

Studio della componente organica del suolo di faggete trentine in relazione al trattamento selvicolturale

Cason D ⁽¹⁾, Carletti P ⁽¹⁻²⁾, Frizzera L ⁽²⁾, Nardi S* ⁽¹⁾

(1) Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Università di Padova, Agripolis - Strada Romea 16, I-35020 Legnaro (PD - Italy); (2) Centro di Ecologia Alpina, Fondazione Edmund Mach, I-38100 Viote del Monte Bondone (TN - Italy) - *Corresponding Author: Serenella Nardi (serenella.nardi@unipd.it).

Abstract: Investigation on soil organic component and its relationships with silvicultural regime in beechwoods (Trentino, Italy). Since the last 50 years, areas where beech coppices remain unmanaged are increasing in Italy. In more recent years some of these coppices underwent conversion to high-forest. Little information exists on the consequences of this management choice for ecosystem properties, such as soil organic matter and soil humic substances. This study consists in a quantitative and qualitative characterization of soil organic matter as a function of different management and pedoclimatic conditions in beech coppices in Trentino, Northern Italy. The study was conducted in four beech coppices, two calcicolous mesic typical beech forests and two calcicolous xeric beech forests. For each forest type we selected one unmanaged coppice (over the last 40 years) and one coppice stand converted to high forest by releasing a limited number of standards. The qualitative features of humic substances were examined through gel-filtration and Diffuse Reflectance Infra Red Spectroscopy. Results show that the two types of forest respond in a different way to the conversion treatment. In mesic beech forest, humification parameters appear to slow down after silvicultural treatment; in xeric beech forest, a stronger polycondensation of humic compounds was observed after the silvicultural treatment.

Keywords: Soil organic matter, Humic substance, Silviculture, Beechwood, Italy.

Received: Jun 15, 2007; Accepted: Mar 05, 2008

Citation: Cason D, Carletti P, Frizzera L, Nardi S, 2008. Studio della componente organica del suolo di faggete trentine in relazione al trattamento selvicolturale. *Forest@* 5: 20-27 [online: 2008-03-27] URL: <http://www.sisef.it/forest@/>.

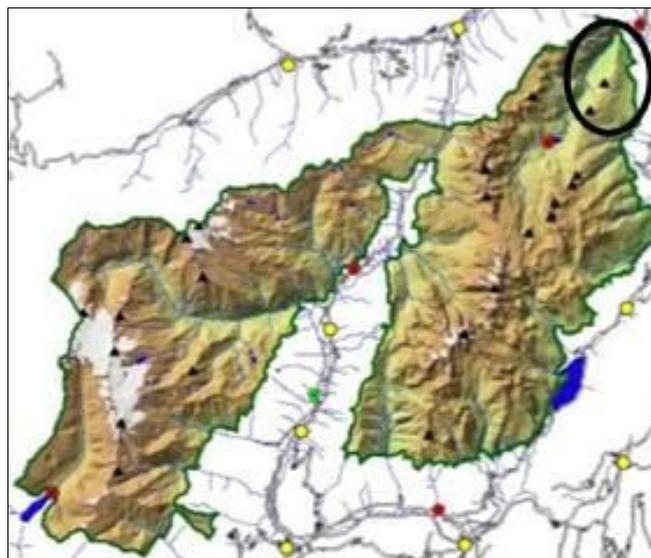
Introduzione

Il bosco ceduo è un sistema selvicolturale ancora molto diffuso tra le nazioni europee del mediterraneo, dove copre un'area di circa 23 milioni di ettari (UN-ECE-FAO 2000). In Italia, le aree a ceduo assommano a circa 3.9 milioni di ettari localizzati lungo le zone più basse delle Alpi e lungo tutta la catena Appenninica (Ciancio et al. 2006) costituendo il 52.8% dei boschi italiani (Ciancio & Nocentini 2004). Il successo della gestione a ceduo può essere spiegato considerando i vantaggi che questo tipo di trattamento offre ai proprietari delle foreste: semplicità di gestione, facile rapida rinnovazione naturale, veloce crescita del nuovo soprassuolo e quindi rotazioni brevi e ricavi più frequenti rispetto alle foreste ad alto fusto (Ciancio et al. 2006). La gestione dei boschi cedui nell'area mediterranea, dopo la crisi degli anni

'50, si è andata caratterizzando per successivi adattamenti ai mutamenti economici e sociali, sia con adeguamenti del trattamento, sia con la scelta di opzioni culturali diversificate (Di Matteo et al. 2005). Queste ultime si sono tradotte nella sospensione delle utilizzazioni, che hanno determinato il cosiddetto "invecchiamento" dei cedui, e nell'avviamento all'alto fusto, che ha interessato soprattutto zone di proprietà pubblica (Amorini et al. 1996).

Poiché i cedui italiani variano molto in termini di composizione, struttura e gestione i sistemi ed i metodi di conversione a foreste d'alto fusto non possono essere generalizzati: una forte flessibilità è richiesta (Ciancio & Nocentini 2004). L'abbandono della ceduzione porta, di per sé, ad una lenta evoluzione naturale verso l'alto fusto, ma una gestione forestale più attiva può favorire la dinamica del bosco ed il

Fig. 1 - Parco Naturale Adamello-Brenta. In evidenza l'area di studio, Valle di Non.



raggiungimento della struttura finale desiderata riducendo il rischio di danni da incendio, schianti ed attacchi parassitari, pur garantendo un certo quantitativo di legname durante la conversione (Ciancio et al. 2006). Nel complesso, la conversione di cedui di faggio nelle aree montane è un processo piuttosto lungo. La trasformazione di un bosco ceduo fino ad una foresta adulta ad alto fusto può durare fino a 150 anni, a seconda della fertilità della stazione (Ciancio & Nocentini 2004).

Gli effetti della gestione forestale sulla biodiversità e sul funzionamento degli ecosistemi forestali sono stati valutati in vari contesti (Bengtsson et al. 2000, Decocq et al. 2004, Ponge & Chevalier 2006, Van Calster et al. 2007). Le conseguenze della gestione forestale e delle condizioni pedoclimatiche sull'evoluzione della sostanza organica del suolo sono state, però, solo raramente evidenziate (Holscher et al. 2001).

La sostanza organica del suolo (SO) viene descritta come "l'insieme dei residui animali e vegetali, a vari stadi di decomposizione, e le sostanze derivanti dall'attività biologica della popolazione vivente nel terreno" (SSSA 1997). La sostanza organica riveste un ruolo fondamentale nei cicli chimici e biologici del terreno, pur rappresentando in peso soltanto il 3% circa del suolo, e costituisce la maggior riserva di C sulla terra (circa il 40% - Schimel 1995, Garten et al. 1999). La SO non è stabile, ma è sottoposta a continue azioni di trasformazione, ad opera della pedofauna e dei microrganismi, e di stabilizzazione per interazione con la componente minerale del suolo. L'insieme dei processi non degradativi a carico della SO è noto come umificazione. L'umificazione comporta la formazione delle sostanze umiche (SU, 70-80% della SO) essenziali nei processi fisico-chimico-

biologici nel suolo (Stevenson 1994). La SO e le SU sono componenti in grado di migliorare le caratteristiche chimico-fisiche del suolo: promuovono la flocculazione dei minerali dell'argilla in complessi argillo-umici, aumentano la capacità di scambio cationico, regolano il contenuto idrico e la permeabilità del terreno.

L'obiettivo di questa ricerca è una caratterizzazione quanti-qualitativa della SO in funzione della storia gestionale e dei caratteri pedoclimatici in faggete trentine. Il lavoro, svolto nell'ambito del progetto InHUMUSNat2000, coordinato dal Centro di Ecologia Alpina (Monte Bondone, Trento), ha preso in esame particelle forestali rientranti nella rete Natura 2000 anche allo scopo di fornire dati utili alla messa in atto di azioni di conservazione della diversità biologica e di uso sostenibile del territorio montano, secondo le linee guida dettate dalla Direttiva europea Habitat (92/43 CEE).

Materiali e metodi

La zona analizzata fa parte del Sito d'Interesse Comunitario (SIC) Dolomiti di Brenta (codice BioItaly IT3120009), all'interno del Parco Naturale Adamello-Brenta. I quattro siti scelti sono localizzati nella zona NE del Parco, destra orografica della Valle di Non, nel territorio del comune di Denno (Fig. 1 - CEA 2006). La precipitazione media annua, calcolata negli ultimi 10 anni (1998-2007), è di 995 mm. La temperatura media annua è di 10.4 °C, con una temperatura media del mese più freddo di 1.7 °C in gennaio e la temperatura media del mese più caldo di 21 °C in luglio. Nell'area di studio è netta la dominanza del Faggio (*Fagus sylvatica* L.), specie mesofila, oceanica, di climi con abbondanti precipitazioni ed escursioni

termiche mitigate da un elevato tasso di umidità (Odasso 2002). Gli habitat presenti sono le Faggete calcicole (*Cephalanthero-Fagion*) e le Faggete di *Asperulum-Fagetum*. I siti sono distinti tra loro per tipologia forestale: Faggete dei suoli mesici (FM) e Faggete dei suoli xerici (FX), in base alle caratteristiche stazionali e floristiche (Del Favero 2004); e per trattamento selvicolturale: Faggete non trattate (FNT) e Faggete trattate (FT - Tab. 1). Le faggete non trattate consistevano in boschi a ceduo non sottoposti a tagli negli ultimi 40 anni, cresciuti dalle ceppaie della precedente utilizzazione; le faggete trattate erano costituite da boschi a ceduo recentemente sottoposti a taglio di conversione ad alto fusto, tramite il rilascio di un limitato numero di polloni (800 e 1100 per ettaro rispettivamente per la faggeta dei suoli mesici e per la faggeta dei suoli xerici). In totale, sono state quindi analizzate quattro aree.

In ognuna di queste aree sono stati aperti quattro profili lungo un transetto di 50 metri, da cui sono stati prelevati campioni indisturbati dagli orizzonti organici e organo-minerali, che sono stati asciugati all'aria e setacciati (< 2 mm) prima di effettuare le analisi chimiche. Il pH è stato misurato in una sospensione suolo:acqua (1:2.5) per via potenziometrica. Il carbonio organico (CO) è stato determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio 1 N (Walkley & Black 1934); la percentuale di sostanza organica (SO) è stata ottenuta moltiplicando la percentuale di CO per il fattore 1.72. L'azoto totale (N) è

stato determinato utilizzando il metodo Kjeldahl (Bremner 1996). I componenti umici sono stati estratti con una soluzione 0.5 M di idrossido di sodio con successiva centrifugazione e filtraggio. Le frazioni umica e fulvica sono state estratte con centrifugazione dopo l'aggiunta di acido solforico (Stevenson 1994). Il contenuto in carbonio umico (Ch) e fulvico (Cf) di tali frazioni purificate è stato valutato con metodo ossidimetrico impiegando bicromato di potassio 0.1 N (Walkley & Black 1934). Per la valutazione qualitativa delle sostanze umiche si è utilizzata la tecnica della gel-filtrazione tramite gel Sephadex G-100 come riportato in Dell'Agnola & Ferrari (1971). Per l'analisi spettroscopica DRIFT (*Diffuse Reflectance Fourier Transform Infrared*), la frazione umica è stata estratta con l'aggiunta di acido cloridrico (HCl), centrifugata e dializzata in acqua deionizzata (Stevenson 1994). L'analisi DRIFT è stata effettuata come in (Montecchio et al. 2006). Un'analisi della varianza (ANOVA) a due vie (PROC GLM) seguita da test di separazione delle medie (Student-Newman-Keuls) sono stati eseguiti tramite il software SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC) al fine di valutare gli effetti legati alla tipologia forestale, al trattamento selvicolturale e gli effetti incrociati sulle variabili prese in considerazione.

Risultati e discussione

Il quadro dei risultati delle analisi si mostra nel complesso caratterizzato da valori in linea con l'eco-

Tab. 1 - Caratteristiche stazionali dei quattro siti analizzati. (*): dati forniti dalla Dott.ssa Silvia Chersich e dal Prof. Franco Previtali, Dip. Di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi, Milano Bicocca.

Sito	FX T	FX NT	FM NT	FM T
Coordinata N	5125326	5125228	5125666	5125586
Coordinata E	1654388	1654361	1654565	1654503
Data ultimo trattamento	2001	1960	1958-1960	2001
Tipologia forestale	Faggeta dei suoli xerici	Faggeta dei suoli xerici	Faggeta dei suoli mesici	Faggeta dei suoli mesici
Trattamento selvicolturale	Trattato	Non Trattato	Non Trattato	Trattato
Altitudine (m)	1165	1134	1157	1166
Pendenza (°)	26	37	6	16
Esposizione	SE	S	SE	E
Esposizione versante	122	166	116	105
Substrato litologico	Calcere	Calcere	Dolomia	Dolomia
Morfologia agente fisico	dinamica di versante	dinamica di versante	dinamica di versante	dinamica di versante
Statura (m)	14.5	16	20	24
Classificazione (IUSS 2006) *	Haplic Cambisol (Hyperhumic, Eutric)	Haplic Cambisol (Calcaric, Humic, Skeletic)	Haplic Regosol (Calcaric, Humic)	Haplic Cambisol (Humic, Orthoeutric)

Tab. 2 - Dati complessivi suddivisi per tipologia forestale (FX: Faggeta suoli xerici; FM: Faggeta suoli mesici), per trattamento selvicolturale (T: trattato; NT: non trattato). Orizzonte organico (O) e orizzonte organo-minerale (A). λ_a : lunghezza d'onda 472 nm, λ_b : lunghezza d'onda 664 nm e W: indice di Welte (E4/E6).

Tipo	Trat	Oriz	pH	CO%	SO%	N%	C/N	CU%	CU/CO	Ch%	Cf%	Ch/Cf	$\lambda_a1\%$	$\lambda_a2\%$	$\lambda_a3\%$	$\lambda_b1\%$	$\lambda_b2\%$	$\lambda_b3\%$	W1	W2	W3	
FX	T	A	6.21	27.00	46.55	1.48	18.24	4.32	0.16	1.96	3.88	0.50	29.99	66.73	3.28	35.49	60.98	3.53	4.50	5.52	4.56	
		O	5.47	33.60	57.93	1.76	19.09	6.52	0.19	3.92	4.19	0.94	23.45	74.19	2.37	36.39	59.35	4.26	3.79	6.33	3.58	
		A	6.25	6.20	10.69	0.49	12.65	2.52	0.41	3.95	1.71	2.30	30.75	65.99	3.26	39.06	56.18	4.76	4.22	5.44	3.76	
		A	5.14	13.70	23.62	0.75	18.27	3.89	0.28	1.77	3.77	0.47	23.06	72.15	4.79	31.04	63.88	5.08	5.04	6.73	6.58	
		O	5.18	35.60	61.37	1.78	20.00	5.63	0.16	2.79	3.35	0.83	31.06	66.75	2.19	38.04	59.26	2.70	4.26	5.37	4.29	
		A	5.91	10.50	18.10	0.53	19.81	2.28	0.22	1.81	1.75	1.03	25.51	69.48	5.00	34.51	59.40	6.09	3.69	5.24	4.62	
NT	O	A	6.82	37.30	64.31	2.21	16.88	6.52	0.17	3.69	5.33	0.69	19.37	79.04	1.58	25.84	71.34	2.83	4.06	5.80	3.48	
		A	7.44	17.20	29.65	1.41	12.20	1.55	0.09	1.51	0.99	1.52	13.80	76.46	9.74	21.08	66.09	12.84	2.97	5.74	4.35	
		A	6.89	6.80	11.72	0.50	13.60	2.20	0.32	1.73	1.37	1.26	26.11	67.36	6.53	32.74	58.89	8.38	3.68	5.21	3.90	
		O	6.06	40.90	70.51	2.04	20.05	7.22	0.18	4.37	1.44	3.03	23.62	74.33	2.05	29.99	66.37	3.64	4.46	6.19	3.56	
		A	7.60	11.70	20.17	0.81	14.44	2.06	0.18	0.95	6.18	0.15	12.30	81.68	6.02	19.14	74.02	6.84	3.51	6.52	5.38	
		O	5.78	40.00	68.96	1.97	20.30	5.71	0.14	2.26	4.64	0.49	33.51	64.58	1.91	39.02	57.95	3.04	4.47	5.80	3.68	
FM	T	O	5.64	36.60	63.10	2.12	17.26	6.59	0.18	3.15	5.05	0.62	28.04	69.48	2.48	35.27	61.46	3.27	4.20	5.85	4.23	
		A	5.33	16.50	28.45	0.97	17.01	2.03	0.12	0.51	1.64	0.31	21.12	71.22	7.66	25.54	66.72	7.74	5.34	6.19	6.05	
		A	5.67	13.90	23.96	0.85	16.35	2.28	0.16	1.28	1.60	0.80	28.12	66.80	5.09	35.21	56.47	8.32	4.43	5.80	3.92	
		NT	O	5.08	30.00	51.72	1.78	16.87	7.58	0.25	5.20	4.72	1.10	39.19	59.84	0.97	47.53	50.42	2.05	3.84	5.40	2.72
			A	5.97	13.20	22.76	0.75	17.60	1.96	0.15	2.36	1.53	1.54	31.63	62.91	5.46	37.75	54.84	7.41	4.77	6.53	4.92
			O	5.73	14.10	24.31	0.82	17.20	6.43	0.46	2.34	4.81	0.49	29.48	68.07	2.45	37.99	58.00	4.01	4.07	5.76	4.05
NT	A	5.53	6.43	11.08	0.62	10.44	2.30	0.36	1.52	1.84	0.82	25.21	68.23	6.56	31.93	60.65	7.43	4.98	6.21	5.77		
	O	5.86	12.60	21.72	0.72	17.50	3.42	0.27	3.39	3.12	1.09	22.21	73.60	4.19	27.04	67.01	5.95	4.34	5.53	4.41		

sistema forestale considerato (Pizzeghello et al. 2001). Il pH dei campioni di suolo presenta valori tra il 5.08 ed il 7.60, rispecchiando da un lato la litologia delle stazioni a carattere tendenzialmente carbonatico, dall'altro, la reazione della soluzione circolante è influenzata anche dal tipo e dalla composizione della lettiera (Tab. 2). Il rapporto CU/CO evidenzia valori dal 10% al 40%, i quali caratterizzano situazioni in cui il ciclo della SO è bilanciato o leggermente spostato verso l'accumulo. I dati del rapporto C/N variano da 10.44 a 20.30, mentre i valori di Ch/Cf mostrano un'elevata variabilità (tra 0.15 e 3.03).

L'analisi statistica condotta (Tab. 3) mostra come solo alcune delle variabili considerate evidenzino differenze medie statisticamente significative considerando gli effetti principali indagati (gestione e tipo), forse a causa della ridotta numerosità campionaria.

L'unica variabile statisticamente significativa per tutti gli effetti considerati è il pH. La media dei pH dei campioni delle faggete dei suoli xerici si mostra, infatti, significativamente più alta della media dei campioni delle faggete dei suoli mesici (Tab. 4). Il

trattamento sembra influenzare il pH medio dei campioni di suolo, con una media significativamente più alta nel caso dei campioni di faggete non trattate (pH = 6.30) rispetto a quella delle faggete trattate (pH = 5.64). In precedenti lavori su suoli di faggeta (Hardtle et al. 2004) è apparso come i valori di pH, in particolare quando compresi tra il 4 ed il 7, siano correlati con la disponibilità di nutrienti. Nel nostro caso, però, non si riscontrano differenze significative nelle altre variabili considerate. Questo può essere imputato al breve periodo di tempo intercorso tra il trattamento ed il prelievo dei campioni. Infatti, se da un lato il pH del suolo è noto per essere uno dei parametri più sensibile alle variazioni dell'ecosistema (Pizzeghello et al. 2001, Berger et al. 2004), dall'altro il ciclo della sostanza organica del suolo richiede tempi più lunghi per rispondere alle perturbazioni (Tan 1998, Tan et al. 2004).

Considerando gli effetti combinati di gestione e tipo è possibile evidenziare i cambiamenti indotti dal trattamento nell'ambito dei due tipi forestali considerati. In questo caso risultano significativamente differenti le variabili pH, CU/CO ed il contenuto di

Tab. 3 - Modello fattoriale ANOVA a 2 vie per gli effetti di tipo e trattamento sulle variabili chimiche delle SO. Solo le variabili significative sono riportate.

pH	DF	Type III SS	MS	F Value	Pr > F
tipo	1	1.99	1.99	7.58	0.014
trat	1	1.64	1.64	6.25	0.023
tipo*trat	1	1.19	1.19	4.53	0.048
Cu/Co	DF	Type III SS	MS	F Value	Pr > F
tipo	1	0.00	0.00	0.16	0.691
trat	1	0.01	0.01	1.21	0.286
tipo*trat	1	0.04	0.04	5.80	0.028
λ_b1 (%)	DF	Type III SS	MS	F Value	Pr > F
tipo	1	21.50	21.50	0.58	0.456
trat	1	9.78	9.78	0.26	0.613
tipo*trat	1	63.81	63.81	4.44	0.049

SU a più alto peso molecolare (Tab. 3). Il pH medio dei campioni di faggete di suoli xerici non trattati risulta significativamente più alto rispetto alle altre condizioni considerate (Tab. 4). Le medie dei rapporti CU/CO evidenziano una differenza significativa tra i campioni di suoli mesici di faggete trattate e non trattate mentre i campioni di suoli xerici non mostrano differenze significative. Il contenuto di frazioni umiche a più alto peso molecolare mostra differenze significative a seguito del trattamento sia nei campioni di suolo di faggete di tipo xerico che nelle medie dei campioni di faggete di tipo mesico, con andamento opposto, aumentando nel primo caso e diminuendo nel secondo. Nel complesso questi dati mostrano che i due ecosistemi considerati rispondono in maniera diversa al trattamento. La variabilità delle risposte, unita alla mancanza di dati in letteratura, rende molto difficile delineare un modello capace di spiegare questi risultati.

Nel caso delle faggete di suoli mesici il trattamento sembra indurre una diminuzione dei parametri relativi all'umificazione, come si nota anche dal diverso, seppur non statisticamente significativo, rapporto Ch/Cf. Valori di Ch/Cf superiori a 0.7 sono considerati relativi a lettiere accumulative (Dell'Agnola 1978). Nel nostro caso, quindi, i dati indicano che il trattamento, riducendo questo rapporto, rende le lettiere da accumulative a medie.

Questi effetti potrebbero essere associati alla maggior insolazione ed al relativo aumento di temperatura al suolo a seguito dell'apertura della copertura forestale (Ritter 2005). Le faggete dei suoli xerici, pur evidenziando cambiamenti indotti dal trattamento, non mostrano un chiaro andamento.

In Fig. 2, sono riportati i cromatogrammi relativi alla gelfiltrazione delle SU estratte da alcuni campioni di orizzonti organo-minerali, suddivisi per tipo di faggeta e trattamento. Anche in questo caso le rispo-

Tab. 4 - Medie relative alle faggete di suoli mesici (FM) e di suoli xerici (FX) raggruppate secondo il trattamento (NT= non trattato; T= trattato). I valori seguiti da lettere (a, b) sono risultati differenti al test Student-Newman-Keuls ($p < 0.05$).

Tipo	Trattam.	pH	CO (%)	SO (%)	N (%)	C/N	CU (%)	CU/CO	Ch (%)	Cf (%)	Ch/Cf	λ_{a1} (%)	λ_{a2} (%)	λ_{a3} (%)	λ_{b1} (%)	λ_{b2} (%)	λ_{b3} (%)	W1	W2	W3
X	-	6.28 ^a	22.73	39.19	1.28	17.04	4.11	0.21	2.51	3.05	1.15	24.32	71.70	3.99	31.82	62.91	5.27	4.05	5.82	4.30
M	-	5.60 ^b	17.92	30.89	1.08	16.28	4.07	0.24	2.47	3.04	0.85	28.12	67.52	4.36	34.78	59.45	5.77	4.50	5.91	4.51
T	-	5.64 ^a	21.51	37.09	1.19	17.63	4.01	0.21	2.35	2.99	0.87	26.79	69.20	4.01	34.50	60.41	5.08	4.39	5.83	4.62
NT	-	6.30 ^b	20.44	35.23	1.21	16.09	4.17	0.23	2.60	3.09	1.16	25.00	70.78	4.22	31.78	62.48	5.75	4.09	5.87	4.19
X	T	5.69 ^a	21.10	36.38	1.13	18.01	4.19	0.24 ^{ab}	2.70	3.11	1.01	27.30	69.22	3.48	35.75 ^b	59.84	4.40	4.25	5.77	4.57
X	NT	6.78 ^b	24.13	41.60	1.41	16.20	4.04	0.18 ^{ab}	2.35	3.00	1.27	21.75	73.82	4.42	28.44 ^a	65.54	6.01	3.87	5.86	4.07
M	T	5.55 ^a	22.33	38.50	1.31	16.88	3.63	0.15 ^a	1.65	2.76	0.58	25.76	69.16	5.08	32.01 ^a	61.55	6.44	4.66	5.95	4.73
M	NT	5.63 ^a	15.27	26.32	0.94	15.92	4.34	0.30 ^b	2.96	3.21	1.01	29.54	66.53	3.93	36.45 ^b	58.19	5.37	4.40	5.89	4.37

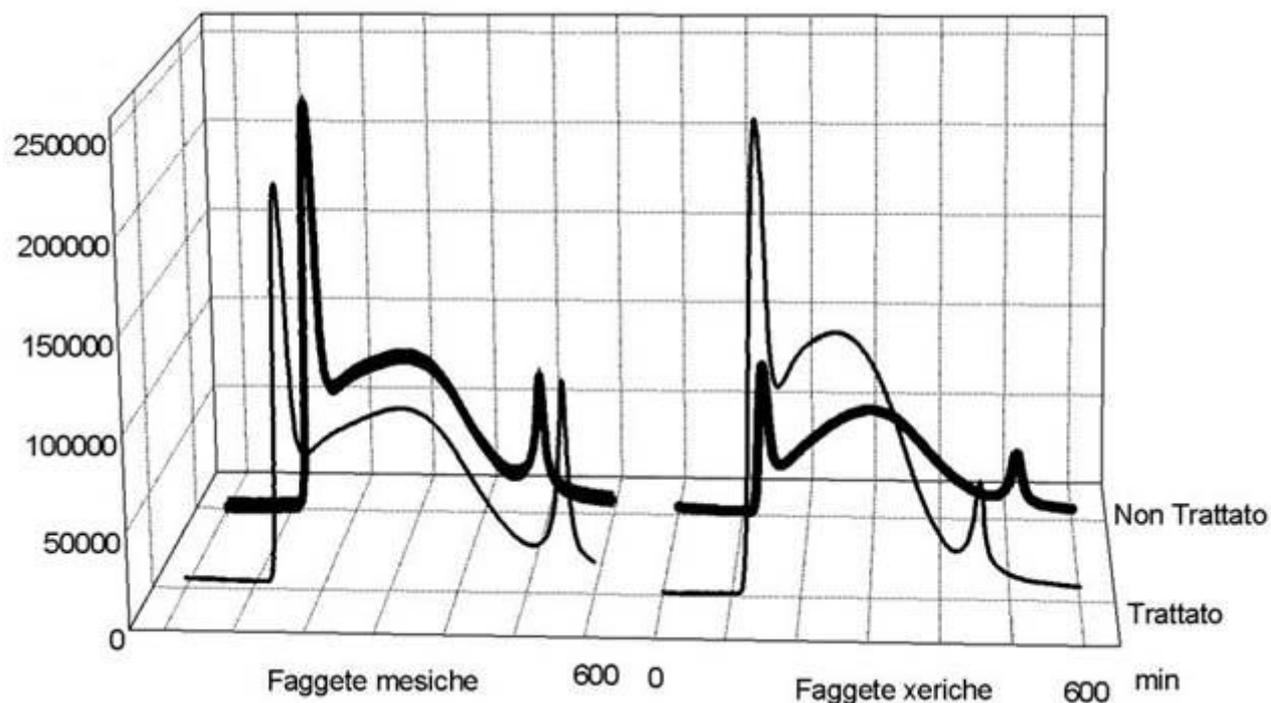
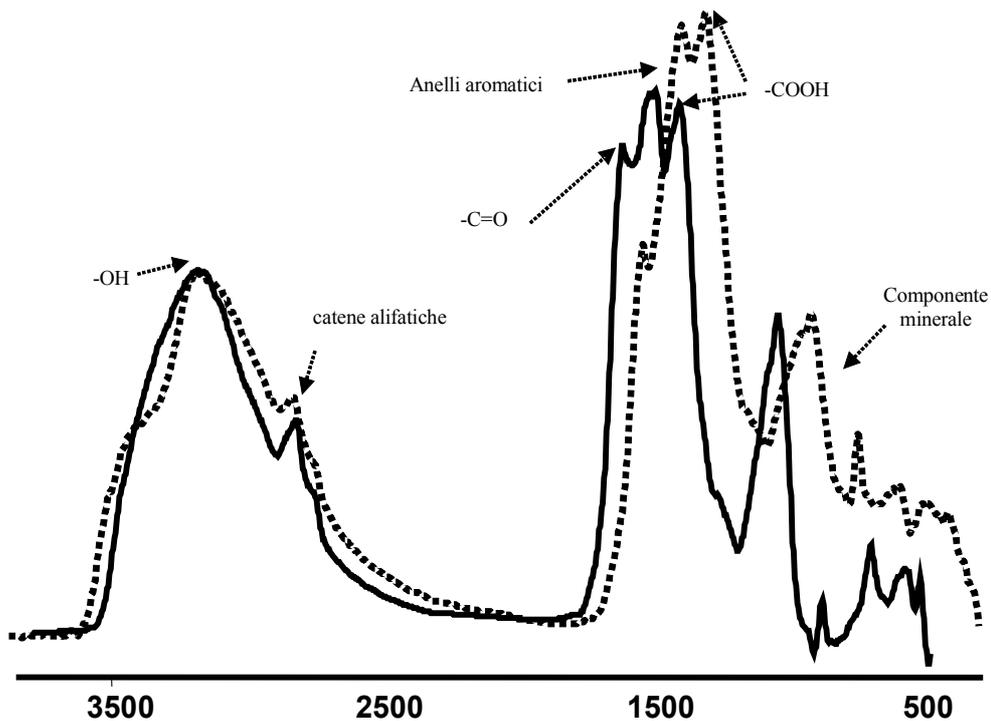


Fig. 2 - Cromatogrammi della gelfiltrazione delle sostanze umiche estratte da alcuni campioni di orizzonti organo-minerali.

ste al trattamento sono diverse nei due tipi di faggeta. Dal grafico si nota come le SU di faggete mesiche trattate e non trattate presentino profili cromatografici simili, risultando perciò poco influenzate dal

trattamento. I campioni di suoli di faggete xeriche, al contrario, mostrano una variazione delle frazioni molecolari delle SU, con un picco di assorbanza maggiore nella frazione ad alto PM e con una frazio-

Fig. 3 - Spettri DRIFT delle SU estratte dalle Feggete di suoli xerici. La linea punteggiata si riferisce a campioni della faggeta trattata, la linea continua a campioni prelevati in faggeta non trattata.



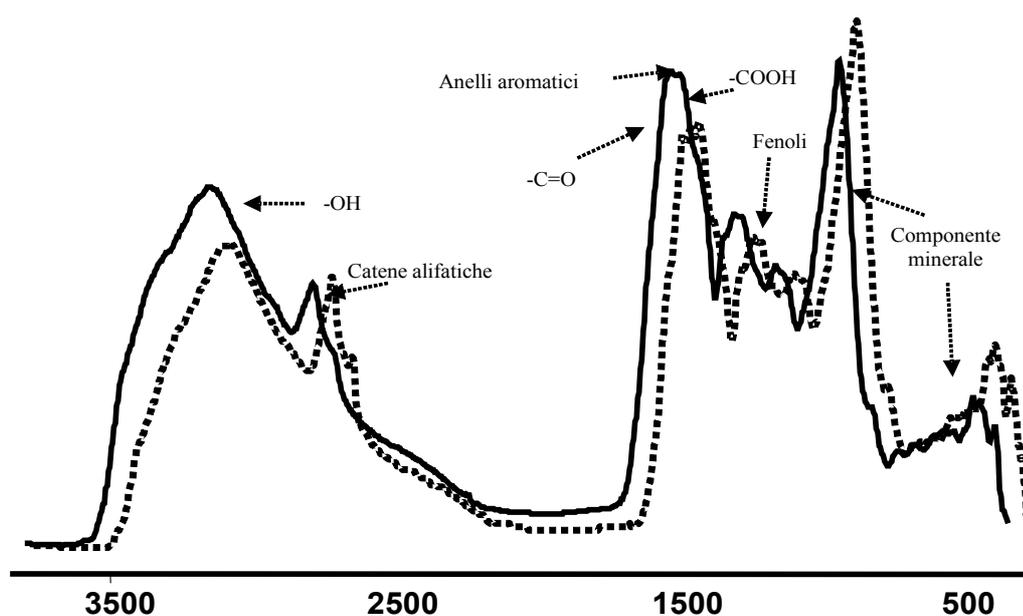


Fig. 4 - Spettri DRIFT delle SU estratte dalle faggete di suoli mesici. La linea punteggiata si riferisce a campioni della faggeta trattata, la linea continua a campioni prelevati in faggeta non trattata.

ne a medio PM caratterizzata da tempi di ritenzione più vicini alla precedente a seguito del trattamento. Questo può essere associato ad un processo di policondensazione più spinto, che si rispecchia anche nei valori medi percentuali delle frazioni ad alto e medio PM (35.75% e 59.84%).

L'analisi di riflettanza diffusa IR (DRIFT), riferita alle SU estratte da alcuni campioni dei siti in esame, evidenzia differenze nella struttura chimica delle stesse a seconda del trattamento selvicolturale. Le SU delle faggete trattate di suoli xerici sono caratterizzate da un aumento di catene alifatiche, anelli aromatici e dei gruppi funzionali $-COO^-$ (Fig. 3), rispetto alle faggete xeriche non trattate (Montecchio et al. 2006). Queste caratteristiche chimiche confermano i fenomeni di policondensazione nei suoli delle faggete xeriche evidenziati dalle analisi di gel filtrazione. Nei campioni estratti da FM, le variazioni indotte dal trattamento paiono meno marcate, come nel caso della gel filtrazione: i gruppi $-OH$ e le catene alifatiche rivelano picchi meno intensi, così come i gruppi funzionali $-C=O$ ed $-COO^-$ (Fig. 4).

Conclusioni

Dal punto di vista quantitativo, i parametri studiati mostrano che il trattamento è in grado di indurre cambiamenti nel ciclo della sostanza organica del suolo in entrambe le tipologie considerate. Le faggete non trattate dei suoli mesici mostrano valori medi più elevati per i parametri dell'umificazione della sostanza organica rispetto alle faggete mesiche trattate. Questo effetto può essere imputato ai cambiamenti

pedoclimatici avvenuti a seguito dell'apertura della copertura forestale. Nel caso delle faggete dei suoli xerici i cambiamenti indotti dal trattamento non mostrano un chiaro *trend*, rendendo difficile la loro interpretazione.

Le analisi qualitative, gel filtrazione e DRIFT, mostrano conseguenze meno marcate del trattamento sulla struttura delle sostanze umiche estratte da suoli di faggete mesiche rispetto a quelle estratte da suoli di faggete xeriche in cui il trattamento pare dare il via a fenomeni di policondensazione delle SU.

Questo studio rivela che il *turnover* della sostanza organica presenta un sottile equilibrio influenzabile dall'azione antropica e dipendente dalle condizioni stagionali e dal tipo di vegetazione. Il breve periodo trascorso dal cambiamento del trattamento selvicolturale non risulta tuttavia sufficiente a definire con sicurezza l'evoluzione della materia organica ed il suo nuovo equilibrio. In tal senso, in un'ottica gestionale dei siti della rete Natura 2000, questo studio andrebbe proseguito nel lungo periodo.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Dott. Claudio Chemini (Centro di Ecologia Alpina) ed il Prof. Franco Viola (Università di Padova, Dip. TESAF), per l'utilizzo e lo studio dei campioni di suolo. Inoltre, la Dott.ssa Silvia Chersich ed il Prof. Franco Previtoli (Università di Milano - Bicocca), il Dott. Lorenzo Guagliardo, la Dott.ssa Ornella Francioso (Università di Bologna, Dip. Scienze Agroambientali). Questo lavoro fa parte del progetto "INHUMUSnat2000 - Forme di humus-indicatori di

funzionalità per i siti di Natura 2000", finanziato dal Fondo per i Progetti di Ricerca della Provincia Autonoma di Trento, delibera G.P. n. 1587/2004.

Bibliografia

- Amorini E, Bruschini S, Cutini A, Di Lorenzo MG, Fabbio G (1996). Treatment of Turkey oak (*Quercus cerris* L.) coppices. Structure, biomass and silvicultural options. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura Arezzo* 27: 105-111.
- Bengtsson J, Nilsson SG, Franc A, Menozzi P (2000). Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management* 132: 39-50.
- Berger TW, Kollensperger G, Wimmer R (2004). Plant-soil feedback in spruce (*Picea abies*) and mixed spruce-beech (*Fagus sylvatica*) stands as indicated by dendrochemistry. *Plant Soil* 264: 69-83.
- Bremner JM (1996). Total Nitrogen. Soil Science Society of America, Madison, WI (USA), pp. 1085-1121.
- CEA (2006). Relazione scientifica del progetto di ricerca: "INHUMUSnat2000 - Forme di humus-indicatori di funzionalità per i Siti di Natura 2000", Viote del Monte Bondone, Trento.
- Ciancio O, Corona P, Lamonaca A, Portoghesi L, Travaglini D (2006). Conversion of clearcut beech coppices into high forests with continuous cover: A case study in central Italy. *Forest Ecology and Management* 224: 235-240.
- Ciancio O, Nocentini S (2004). Il bosco ceduo. Selvicoltura Assestamento Gestione. Accademia italiana di scienze forestali, Firenze, pp. 721.
- Decocq G, Aubert M, Dupont F, Alard D, Saguez R, Watzet-Franger A, De Foucault B, Delelis-Dusollier A, Bardat J (2004). Plant diversity in a managed temperate deciduous forest: understorey response to two silvicultural systems. *J. Appl. Ecol.* 41: 1065-1079.
- Del Favero R (2004). I boschi delle regioni alpine italiane: tipologia, funzionamento, selvicoltura. CLUEP, Padova.
- Dell'Agnola G (1978). Chimica Agraria. CEDAM, Padova, pp. 268.
- Dell'Agnola G, Ferrari G (1971). Molecular sizes and functional groups of humic substances extracted by 0.1 M pyrophosphate from soil. *Journal of Soil Science* 22: 342-349.
- Di Matteo G, De Angelis P, Scarascia Mugnozza G (2005) Applicazione di tecniche isotopiche per valutare la risposta funzionale di cedui mediterranei al taglio di avviamento all'alto fusto. *Forest@* 2: 367-377.
- Garten CT, Post WM, Hanson PJ, Cooper LW (1999) Forest soil carbon inventories and dynamics along an elevation gradient in the southern Appalachian Mountains. *Biogeochemistry* 45: 115-145.
- Hardtle W, von Oheimb G, Friedel A, Meyer H, Westphal C (2004). Relationship between pH-values and nutrient availability in forest soils - the consequences for the use of ecograms in forest ecology. *Flora* 199: 134-142.
- Holscher D, Schade E, Leuschner C (2001) Effects of coppicing in temperate deciduous forests on ecosystem nutrient pools and soil fertility. *Basic Appl. Ecol.* 2: 155-164.
- Montecchio D, Francioso O, Carletti P, Pizzeghello D, Chersich S, Previtali F, Nardi S (2006). Thermal analysis (TG-DTA) and drift spectroscopy applied to investigate the evolution of humic acids in forest soil at different vegetation stages. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 83: 393-399.
- Odasso M (2002). Tipi forestali del Trentino. Centro di Ecologia Alpina, Trento, Italy, pp. 192.
- Pizzeghello D, Nicolini G, Nardi S (2001). Hormone-like activity of humic substances in *Fagus sylvaticae* forests. *New Phytologist* 151: 647-657.
- Ponge JF, Chevalier R (2006). Humus Index as an indicator of forest stand and soil properties. *Forest Ecology and Management* 233: 165-175.
- Ritter E (2005). Litter decomposition and nitrogen mineralization in newly formed gaps in a Danish beech (*Fagus sylvatica*) forest. *Soil Biol Biochem* 37: 1237-1247.
- Schimel DS (1995). Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. *Global Change Biology* 1: 77-91.
- SSSA (1997). Glossary of Soil Science Terms. Soil Science Society of America, Madison, WI (USA), pp. 314.
- Stevenson FJ (1994). Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. Wiley, New York, pp. 496.
- Tan KW (1998). Principles of soil chemistry. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 548.
- Tan ZX, Lal R, Smeck NE, Calhoun FG (2004). Relationships between surface soil organic carbon pool and site variables. *Geoderma* 121: 187-195.
- UN-ECE-FAO (2000). Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zeland. Main Report. Geneva Timber and Forest Study Papers 17, Geneva, Switzerland.
- Van Calster H, Baeten L, De Schrijver A, De Keersmaecker L, Rogister JE, Verheyen K, Hermy M (2007). Management driven changes (1967-2005) in soil acidity and the understorey plant community following conversion of a coppice-with-standards forest. *Forest Ecology and Management* 241: 258-271.
- Walkley A, Black IA (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.