

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)

Approccio morfologico-funzionale nello studio dei suoli: relazioni tra gli epipedon umiferi e gli orizzonti organo-minerali in alcuni profili pedologici di ambiente alpino

Chersich S* ⁽¹⁻²⁾

(1) Università degli Studi di Milano-Bicocca, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano (Italy); (2) Centro di Ecologia Alpina - 38040 Viote del Monte Bondone, Trento (TN, Italy) - *Corresponding author: Silvia Chersich (silvia.chersich@unimib.it).

Abstract: Soil evolution in spruce forest ecosystems: role and influence of humus studied by morphological approach. In order to understand the role and the mutual influences of humus and soil in alpine spruce forest ecosystems we studied and classified 7 soil - humic profiles on the 4 main forestry dynamics: open canopy, regeneration, young stand, tree stage. We studied the role of humification process in the pedologic process involving soils and vegetations studying humic and soil horizons. Study sites are located at an altitude of 1740 m a.s.l near Pellizzano (TN), and facing to the North. The parent soil material is predominantly composed of morenic sediments, probably from Cevedale glacier lying on a substrate of tonalite from Presanella (Adamello) Tertiary pluton. The soil temperature regime is frigid, while the moisture regime is udic. The characteristics observed in field were correlated with classical chemical and physical soil analyses (MIPAF 2000). In order to discriminate the dominant soil forming process, the soils were described and classified in each site according to the World Reference Base (FAO-ISRIC-ISSS 1998). Humus was described and classified using the morphological-genetic approach (Jabiol et al. 1995). The main humus forms are acid and they are for the greater part Dysmoder on PODZOLS. The main pedogenetic processes is the podzolization, locally there are also hydromorphic processes. We associate a definite humus form with a pedological process at a particular step of the forest evolution. We concluded that the soil study for a correct pedological interpretation must take count of the characteristics of the humic epipedon.

Keywords: Forme di humus, Histosols, Podzols, pecceta.

Received: Jan 19, 2006 - Accepted: Jul 29, 2007.

Citation: Chersich S, 2007. Approccio morfologico-funzionale nello studio dei suoli: relazioni tra gli epipedon umiferi e gli orizzonti organo-minerali in alcuni profili pedologici di ambiente alpino. Forest@ 4 (3): 333-339. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Introduzione

L'approccio allo studio del suolo affiancato a quello dell'humus è, in ambito italiano, relativamente recente.

L'importanza dell'humus nell'ecosistema forestale è stata enfatizzata solo 35 anni fa con i lavori di Hartmann (Hartmann 1970). Utilizzando criteri genetici (processi di formazione e pedofauna coinvolta) e poi criteri morfologici (osservazione della sostanza orga-

nica come grado di decomposizione) per una caratterizzazione ulteriore, egli definiva le tre principali forme di humus: mull, moder e torba. Il presupposto era quello che gli orizzonti organici si mantenessero tra di loro relativamente indipendenti. Da questi primi studi se ne è fatta di strada e si è iniziato ad interessarsi di humus anche al di fuori dell'ambito forestale.

Si sviluppò la prima proposta canadese (Canada

Soil Survey Committee 1978) che considerava l'humus anche in ambiente pedologico, a questa fece seguito quella di Klinka (Klinka et al. 1981) e Green (Green et al. 1993). In ambito europeo la Francia inserì all'interno della classificazione del suolo (Jabiol et al. 1995) quella delle forme di humus e gli altri paesi definirono proprie chiavi di classificazione a livello nazionale.

In Italia le Regioni Veneto (ARPAV) e Lombardia (ERSAF) sono state le prime a promuovere, nel corso delle indagini del Progetto PACSI 1:250K della Carta dei Suoli della montagna d'Italia, uno studio a livello regionale sulla distribuzione delle forme di humus. Sono però ancora pochi gli studi pedologici che riconoscono l'importanza della conoscenza degli epipedoni umiferi per una corretta interpretazione dei processi che avvengono nel suolo.

Recentemente, nel 2003, si è istituito un gruppo di ricercatori europei "The Humus Research Group (HRG)" (sito: <http://humusresearchgroup.grenoble.cemagref.fr>) che attraverso incontri annuali, pubblicazioni, cerca di enfatizzare l'importanza dello studio degli orizzonti umiferi come orizzonti facente parte del profilo pedologico.

L'HGR si pone anche come obiettivo la necessità di trovare un "linguaggio comune" nella definizione delle forme di humus al fine di incentivare lo scambio di risultati scientifici tra i ricercatori.

Il presente studio, inquadrato nel progetto di ricerca "DINAMUS. Forme di humus e dinamica del bosco", si inserisce nel lavoro svolto all'interno del gruppo di ricerca europeo e mira a fornire utili indi-

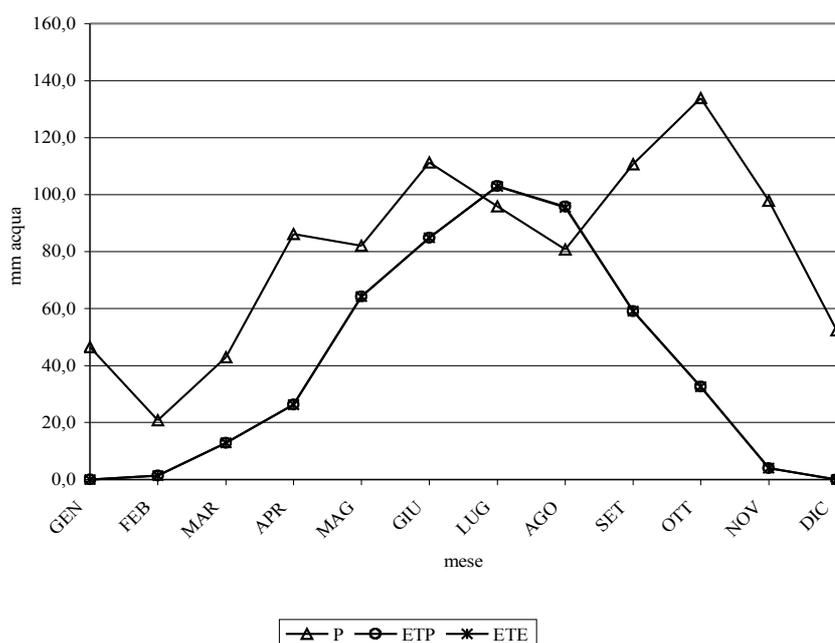
cazioni sulle relazioni tra vegetazione, forme di humus e suoli.

Materiali e metodi

L'area indagata è ubicata nel comune di Pellizzano (TN) su esposizione Nord, attorno quota 1740 m s.l.m., coordinate Gauss-Boaga/Roma40 16379559; 5127926. Le tonaliti del substrato litologico appartengono al plutone terziario della Presanella (Adamello) e sono frequentemente coperti da morenico probabilmente derivante dal ghiacciaio del Cevedale.

Nelle diverse fasi dinamiche della vegetazione di pecceta altimontana sono stati identificati 7 siti in cui sono stati studiati altrettanti profili pedo-umologici. I profili sono stati distribuiti spazialmente su un territorio di 1200 m² in modo tale da rappresentare le quattro diverse fasi dinamiche della pecceta: apertura di rinnovazione (Profili 1.5.4); fase di rinnovazione (Profili 6.7); fase intermedia; (Profilo 3); fase matura (Profilo 2). Si sono associate a queste diverse fasi le forme di humus (Jabiol et al. 1995) e i suoli (Soil Taxonomy 2003). Le analisi dei suoli 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; in presenza di orizzonti organo-minerali è stata anche effettuata la tessitura. I suoli sono stati descritti secondo Sanesi (Sanesi 1977, Soil Survey Staff 2003), le forme di humus in accordo al *Référentiel Pédologique* (AFES-INRA 1998).

Fig. 1 - Bilancio idrico del profilo 1 secondo Thornthwaite (interpolato all'intorno di Mezzana). T: temperatura media mensile (°C); P: precipitazione medie mensili (mm); ETP: evapotraspirazione potenziale (mm); P-ETP: deficit o surplus idrico (mm); AWL: perdita d'acqua cumulata (mm); AWC: riserva idrica del suolo (mm); C.ST: variazione della riserva; ETE: evapotraspirazione reale (mm); D: deficit idrico; S: surplus idrico; RO: scorrimento superficiale; TMD: ritenzione totale di umidità.



Tab. 1 - Bilancio idrico secondo Thornthwaite Periodo:1990 - 1999 AWC: 223 mm.

Parametro	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
T	-2.6	-2.4	1.1	2.9	7.5	10.5	13.2	13.3	8.9	4.8	0.1	-3.1	4.5
P	46.5	20.8	42.9	86.2	82	111.3	95.9	80.8	110.6	133.9	97.8	52.4	961
ETP	0	1.4	12.8	26.3	64.2	84.8	103	95.8	59	32.6	4	0	484
P-ETP	46	19	30	60	18	26	-7	-15	52	101	94	52	477
AWL	0	0	0	0	0	0	-7	-22	0	0	0	0	-29
AWC	223	223	223	223	223	223	216	201	223	223	223	223	223
CST	0	0	0	0	0	0	-7	-15	22	0	0	0	0
ETE	0	1.4	12.8	26.3	64.2	84.8	102.9	95.5	59	32.6	4	0	483
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	46	19	30	60	18	26	0	0	30	101	94	52	478
RO	56	38	34	47	32	29	15	7	19	60	77	65	478
TMD	279	261	257	270	255	252	231	209	242	283	300	288	3125

Secondo la nomenclatura francese gli orizzonti organici vengono definiti come segue: OL, lettiera, residui riconoscibili non trasformati; OF, residui frammentati, riconoscibili ma mescolati con coproliti (la sostanza organica fine è meno del 70 % in volume); OH, residui completamente trasformati che costituiscono la sostanza organica fine (la quale è presente per più del 70 % in volume). Gli orizzonti principali vengono poi ulteriormente caratterizzati con sotto-orizzonti (nella nomenclatura si utilizzano un pedice con lettera in stampatello minuscolo).

La classificazione delle forme di humus si basa sia sul riconoscimento degli orizzonti organici e del loro spessore, sia sulla presenza/assenza degli orizzonti organo-minerali diagnostici. Tra questi ultimi si distinguono, per caratteristiche morfologiche e parametri fisico-chimici: A biomacrostrutturati, A d'insolubilizzazione e A di giustapposizione. L'approccio tassonomico è principalmente morfologico. Le analisi chimiche degli humus sono state utilizzate per

confermare le evidenze di campagna.

Il tipo forestale in cui si trovano le aree di studio è una pecceta altimontana su substrati silicatici (Odasso 2002). Nel piano arboreo domina il *Picea excelsa* con percentuale di presenza pari a 95.7 %; la restante parte è occupata da *Larix decidua*.

Risultati e discussione

Pedoclimaticamente, secondo la definizione della *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff 2003) il regime di temperatura del suolo è frigido e il regime di umidità è udico (Tab. 1). Di seguito viene presentato il bilancio idrico del suolo secondo Thornthwaite, calcolato con il programma ST4 (Percich 1998, non pubblicato) utilizzando precipitazioni e temperature ottenuti da interpolazione puntuale su dati di stazioni distribuite nel territorio trentino (Sboarina & Cescatti 2004). I profili (tranne il Profilo 3) si ubicano su un unico versante e sono stati distribuiti spazialmente in modo tale da rappresentare le quattro diverse fasi di

Tessitura media dei profili

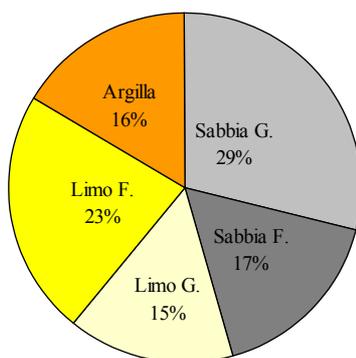


Fig. 2 - Rappresentazione della tessitura media dei profili pedo-umologici.

Tab. 2 - Classificazione dei profili pedo-umologici e spessore totale del profilo umifero (in cm).

Profilo	Fase forestale	Suolo ST 2003	Humus RP1995	Spessori humus cm
1	Apertura di rinnovazione con <i>Vaccinium</i> sp.	Typic Haplohumod	Amphimull	14
4	Apertura di rinnovazione con <i>Vaccinium</i> sp.	Typic Dystrudept	Amphimull	5
5	Apertura di rinnovazione con megaforbie	Spodic Dystrudept	Dysmull	3 mm
6	Fase di rinnovazione su masso granitico	Typic Dystrudept	Amphimull	11
7	Fase di rinnovazione su ceppaia	Typic Dystrudept	Dysmoder	8
3	Fase intermedia (pecceta giovane, versante accanto)	Spodic Dystrudept	Dysmoder	5
2	Fase matura (pecceta adulta)	Lithic Udorthent	Dysmoder	19

namiche della pecceta così caratterizzate:

(a) Apertura di rinnovazione:

- Profilo 5 a megaforbie con *Adenostyles glabrae*;
- Profilo 4 zona aperta e soleggiata con *Calamagrostis villosa* (e *Vaccinium* sp.);
- Profilo 1 nelle vicinanze di *Picea abies* adulta con *Vaccinium idaeus*; ben rappresenta pedologicamente una fase di transizione tra fase adulta e rinnovazione.

(b) Fase di rinnovazione:

- Profilo 6 su masso granitico con *Picea abies* di pochi cm;
- Profilo 7 su ceppaia con *Picea abies* di 1-2 m con *Phegopteris polypodioides* e *Viola rinviuiana*;

(c) Fase intermedia:

- Profilo 3 con perticaia ed esistenza di specie pioniere come *Betula* sp. ed *Alnus viridis*, *Dryopteris filix-mas*;

(d) Fase adulta:

- Profilo 2 con foresta a *Picea abies* adulta cresciuta sopra dei massi erratici.

I singoli orizzonti sono stati caratterizzati morfologicamente e chimicamente (Tab. 2). Le caratteristiche comuni a tutti i profili sono uno spessore medio di A di giustapposizione di 5 cm, la mancanza di un orizzonte E ben espresso (AE sottile), presenza di un B con colori rossastri (es. 7.5YR3/3) e struttura *fluffy*, predomina la tessitura franca (Fig. 2), il limite inferiore è spesso costituito da un C con scheletro e massi erratici granitici di 1 o più m. Tutti i profili presentano pedoturbazioni e carboncini. Dalla presenza di carboncini si deduce che la zona è stata, nel tempo, interessata da incendi. Questi incendi se fossero stati estesi anche a zone a monte avrebbero accelerato i fenomeni erosivi e permesso il movimento proprio dei limi, delle argille e dei carboni che si ritrovano negli orizzonti superficiali dei profili esaminati. I fenomeni di soliflusso avrebbero, secondo flussi preferenziali, trasportato queste particelle anche in alcun

orizzonti più profondi. Si sarebbero così formati livelli ben definiti di materiale fine e/o materiale leggero: ad esempio le scagliette di sericitoscisti a 15 cm in Profilo 5 e livelli di carboni rinvenibili in quasi tutti gli orizzonti. In base alle osservazioni precedentemente fatte si individua inoltre un "livello superficiale" fino a 35 cm arricchito di limo e argilla. Anche l'elevato contenuto di S.O. (che peraltro segue come andamento quello delle argille) è probabilmente dovuto a tale dinamica.

Gli orizzonti dei profili interessati da podzolizzazione appaiono molto disturbati, probabilmente a causa dei fenomeni di soliflusso, sono spesso sovrainspessiti e modificati da un colluvionamento, sia superficiale che subsuperficiale. Il materiale riferibile al colluvium ha subito apporti in tempi diversi e si ritrova sovrapposto e mescolato al *Solum*. Sono osservabili negli orizzonti superficiali dei profili 1 (Ag, 11-14 cm) e 2 (Ah 4-8 cm) colori da idromorfia: 2.5/N (gley).

Sono state individuate 3 principali forme di humus: Dysmoder (Profili 7.3.2), Dysmull (Profilo 5), Amphimull (Profili 1.6.4).

Le caratteristiche comuni ai Dysmoder osservati sono la presenza di un OH con spessore superiore a 4 cm, con un accumulo predominante di sostanza organica sulla superficie dell'orizzonte minerale senza un'incorporazione con gli orizzonti sottostanti. I Dysmull e gli Amphimull sono forme biologicamente più attive 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 a lombrichi e ai batteri) che favorisce la formazione di stabili complessi organo-minerali in A.

Nel sito a megaforbie (Profilo 5) sopra il Typic Haplohumod si osserva un Dysmull. Predominano pro-

Tab. 3 - Caratteristiche chimico fisiche indagate nei pedon.

Profili	Orizzonti	Profondità (cm)	C.O. (%)	C/N	pH H ₂ O
1	OHf	0.5-1.5	46.3	21	3.7
	OH	1.5-11	50.6	21	3.8
	Ah	11-14.0	22.2	20	3.9
	BwA	14-43	28.6	29	4.7
	Bs/BwA	43-88	18.1	29	4.8
	BsC	88-93	10.6	34	4.7
2	OLn	0.5-0.3	50.6	44	-
	OLv	0.3-0	50	35	-
	OF	0-3	49.2	28	-
	OHf	18.5-71.5	48.5	21	-
	Ah	18.5-71.5	43.6	25	3.8
	3	OH	0.3-4	46.6	20
Ah		4-8.0	31.1	16	4.0
Bhs		8.0-15	11.3	17	5.0
Bs		15-27	8.7	18	5.1
BsC		27-42	5.2	20	5.4
4		Muschio	3-1.0	45.7	25
	OL+OF	1-0	48.5	29	-
	OH	0-10	42.9	19	3.9
	Ah	10-11.0	18	18	4.0
	AE	11-12.0	10.2	17	3.9
	BsA	12-20.0	22.8	21	4.4
	Bhs	20-36	21.1	24	4.9
	Bs	26-19	10.4	24	4.3
5	Muschio	3-0.2	47.1	24	-
	OLv	0.2-0	45.6	26	-
	Ah	0-13	26.7	16	4.4
	A	13-30	18.7	21	4.7
	Bhs	30-59	12.1	20	5.1
	B	30-59	6.9	23	5.2
6	OLn	3-2.0	47.5	23	-
	OLv	2-0	48.3	22	-
	OH1	0.5-1.5	46.8	20	-
	OH2	1.5-8	46.9	19	4.2
7	OLn	1-0.5	46.8	26	-
	OLv	0.5-0	47.9	26	-
	OFm	0-0.3	48	28	-
	OH/A	0.3-5	44.2	19	4.0
	ceppaia	5-36.0	58.2	110	-
	Ah	36-47	18.7	16	4.0
	AE	47-50	10.4	17	3.8
	Bhs	50-65	11.6	19	4.1

cessi pedogenetici di idromorfia stazionaria (la falda affiora a 59 cm) e le megaforbie, specie nitrofile con predilezione per la luce verticale, si insediano a causa della minor mineralizzazione della sostanza organica in superficie, favorita dalla prolungata presenza

di neve (che abbassa la temperatura del suolo inoltre ciò viene confermato dal rapporto C/N= 25 del Dy-smull), ostacolando la rinnovazione.

La rinnovazione nella pecceta è stata osservata là dove ci sono graminacee (Profilo 1.4) o più frequen-

temente in corrispondenza o in vicinanza di vecchie ceppaie (Profilo 7) in quanto durante la decomposizione si produce calore e la spugnosità del legno permette di trattenere più acqua favorendo così la vitalità delle piantine.

Il Profilo 6 è un sito di rinnovazione in cui non si è formato ancora un suolo ma si osserva solamente un profilo umifero che segnala però, già ora, un'evoluzione verso il Lithic Udifolist che è ben espresso sotto pecceta fitta nel Profilo 2. Il profilo 6 infatti manca di un orizzonte A vero e proprio ma è stato classificato come un Amphimull spesso (Jabiol et al. 1995) con spessore totale di 11 cm. Si è assunto che OH evolverà verso un A biomacrostrutturato.

Si è riscontrato come la forma di humus determina l'evoluzione del suolo sottostante modificandone i caratteri morfologici (comparsa di A di giustapposizione in presenza di OH e di B/A con A biostrutturati) e chimici.

I processi pedogenetici a scala locale sono indirizzati dal tipo di forma di humus. Al di là della classificazione del suolo attuale l'humus è un buon indicatore della tendenza evolutiva del *Solum*. In particolare si è osservato che in presenza di forme a mull l'evoluzione del suolo si indirizza verso la brunificazione. La podzolizzazione appare come processo incipiente dove si osservano forme di humus a Dymoder (Profilo 3) che segnalano anche una situazione di disturbo (fasi forestali transitorie).

Conclusioni

Nell'ambito del Progetto di Ricerca "DINAMUS. Forme di humus e dinamica del bosco" è stato effettuato uno studio di 7 profili pedo-umologici in una peccata altimontana trentina (Pellizzano-TN). L'ambiente indagato appartiene ai domini pedogenetici della podzolizzazione a cui si associano forme di humus Dymoder e della brunificazione a cui si associano Dymull e Amphimull (Tab. 2). L'idromorfia osservata è di tipo stazionario. Si sono osservati inoltre processi di *colluvium* e formazione di orizzonti folistici.

La classificazione dei suoli e degli humus ha permesso di evidenziare, attraverso un approccio morfologico come, per una corretta interpretazione dei processi pedogenetici e umologici dell'ecosistema forestale siano da considerarsi insieme vegetazione, humus e suolo.

Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del Progetto di Ricerca "DINAMUS. 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.

Si ringraziano Matteo Girardi e Mirco Tomasi del laboratorio di analisi del Centro di Ecologia Alpina del Monte Bondone (TN) che hanno eseguito le analisi fisico-chimiche degli humus e dei profili pedologici.

Bibliografia

- AFES-INRA (1998). A sound reference base for soils. The "Référentiel Pédologique". Association Française pour l'Étude du Sol, Institut National de la Recherche Agronomique (Translation by Hodgson JM, Eskenazi NR, Baize D). Paris, pp. 322.
- Canada Soil Survey Committee (1978). The Canadian system of soil classification. Can. Dep. Agric., Supply and Services Canada, Ottawa, Ont. Publ. 1646, pp. 164.
- Green RN, Trowbridge RL, Klinka K (1993). Towards a taxonomic classification of Humus forms. Society of American Foresters, Forest Science-Monograph 29, vol. 39 n.1, pp. 50.
- Hartmann F (1970). Gli humus forestali. Padova, CEDAM, pp. 284.
- Jabiol B, Bretes A, Ponge JF, Toutain F, Brun JJ (1995). L'Humus sous toutes ses formes. École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, France, 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. Franco Angeli Editore, Milano.
- Odasso M (2002). Tipi forestali del Trentino. Report n° 25. Centro di Ecologia Alpina, pp.192.
- Percich L (1998). Programma ST4 pedoclima i.3 xls (non pubblicato).
- Sanesi G (1977). Guida alla descrizione del suolo. CNR, n° 11, Firenze, pp. 157.
- Sboarina C, Cescatti A (2004). Il clima del Trentino. Distribuzione spaziale delle principali variabili climatiche. Report n° 33. Centro di Ecologia Alpina, pp. 20.
- Soil Survey Staff (2003). Keys to Soil Taxonomy (9th edn). Soil Survey Staff, USDA, Department of Agriculture, Washington, USA.

Author's Box

Silvia Chersich si è laureata in Scienze Ambientali (DISAT, Università di Milano Bicocca, Facoltà delle Scienze matematiche, fisiche, naturali) nel 1997 con una tesi di laurea riguardante l'analisi ambientale-ecologica un'area del Mes-

sico Centrale caratterizzata da forte pressione antropica, dal titolo: "Studio pedologico-ambientale della piana del lago di Cuitzeo" (Relatore Prof. Previtoli F.). Nel 2004 è stato conferito il titolo di *Dottore di ricerca in Pedologia* con la tesi: "Studio degli humus forestali e del loro ruolo nella conservazione del suolo degli ecosistemi forestali", XV ciclo Università degli Studi di Palermo, Dipartimento ACEP, Agronomia (Coordinatore Prof. Dazzi C. e Tutore: Prof. Previtoli F.). Dal 1997 ad oggi si è occupata di pedologia con rilevamento di campo e classificazione, genesi di suoli e caratterizzazione della sostanza organica e humus sia in Italia (principalmente Piemonte, Lombardia e Trentino Alto Adige) che all'estero (Repubblica Ceca, Russia, Giappone e Messico) collaborando con il DISAT (Università Mi-

lano Bicocca), il CNR di Milano (<http://progetto.valchiavenna.unimi.it>), l'ERSAF, l'IRPI di Torino, il Centro di ecologia alpina del Monte Bondone-TN (<http://www.cealp.it/attivita/humus>) su progetti finanziati Murst, Ministero Affari Esteri, CEE e OCDE (*Organisation for Economic Co-operation and development*). Attiva nell'aggiornamento nella partecipazione a convegni (socia SISS, SIPE, SISEF; conta più di 30 pubblicazioni) e nell'attività didattica. Si è anche occupata di pedologia in relazione a coperture vegetali, idrologia, archeologia e agricoltura sostenibile. Grande sostenitrice dello studio delle forme di humus come costituente ecologico-funzionale di raccordo tra vegetazione e suolo (<http://humusresearchgroup.grenoble.cemagref.fr>). Attualmente collabora con Enti che ne facciano richiesta.
