiere e favoriscono la costituzione di forme più acide tipo i Dysmoder, mentre i substrati neutri e i climi miti incentivano lo sviluppo di forme Mull. Resta tuttavia ancora da comprendere appieno la variabilità di tali forme di humus, che può essere apprezzata con analisi a piccola scala all'interno di uno stesso sistema. Essa non pare, allo stato attuale delle conoscenze, riconducibile con precisione all'azione conosciuta dei principali fattori ambientali. Deve del resto essere

ancora pienamente interpretato l'influsso che questi fattori riversano sui processi che regolano la dinamica del bosco (silvogenesi, rinnovazione naturale), considerando almeno due ordini di interazioni: quello legato al naturale divenire dei fenomeni ecologici (a scala d'ecosistema) e quello legato agli interventi selvicolturali.

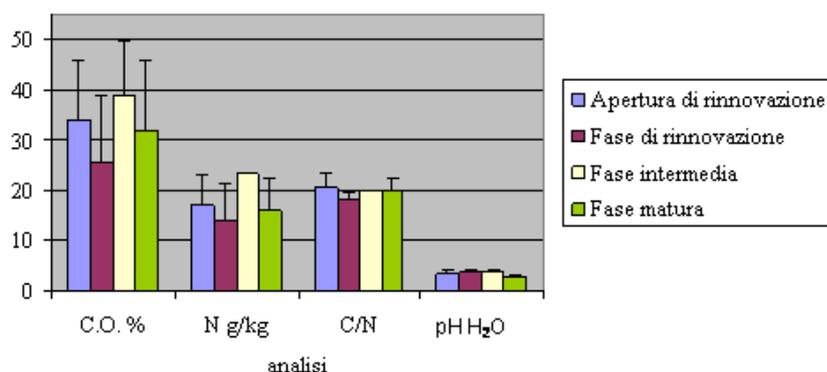
Ciò premesso, dalle esperienze scientifiche condotte sull'argomento e da quelle maturate in campo tecnico, appare necessario acquisire la capacità di circoscrivere tali eco-unità associando ad esse la corrispondente forma dominante di humus per poterne correttamente derivare le informazioni utili alla gestione ecologicamente compatibile delle risorse forestali.

Per tale motivo il presente studio vuole essere di contributo alle conoscenze dei fattori che influenzano le dinamiche del bosco. Le forme di humus segnalano le più importanti trasformazioni che avvengono nei suoli degli ecosistemi terrestri e rappresentano l'interfaccia tra piante, animali e microrganismi.



**Fig. 2** - Variabilità delle forme di humus nel sito esposto a sud.

Esposizione nord: valori medi



**Fig. 3** - Valore medio e deviazione standard di alcuni parametri chimici dell'area con esposizione nord: carbonio organico (%), N (g/kg), C/N, pH (H<sub>2</sub>O) a seconda delle fasi forestali.

### Materiali e metodi

Le aree di studio sono situate nel Trentino occidentale, nei pressi del Parco Naturale Adamello-Brenta. Hanno una dimensione di circa 1000 m<sup>2</sup>, si trovano a quota 1700 m s.l.m., sono localizzate su substrato acido e la foresta, classificata come pecceta altimontana (Odasso 2002), ha complessivamente una percentuale di picea adulta superiore al 90%. La prima area, esposta a nord, è sita in Val di Sole nei pressi del Monte Nambino in zona Dieci, Fazzon-Pellizzano mentre la seconda ha esposizione sud e si trova in Val Rendena nei pressi del Monte Ritorto vicino a Madonna di Campiglio. Il regime di temperatura è freddo e il regime di umidità udico.

Nelle aree di studio sono state individuate e riconosciute 4 fasi dinamiche del bosco: apertura di rinnovazione, rinnovazione, fase intermedia e fase adulta. Ciò ha permesso di caratterizzare un diverso grado evolutivo del profilo umifero e quindi della sostanza organica.

In ciascuna area si sono tracciati alcuni transetti tali da attraversare le quattro fasi del popolamento arboreo. Si sono osservati in tutto 59 profili di humus, di-

stanti circa tre metri l'uno dall'altro. Per la descrizione e la classificazione delle forme di humus si è adottato l'approccio francese (Jabiol et al. 1995). Ciascuna fase dinamica è stata caratterizzata anche pedologicamente con l'apertura di 15 profili (7 profili a nord e 8 profili a sud). I suoli sono stati descritti secondo Sanesi (1977) e classificati secondo il World Reference Base (FAO-ISRIC-ISSS 1998).

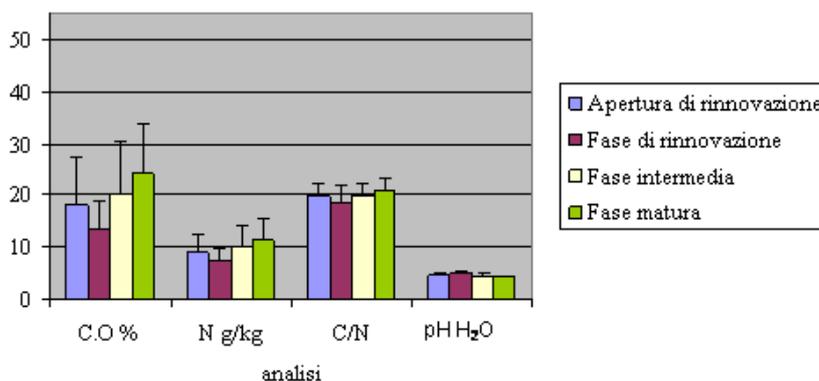
Gli orizzonti organici, organo-minerali e minerali sono stati caratterizzati morfologicamente (Ponge 1984, Bernier & Ponge 1994) e chimicamente. Le analisi chimiche degli orizzonti sono state condotte secondo i metodi ufficiali (MIPAF 2000). Si sono considerate le principali analisi utili per lo studio delle forme di humus: pH in acqua e in KCl - rapporto suolo-acqua (KCl) 1:2.5 e 1:10 per orizzonti con più del 17 % di carbonio organico -, C e N totali con analizzatore elementare (Perkin Elmer CHNS/O Analyzer 2400 Series II).

### Risultati

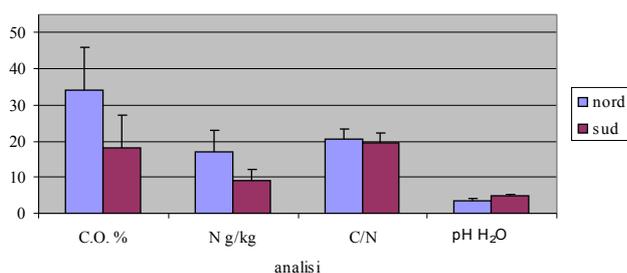
I domini pedogenetici presenti sono quelli della brunificazione e della podzolizzazione, per i siti

**Fig. 4** - Valore medio e deviazione standard di alcuni parametri chimici dell'area con esposizione sud: carbonio organico (%), N (g/kg), C/N, pH (H<sub>2</sub>O) a seconda delle fasi forestali.

Esposizione sud: valori medi



Confronto esposizioni in fase di apertura



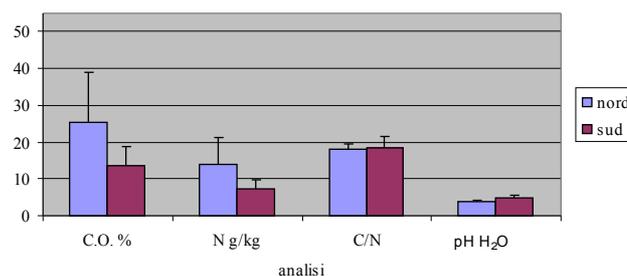
**Fig. 5** - Valore medio e deviazione standard dei principali dati analitici in fase di apertura nelle due esposizioni: carbonio organico (%), N (g/kg), C/N, pH (H<sub>2</sub>O).

esposti rispettivamente a sud e a nord.

Nel corso della ricerca si è notata una grande variabilità delle forme di humus (Fig. 1, Fig. 2), in particolare nella pecceta esposta a sud (Fig. 2). Quest'ultima si presenta particolarmente disturbata e ciò è testimoniato dalla prevalenza in tutte le fasi di crescita del bosco della forma di humus ad Amphimull. Ciò determina l'impossibilità di utilizzare tale forma quale indicatore della fase forestale ed è pertanto necessario tenere in considerazione anche quelle presenti in percentuali modeste. Le quattro fasi dinamiche manifestano infatti la co-presenza di molteplici forme di humus, anche a causa dell'elevata variabilità microstazionale. In particolare si è potuto rilevare che:

**(A) Apertura di rinnovazione** (Fig. 5). Nel sito esposto a nord, prima della rinnovazione si instaurano megaforie con *Adenostyles alliariae* e, in zone aperte e soleggiate, prati a *Calamagrostis villosa* (e *Vaccinium myrtillus*). In tali ambienti sotto il dominio pedogenetico della podzolizzazione (PODZOL e UMBRISOL) circa il 70 % degli humus sono Amphi-

Confronto esposizioni in fase di rinnovazione



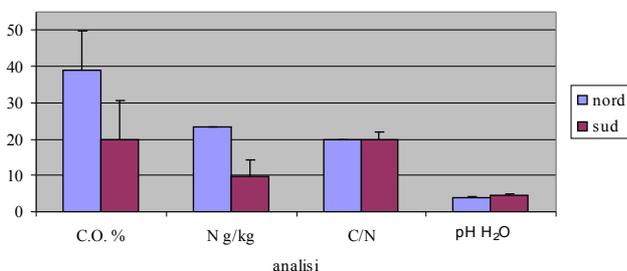
**Fig. 6** - Valore medio e deviazione standard dei principali dati analitici in fase di rinnovazione nelle due esposizioni: carbonio organico (%), N (g/kg), C/N, pH (H<sub>2</sub>O).

mull (tipiche forme di humus di transizione) e la percentuale rimanente appartiene ai Dysmull (fig 1). Questi humus si caratterizzano per un contenuto medio in carbonio organico del 34 % e dello 1.7 % di azoto e il pH (H<sub>2</sub>O) è di 3.6. Il rapporto C/N si attesta attorno a 20.

Nel sito a sud (Fig. 2) i profili studiati si ritrovano sotto vegetazione erbacea e appartengono per lo più al dominio della brunificazione (UMBRISOL e CAMBISOL), si osservano un po' tutte le forme di humus (pur con prevalenza della forma ad Amphimull) ciò è probabilmente dovuto al fatto che l'apertura corrisponde ad un bosco tagliato in tempi relativamente recenti (sono ancora osservabili le vecchie ceppaie). Questi humus si caratterizzano per un contenuto medio in carbonio organico del 18 % e dello 0.9% di azoto e il pH (H<sub>2</sub>O) è di 4.71. Il rapporto C/N si attesta attorno a 20.

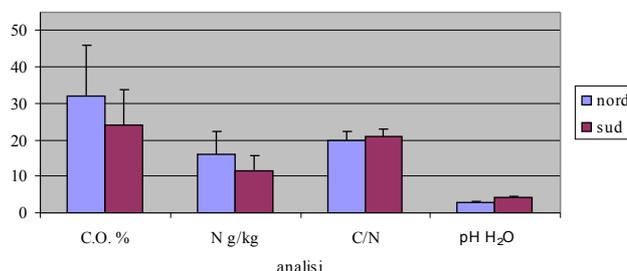
**(B) Fase di rinnovazione** (Fig. 6). Nel sito esposto a nord la rinnovazione avviene su massi granitici (in cui si osservano semenzali di *Picea abies* su suoli ricchi di sostanza organica, come gli HISTOSOL) o su

Confronto esposizioni in fase intermedia



**Fig. 7** - Valore medio e deviazione standard dei principali dati analitici in fase intermedia nelle due esposizioni: carbonio organico (%), N (g/kg), C/N, pH (H<sub>2</sub>O).

Confronto esposizioni in fase matura



**Fig. 8** - Valore medio e deviazione standard dei principali dati analitici in fase matura nelle due esposizioni: carbonio organico (%), N (g/kg), C/N, pH (H<sub>2</sub>O).

## Spessori dei profili di humus lungo il transetto - esposizione nord

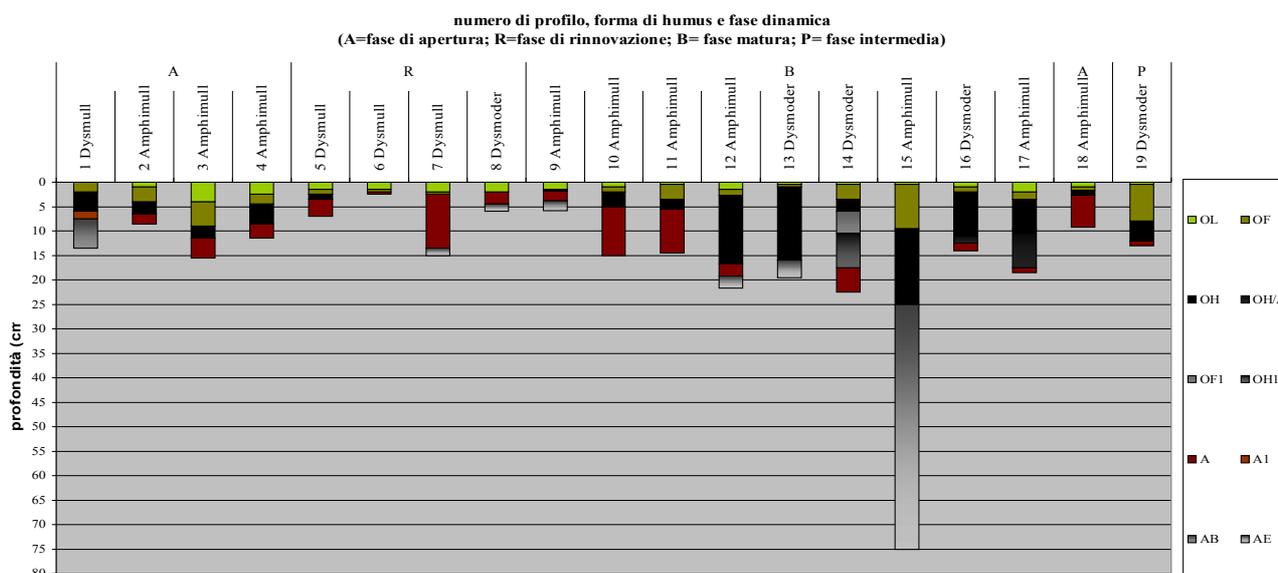


Fig. 9 - Area con esposizione nord: valori degli spessori di orizzonti organici e organo-minerali suddivisi per profili nelle quattro fasi forestali.

ceppaia in presenza di *Thelypteris phegopteris* e, *Viola biflora* (con piante di *Picea abies* di 1-2 m su PODZOL). Si osserva la prevalenza di Dysmull (50%) e iniziano a comparire i Dysmoder (fig 1). In tale fase si registrano i valori medi più bassi rispetto a tutti i parametri analitici delle altre fasi a nord (Fig. 3): 26 % di carbonio organico, 1,4 % di azoto, 18 come rapporto C/N e il pH (H<sub>2</sub>O) è di 3.71.

In esposizione sud si è indagato un ambiente in cui sono presenti alberi di età media di 15-20 anni e altezza media di 3 m. La vegetazione contribuisce ad acidificare il suolo tanto che il dominio pedogenetico è quello della podzolizzazione (con predominanza di PODZOL). La forma di humus prevalente è l'Amphimull; l'Oligomull (caratterizzato da un accumulo di lettiera in seguito ad un rallentamento dei processi degradativi) è, rispetto a tutte le altre fasi, maggiormente presente (Fig. 2) e si associa alla presenza localizzata di CAMBISOL. In tale fase si registrano i valori medi più bassi rispetto a tutti i parametri analitici delle altre fasi a sud (Fig. 4): 14 % di carbonio organico, 0,7 % di azoto, 18 come rapporto C/N e il pH (H<sub>2</sub>O) è di 4.9.

**(C) Fase intermedia** (Fig. 7). Il sito con esposizione nord manifesta la presenza di specie pioniere come *Betula pendula*, *Alnus viridis* e *Dryopteris dilatata*. L'unica forma di humus osservata è il Dysmoder caratteristico di questa fase di transizione (Fig. 1) in ambiente dominato dalla podzolizzazione. In tale fase si

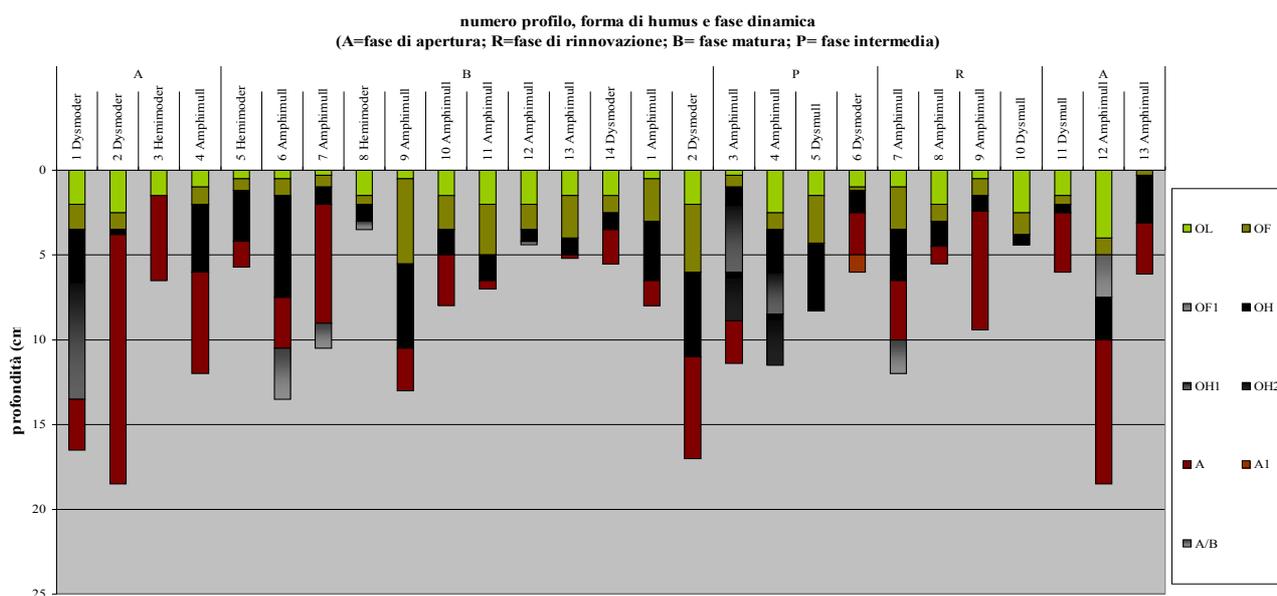
registrano i valori medi più alti di tutti i parametri analitici rispetto alle altre fasi a nord (Fig. 3): 39 % di carbonio organico, 2,3 % di azoto, 20 come rapporto C/N e il pH (H<sub>2</sub>O) è di 4.

A sud, tale fase è caratterizzata da piante di età media di 60 anni, altezza media di 12 m a densità elevata. È dominante la podzolizzazione. Come nel sito esposto a nord, il Dysmoder ("Moder mal funzionante") ben caratterizza questa fase (Fig. 2). Dal punto di vista analitico (Fig. 4) presenta: carbonio organico pari al 20 %, 1 % di azoto, 20 come rapporto C/N e pH (H<sub>2</sub>O) è di 4.4.

**(D) Fase adulta** (Fig. 8). Nel sito esposto a nord il bosco, a dominanza di *Picea abies*, è cresciuto sopra massi erratici ed i suoli sono per lo più degli HISTOSOL. Il 67 % delle forme di humus è costituito da Amphimull e, il rimanente, da Dysmoder (Fig. 1). I valori medi di questi profili sono: carbonio organico pari al 32 %, 1,6 % di azoto, 20 come rapporto C/N e il pH (H<sub>2</sub>O) è di 3.

Ad esposizione sud la fase è caratterizzata dalla presenza di piante di *Picea abies* con età media di 130-150 anni e altezza media di 29 m su UMBRISOL e, con maggior frequenza, PODZOL. All'interno di questa fase è fondamentale distinguere tra due situazioni a diversa densità arborea: in situazioni di minore densità si trovano forme di humus da Dysmoder a Eumoder; in ambienti a maggiore densità ci sono invece forme di humus tipicamente associabili

### Spessori dei profili di humus lungo il transetto - esposizione sud



**Fig. 10** - Area con esposizione sud: valori degli spessori di orizzonti organici e organo-minerali suddivisi per profili nelle quattro fasi forestali.

alla podzolizzazione come gli Hemimoder (Fig. 2).

In tale fase si registrano i valori medi più alti di tutti i parametri analitici (Fig. 4): 24 % di carbonio organico, 1.1 % di azoto, 21 come rapporto C/N e il pH (H<sub>2</sub>O) è di 4.2.

Lo spessore dei profili di humus nei due siti risulta essere molto variabile (Fig. 9, Fig. 10), anche all'interno della medesima forma.

In generale i siti esposti a nord presentano spessori maggiori più frequentemente sotto la copertura del bosco nella fase adulta e ciò è particolarmente evidente per gli OH (Fig. 9). Gli orizzonti OL sono più presenti in zona di apertura e di rinnovazione. Gli OF si rinvengono in tutte le fasi, anche se sono molto rari in quella di rinnovazione. Il pH del sito a nord è più acido mediamente di un'unità (3.6 contro 4.6) ri-

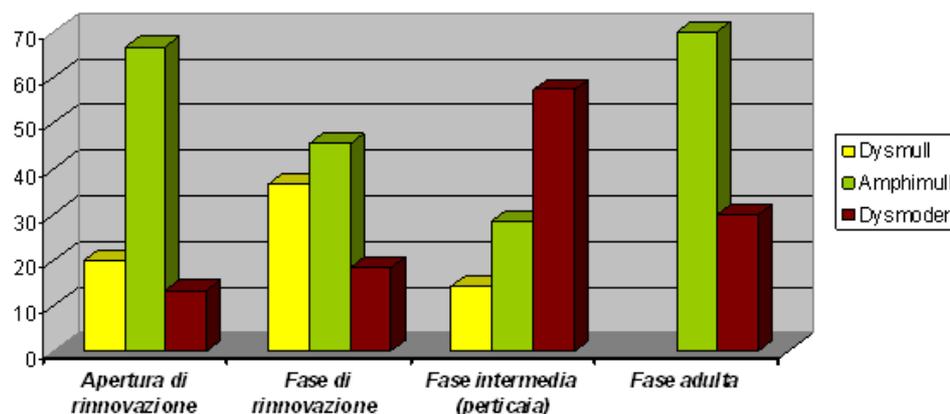
spetto a quello registrato a sud. Le forme di humus campionate nel sito con esposizione nord presentano sempre valori chimici doppi rispetto a quelli con esposizione sud; ciò vale sia per il carbonio organico (valori medi del 33 % contro il 19 %) sia per l' azoto (valori medi dell'1.8 % contro lo 0.9 %), come si può vedere infatti dal rapporto C/N, abbastanza simile tra i due siti (mediamente si attesta intorno a 20).

Gli spessori degli orizzonti umiferi del sito a esposizione sud sono più ridotti. Nelle forme Amphimull, Dysmull, Dysmoder, Hemimoder (Fig. 10) sono sempre presenti gli orizzonti OL, OF e OH, anche se in alcuni casi solamente in tracce.

### Discussione

In entrambi i siti le forme maggiormente presenti

**Fig. 11** - Distribuzione delle principali forme di humus nelle fasi forestali.



sono, in ordine decrescente di abbondanza, gli Amphimull, i Dysmoder e i Dysmull (Fig. 11). Probabilmente, nei siti oggetto del presente lavoro, l'Amphimull è una forma che segnala una situazione di disturbo in cui l'ecosistema non riesce a raggiungere un equilibrio. La sua presenza è segnalata in tutte le fasi forestali anche se è meno frequente nella fase intermedia dove invece è predominante il Dysmoder, una forma di humus più acida.

Il Dysmull è assente nella fase adulta mentre si ritrova con più frequenza in situazioni aperte di apertura vera e propria o di rinnovazione (ciò vale anche per l'Oligomull che però è presente solo nella pecceta esposta a sud).

L'Hemimoder, essendo una forma molto acida e dunque caratteristica solamente di fasi mature, è stato invece anche rinvenuto nella zona aperta del sito a sud. Si ritiene che quest'ultima fase sia da considerare a se stante rispetto alla fase di apertura presente nel sito a nord, in quanto si tratta di una pecceta tagliata in tempi relativamente recenti; si ipotizza pertanto che tale ambiente risenta ancora fortemente dell'influsso della fase adulta. Tale osservazione suggerisce l'ipotesi che la forma di humus abbia una funzione indicatrice dello stato dell'ambiente associabile: nella fase di apertura, quella che segna il passaggio tra un ambiente chiuso (bosco prima di essere tagliato) e un ambiente aperto (prima che si affermi la rinnovazione), vi si osserva infatti un ampio spettro di forme di humus: da quelle decisamente acide come i Moder (Hemimoder), che testimoniano il pregresso utilizzo del territorio, fino a forme Mull (Oligomull) che si instaurano con il nuovo ciclo selvicolturale e che preparano un ambiente più adatto per la rinnovazione della picea.

### Ringraziamenti

Le analisi chimico-fisiche degli humus e dei profili pedologici sono state svolte dai tecnici Matteo Girardi e Mirco Tomasi presso il laboratorio di analisi del suolo del Centro di Ecologia Alpina del Monte Bondone (TN). La Dott.ssa Sylvaine Camaret del Laboratoire d'Écologie Alpine (Université de Savoie, Chambéry) ha fornito un valido supporto scientifico per lo studio della vegetazione. Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del Progetto di Ricerca "DINA-

MUS. Forme di humus e dinamica del bosco", diretto dal Centro di Ecologia Alpina del Monte Bondone (TN) e finanziato dal Fondo per i Progetti di Ricerca della Provincia Autonoma di Trento con delibera n. 437 dd. 08/03/2002.

### Bibliografia

- AFES-INRA (1998). A sound reference base for soils. The "Référentiel Pédologique". Association Française pour l'Etude du Sol, Institut National de la Recherche Agronomique, Translation by JM Hodgson, NR Eskenazi and Baize D. Paris, pp. 322.
- Bernier N, Ponge JF (1994). Humus form dynamics during the syvogenetic cycle in a mountain spruce forest. *Soil. Biol. Biochem.* 26: 183-220.
- CEA (1996). Humus forestali del Trentino. Report n. 9, Trento, pp. 53.
- FAO-ISRIC-ISSS (1998). World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Report 84, FAO, Rome, pp. 90.
- Green RN, Trowbridge RL, Klinka K (1993). Towards a taxonomic classification of Humus forms. *Society of American Foresters, Forest Science-Monograph* 29, vol. 39 (1), pp. 50.
- 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.
- MIPAF (2000). Metodi ufficiali d'analisi chimica del suolo. Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali, Milano, Franco Angeli.
- Odasso M (2002). Tipi forestali del Trentino. Report n° 25. Centro di Ecologia Alpina, pp. 192.
- Ponge JF (1984). Etude écologique d'un humus forestier par l'observation d'un petit volume, premiers résultats. I. La couche L1 d'un moder sous pin sylvestre. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 21: 161-187.
- Sanesi G (1977). Guida alla descrizione del suolo. C.N.R., Firenze, pp. 157.
- Zanella A, Tomasi M, De Siena C, Frizzera L, Jabiol B, Nicolini G (2001). Humus forestali. Manuale di ecologia per il riconoscimento e l'interpretazione. Applicazione alle faggete. Centro di Ecologia Alpina, Trento, pp. 321.