

Pedogenesi e paesaggio vegetale: il ruolo dell'esposizione

A. Agnelli, M. Allegrezza, E. Biondi, S. Cocco, G. Corti & F. Pirchio

Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali, Facoltà di Agraria, Via Brezze Bianche, I-60131 Ancona

Abstract

Pedogenesis and vegetal landscape: the role of the exposure. This work deals with the influence of the exposure on soil evolution and on vegetal landscape. The study has been conducted within the hydrographic basin of the Selva di Gallignano (Ancona, Italy), where the bioclimate is temperate oceanic submediterranean variant and the vegetal landscape is typically submediterranean and representative of the variability phytocenotic and sinphytocenotic biodiversity of the Ancona hilly district. Within the study area, physical and chemical properties of three soils with the same pedogenetic characteristics and different exposure (nord, sud-ovest, sud) were determined. Further, a previous phytosociological analysis had revealed distinct forest types in each site. The obtained data suggested that, under the same conditions, the exposure is one of the main factor affecting the soil development and, hence, the phytocenotic biodiversity. The study showed that the vegetal association evaluated by a detailed phytosociological survey can be considered a valid tool to assess environmental variation in areas characterised by high biodiversity.

Key words: exposure, pedogenesis, vegetation, phytosociology, vegetation series, vegetal landscape.

Riassunto

Lo studio che viene presentato riguarda gli effetti dell'esposizione sull'evoluzione del suolo e di conseguenza sull'articolazione del paesaggio vegetale. La ricerca è stata effettuata nella piccola valle del fosso della Selva di Gallignano (AN), caratterizzata da un bioclimate temperato oceanico variante submediterraneo e da un paesaggio vegetale tipicamente submediterraneo, già indicato come rappresentativo della variabilità cenotica e sinfitocenotica dell'intero comprensorio collinare anconetano. Sono state analizzate le caratteristiche fisiche e chimiche di tre tipi di suolo derivanti da uno stesso substrato pedogenetico e simile giacitura, ma con diversa esposizione, nord, sud-ovest e sud, in cui l'analisi fitosociologica ha evidenziato la presenza di tre tipologie forestali distinte. I risultati ottenuti hanno indicato che, a parità di substrato pedogenetico e giacitura, l'esposizione sia uno dei fattori determinanti l'evoluzione del suolo e quindi della diversità fitocenotica. Lo studio evidenzia altresì come l'associazione vegetale individuata attraverso il rilevamento fitosociologico di dettaglio sia un valido bioindicatore delle variazioni ambientali anche in ambiti ristretti, come in quello in oggetto, in cui si realizza un'elevata diversità ambientale.

Parole chiave: esposizione, fitosociologica, paesaggio vegetale, pedogenesi, serie di vegetazione, vegetazione.

Introduzione

La temperatura del suolo ha un'enorme importanza sui processi fisici, chimici e biologici che avvengono all'interno del suolo. Nei suoli di ambienti freddi, ad esempio, parte delle reazioni chimiche e biologiche avvengono molto lentamente, la decomposizione biologica è estremamente ridotta, limitando di conseguenza la disponibilità di elementi nutritivi come N, P, S e molti microelementi, e l'assorbimento di acqua ed elementi nutritivi da parte delle piante superiori. Le temperature medie annuali di un suolo sono strettamente correlate con le temperature medie annuali dell'aria, ma questa relazione è influenzata da alcuni parametri quali: l'ammontare e la distribuzione delle piogge, l'entità del periodo in cui il suolo rimane coperto di neve durante l'anno, l'ombreggiamento e la presenza di orizzonti organici, la pendenza e l'esposizione del versante, il colore del suolo, la tessitura e il contenuto di sostanza organica (Smith *et al.*, 1964). La temperatura del suolo controlla la pedogenesi, la possibilità per le piante di accrescersi e la composizione vegetazionale.

L'obiettivo del nostro lavoro è stato quello di valutare

l'influenza dell'esposizione, e quindi dell'incidenza della radiazione solare, a parità di altre condizioni, al fine di evidenziare le differenze pedologiche e di tipologia forestale esistenti all'interno di un'area climatica considerata omogenea. L'occasione ci è stata offerta dal Bacino idrografico del Fosso della Selva nella zona interna del comune di Ancona caratterizzato da un bioclimate temperato oceanico variante submediterraneo e da un paesaggio vegetale tipicamente submediterraneo (Fig. 1), già indicato come rappresentativo della variabilità cenotica e sinfitocenotica dell'intero comprensorio collinare anconetano (Biondi & Allegrezza, 2004). Sul versante meridionale del Bacino idrografico del Fosso della Selva si rinvenivano: la serie edafoxerofila della roverella (*Roso-Quercus pubescentis* sigmetum *Quercus pubescentis* sigmetosum) sulle arenarie massive di testa, la serie climatofila del carpino nero (*Asparagus acutifolius-Ostrya carpinifoliae* sigmetum) su substrati pelitico-arenacei e la serie edafo-mesofila della roverella nell'aspetto ad alloro (*Roso-Quercus pubescentis* sigmetum *Lauro nobilis* sigmetosum) su colluvioni sabbioso-limose di versante, su substrati arenaceo-

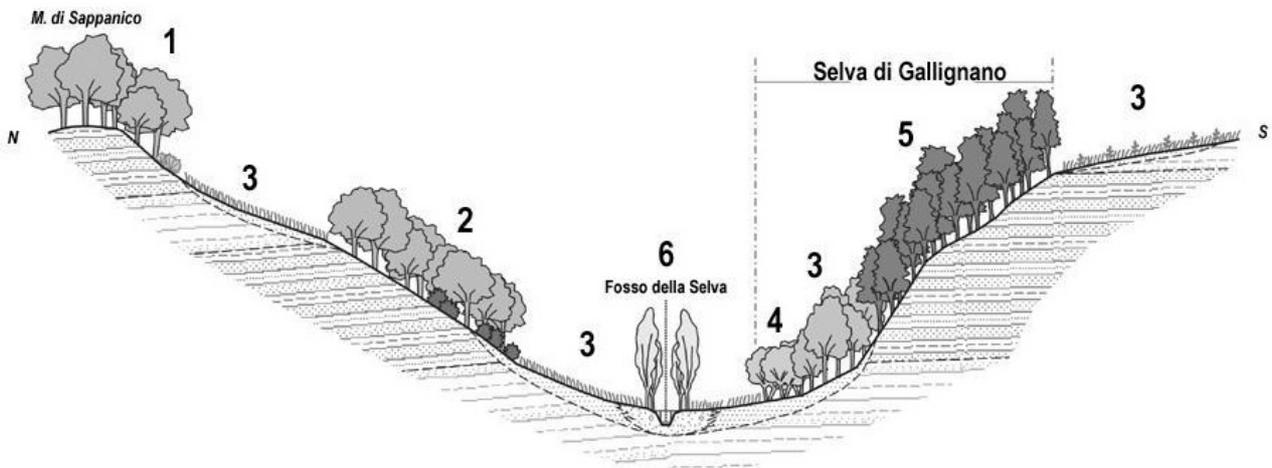


Fig. 1 - Modello di paesaggio vegetale (geosigmetum) del Bacino idrografico del Fosso della Selva: 1) *Roso-Quercus pubescentis* sigmetum *Quercus pubescentis* sigmetosum; 2) *Roso-Quercus pubescentis* sigmetum *Lauro nobilis* sigmetosum; 3) *Asparagus acutifolii-Ostrya carpinifoliae* sigmetum; 4) *Rubio-Carpinus betuli* sigmetum; 5) *Lonicero-Quercus cerridis* sigmetum; 6) *Rubus ulmifolii-Salix albae* sigmetum (da Biondi & Allegrezza, 2004; mod. Allegrezza, Biondi & Mentoni, 2005)

pelitici. Nel versante a nord, su substrati arenaceo-pelitici, si rinviene la cerreta (*Lonicero-xylostei-Quercus cerridis* sigmetum) mentre le colluvioni di versante limoso-sabbiose, su substrati pelitico-arenacei, sono interessate dalla serie climatofila del carpino nero (*Asparagus acutifolii-Ostrya carpinifoliae* sigmetum) e dalla serie edafo-mesofila del carpino bianco (*Rubus peregrinae-Carpinus betuli* sigmetum) che si sviluppa sulle superfici subpianeggianti del fondovalle. Infine sui depositi alluvionali del fondovalle (Fosso della Selva) è presente la serie ripariale del salice bianco (*Rubus ulmifolii-Salix albae* sigmetum).

In corrispondenza della Selva di Gallignano ubicata lungo il versante esposto a settentrione del Bacino idrografico stesso, le analisi fitosociologiche di dettaglio integrate a quelle geologiche, geomorfologiche e pedologiche effettuate in precedenza avevano già sottolineato la stretta relazione tra le diverse tipologie forestali individuate, litotipo e caratteristiche pedologiche (Allegrezza & Biondi, 2002). Allo scopo di valutare gli effetti dell'esposizione sulla distribuzione della vegetazione presente e di testare anche dal punto di vista pedologico la validità del modello di paesaggio vegetale proposto per il bacino idrografico del Fosso della Selva, scaturito dall'integrazione dello studio geobotanico, geologico e geomorfologico (Biondi & Allegrezza, 2004; Mentoni, 2004), sono state prese in considerazione tre aree forestali omogenee all'interno del Bacino idrografico della Selva poste sui versanti nord e sud del bacino idrografico stesso. In queste aree, in cui la precedente analisi fitosociologica individuava

tre tipologie forestali distinte, sono state analizzate le caratteristiche fisiche e chimiche di tre tipi di suolo derivanti da uno stesso substrato pedogenetico e simile giacitura.

Materiali e metodi

Sono state scelte tre aree di studio omogenee dal punto di vista fisionomico-strutturale, che insistono sullo stesso substrato rappresentato dall'unità arenaceo-pelitica (con medesima giacitura degli strati), in modo da poter studiare, a parità delle altre variabili, l'effetto della diversa esposizione dei versanti del bacino idrografico del Fosso della Selva sulle caratteristiche dei suoli: area 1, caratterizzata da pendenza media del 25%, esposizione Nord e 155 m di quota; area 2, caratterizzata da pendenza media del 10%, esposizione Sud-Sud Ovest e 140 m di quota; area 3, caratterizzata da pendenza media del 20%, esposizione Sud e 145 m di quota.

Sono stati aperti e descritti (Shoeneberger *et al.*, 1998) tre profili di suolo, uno per ogni area di studio. Per ogni profilo sono stati prelevati campioni di suolo da ogni orizzonte individuato. In ogni profilo sono state misurate le temperature a due diverse profondità (5 cm e 50 cm) con cadenza mensile per la durata di un anno. Sui campioni di suolo raccolti, asciugati all'aria e vagliati a 2 mm, sono state effettuate le analisi fisico-chimiche di caratterizzazione. La tessitura reale è stata determinata secondo il metodo della pipetta (Day, 1965) dopo distruzione dei cementi organici con NACIO a pH 9

(Lavkulich & Wiens, 1970). Il pH in acqua è stato determinato potenziometricamente (rapporto solido:liquido 1:2.5). Il contenuto dei C e N totali è stata effettuata tramite analizzatore elementare Carlo Erba CHNS-O EA1110. Il contenuto di carbonio organico è stato determinato usando il metodo di Walkley e Black senza riscaldamento (Nelson & Sommers, 1996). Il calcare attivo è stato determinato dopo aver trattato i campioni con $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0.1 M e successiva titolazione con KMnO_4 0.02 M. Il fosforo disponibile è stato determinato tramite il metodo Olsen (1954).

In ogni area è stato quindi effettuato un rilievo fitosociologico secondo il metodo sigmatista classico di Zurigo-Montpellier al fine di verificare e eventualmente approfondire la precedente indagine fitosociologica.

Risultati e discussione

Per quanto riguarda le temperature, il suolo esposto a Sud, grazie alla maggior incidenza della radiazione solare, ha una temperatura mediamente maggiore rispetto agli altri di 0.9°C nello spessore superficiale di 50 cm. Il profilo esposto a sud-sudovest ha mostrato una maggiore variabilità delle temperature rispetto altri due profili durante i 12 mesi di misurazioni, ma con valori più simili al profilo esposto a sud che a quello esposto a nord.

Nelle temperature di ottobre, novembre dicembre e gennaio, si assiste ad una graduale riduzione delle differenze tra i profili 1 e 3, attribuibile ad un maggiore contenuto di umidità del profilo 1, che quindi tende a raffreddarsi più lentamente di quello a sud. Tale ipotesi sembrerebbe essere avvalorata dalle misurazioni di

temperatura effettuate nei mesi di gennaio e febbraio (i più freddi) a 5 e a 50 cm di profondità; in questi casi, infatti, si ha una minor escursione nel profilo 1 rispetto al profilo 3, dovuta proprio alla capacità termica dell'acqua, presente in maggior quantità nel profilo 1. Al contrario, ad agosto, il profilo 3 ha registrato una temperatura a 50 cm di profondità superiore di 0.9°C rispetto a quella del profilo 1 (22.3°C contro 21.4°C), nonostante a 5 cm di profondità la differenza di temperatura tra i due profili fosse solo di 0.3°C (23.3°C contro 23.0°C). Anche in questo caso, tale comportamento potrebbe essere dovuto al maggiore contenuto di umidità del profilo 1 che, durante l'estate, evaporando raffredda il suolo.

Per quanto riguarda i suoli, sia la morfologia dei profili (in particolare la presenza di orizzonti Bt), sia le analisi di laboratorio (in particolare la tessitura) indicano che il substrato pedogenetico è lo stesso per tutti e tre i suoli. Questo fatto è di estrema importanza in quanto assicura che, nelle tre aree, i suoli si siano evoluti a partire dallo stesso materiale, costituito da sabbie e arenarie a cementazione variabile, in strati di 20-80 cm di spessore, di colore giallastro, con intercalazione di argille siltose e siltiti laminate. L'aver assicurato che nel suo assetto generale il substrato pedogenetico è praticamente identico nei tre casi, consente di attribuire le differenze fra i tre profili (almeno quelle principali) alla loro diversa esposizione.

Nel suolo esposto a nord (profilo 1) ad esclusione dell'orizzonte A, gli orizzonti sottosuperficiali si presentano costituiti in preponderanza dalle frazioni limo e argilla, con un contenuto di sabbia molto ridotto e principalmente rappresentato dalla frazione fine (Tab. 1). La notevole attività degli organismi terricoli, in particolare dei lombrichi, favorisce il rimescolamento

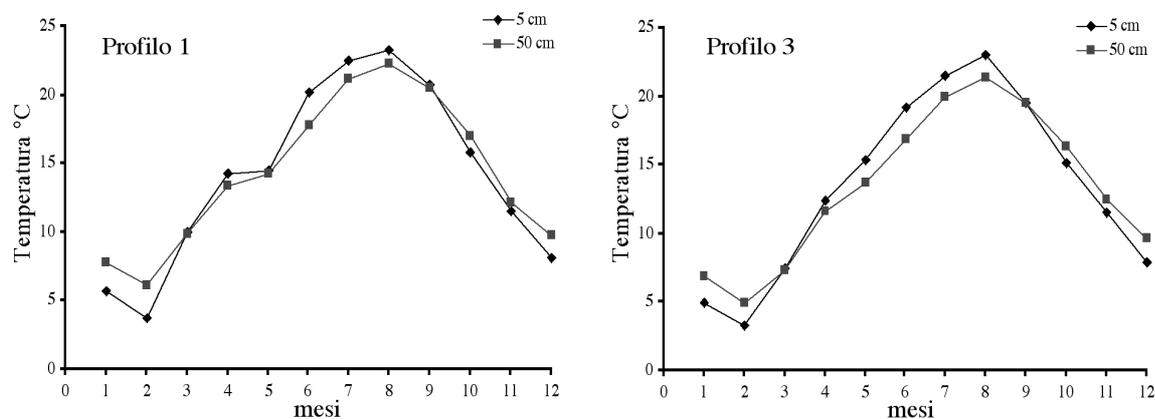


Fig. 2 - Temperature registrate a 5 e 50 cm di profondità nei profili 1 (esposto a Nord) e 3 (esposto a Sud). Selva di Gallignano (Ancona)

Tab. 1 - Caratteristiche dei suoli delle tre aree con diversa esposizione. Bacino idrografico del Fosso della Selva

	Sabbia			Limo	Argilla	pH	P ass.	C tot	N tot	C org	C-calcare attivo
	Grossa	Media	Fine								
	%						mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹			
Profilo 1 (esposizione Nord)											
A	28.6	23.5	38.4	9.5	0.03	7.2	40.4 (13.6)	171.9 (3.1)	9.9 (0.6)	173.1 (0.0)	----
Bw1	0.5	0.6	20.5	58.3	19.9	4.8	0.3 (0.0)	9.7 (0.3)	0.6 (0.1)	10.8 (1.1)	----
Bw2	0.5	0.5	23.6	46.5	28.9	5.3	0.3 (0.5)	7.6 (0.3)	0.6 (0.1)	5.2 (0.4)	----
Bw3	0.5	0.4	31.1	42.5	25.5	5.6	0.2 (0.6)	4.4 (0.3)	0.4 (0.0)	3.4 (0.6)	----
Bt	0.5	0.9	20.1	38.1	40.4	5.6	0.3 (0.5)	3.7 (0.1)	0.3 (0.0)	3.3 (0.5)	----
BC1	1.3	1.8	21.5	43.6	31.8	5.7	1.8 (0.5)	3.1 (0.0)	0.2 (0.0)	2.0 (0.4)	----
BC2	0.8	1.0	28.3	37.4	32.6	5.8	6.5 (1.0)	2.6 (0.0)	0.2 (0.1)	1.6 (0.6)	----
Profilo 2 (esposizione Sud-Sudovest)											
A1	9.2	17.7	55.7	16.5	0.9	8.2	33.2 (1.6)	121.9 (0.6)	6.3 (0.1)	107.4 (6.5)	4,6 (2.5)
A2	9.0	5.9	30.6	43.3	11.1	8.7	3.7 (2.1)	60.9 (0.4)	1.9 (0.0)	27.5 (3.8)	15.2 (0.3)
Bw1	3.4	2.2	31.5	46.7	16.2	8.4	1.8 (1.0)	53.9 (0.4)	1.0 (0.0)	10.9 (1.3)	16.5 (0.5)
Bw2	6.9	2.5	28.4	39.3	22.9	8.5	1.3 (1.5)	39.4 (0.4)	0.5 (0.0)	6.3 (0.4)	13.4 (0.7)
Bt	5.3	2.8	28.7	30.0	33.3	8.5	0.4 (0.0)	31.3 (0.4)	0.4 (0.0)	5.8 (1.0)	10.4 (0.0)
Cr	9.9	2.3	34.8	33.2	19.9	8.5	0.2 (0.0)	31.4 (0.0)	0.1 (0.0)	4.2 (0.0)	9.5 (0.6)
Profilo 3 (esposizione Sud)											
A	6.3	21.8	46.2	22.8	2.9	8.1	1.6 (0.0)	126.1 (0.5)	4.9 (0.0)	92.5 (11.8)	6.4 (0.6)
AB	3.1	5.0	54.3	36.7	0.9	7.8	1.5 (0.5)	77.3 (0.1)	1.9 (0.1)	30.6 (6.3)	16.2 (0.1)
Bt1	1.9	1.7	34.8	45.9	15.7	8.1	3.3 (0.4)	62.2 (0.5)	0.5 (0.0)	9.2 (0.7)	17.9 (0.1)
Bt2	1.7	2.0	37.1	44.1	15.1	8.1	1.2 (1.7)	61.6 (0.5)	0.5 (0.0)	8.7 (0.4)	10.0 (0.0)
Bt3	2.0	2.2	32.9	49.3	13.7	8.2	0.4 (0.0)	62.2 (1.3)	0.3 (0.1)	4.8 (0.1)	20.9 (0.1)
2Bw1	0.5	4.3	89.4	5.3	0.6	8.3	0.2 (0.1)	46.4 (0.4)	0.2 (0.0)	0.2 (0.8)	2.9 (0.3)
2Bw2	0.5	1.9	93.6	3.5	0.5	8.3	0.3 (0.0)	43.6 (0.0)	0.2 (0.0)	0.1 (0.6)	2.6 (0.0)
2Bw3	1.0	1.7	92.6	4.3	0.4	8.2	0.2 (0.0)	41.8 (0.1)	0.2 (0.0)	0.3 (0.6)	4.9 (0.1)
3Bk	4.2	4.5	46.7	34.0	10.6	8.0	0.4 (0.3)	64.6 (0.2)	0.1 (0.0)	3.7 (0.3)	22.5 (0.2)

e l'areazione del suolo soprattutto negli orizzonti superficiali. L'orizzonte A presenta un valore relativamente elevato di C organico (173.1 g kg^{-1}) che, in parte, può essere attribuito alla buona disponibilità idrica di questo suolo. Il contenuto di C organico crolla drasticamente nell'orizzonte sottostante, il Bw1, e diminuisce ulteriormente con la profondità. Il pH è acido per tutti gli orizzonti ad esclusione di quello superficiale dove, probabilmente, il ritorno di cationi basici derivato dalla mineralizzazione della sostanza organica è in grado di mitigare l'acidificazione del suolo fino a valori di neutralità. L'acidità dei suoli di questo versante è stata attribuita ad un'azione combinata di processi di erosione e acidificazione dovuti alla vegetazione (Corti *et al.*, 2005). Il P assimilabile passa da un valore di 40 mg kg^{-1} nell'orizzonte A, a valori prossimi allo 0 negli orizzonti sottostanti, a dimostrazione che, in questo suolo, l'attività microbica è concentrata principalmente alla superficie. Evidentemente, la maggior parte di quel P assimilabile è di natura organica. In tutto il suolo, il C totale è costituito esclusivamente da C organico in quanto i carbonati sono stati allontanati durante il processo di acidificazione. L'andamento dell'N totale segue l'andamento del C organico, indicando la presenza quasi esclusiva di N organico.

Il suolo esposto a sud-sudovest (profilo 2), mostra livelli elevati di limo lungo tutto il profilo accompagnati da una notevole presenza di sabbia, principalmente fine (Tab. 1). Anche in questo suolo, la rilevante attività dei lombrichi favorisce il rimescolamento e l'areazione degli orizzonti superficiali. Il C organico diminuisce da valori di circa 107 g kg^{-1} nell'orizzonte A1 a valori di circa 27 g kg^{-1} nell'orizzonte A2 per poi diminuire gradualmente all'aumentare della profondità. Ad eccezione dell'orizzonte A1, tutti i valori di pH sono superiori a 8,4; ciò indica che in questo suolo possano essere presenti minime quantità di carbonati di sodio o di potassio, gli unici in grado, grazie al loro più elevato prodotto di solubilità, di imporre al suolo valori di pH più elevati di 8.3. Tutto il profilo, contiene rilevanti quantità di calcare attivo, concentrato soprattutto negli orizzonti sottosuperficiali. Il P assimilabile è presente in quantità di 33 mg kg^{-1} nell'orizzonte A1 per scendere a valori di circa 4 mg kg^{-1} nell'A2 e diminuire poi con la profondità. A giudicare da tale andamento, sembrerebbe che il P assimilabile fosse quasi esclusivamente di natura organica. L'andamento dell'N totale segue l'andamento del C organico, indicando la presenza quasi esclusiva di N organico.

Il suolo esposto a sud (profilo 3) è caratterizzato da elevata presenza di sabbia, principalmente rappresentata

dalla frazione fine; addirittura, negli orizzonti 2Bw1, 2Bw2 e 2Bw3 la sabbia fine raggiunge valori intorno al 90% (Tab. 1). In una simile condizione, è assicurata un'elevata permeabilità delle soluzioni ed un buon drenaggio. In questo suolo gli orizzonti Oi assumono uno spessore di addirittura 20 cm, anche se questo non determina un corrispondente maggior accumulo di C organico negli orizzonti minerali; ciò può essere imputato alle condizioni xeriche presenti in questo profilo, probabilmente in grado di rallentare la degradazione della sostanza organica per mancanza di umidità durante periodi dell'anno relativamente lunghi. Il C organico diminuisce in maniera graduale fino all'orizzonte Bt3, per annullarsi o quasi nei sottostanti orizzonti 2Bw; per questi orizzonti ciò può essere attribuito all'elevato contenuto di sabbia, che favorisce sia un rapido passaggio delle soluzioni circolanti, e quindi un allontanamento delle sostanze organiche solubili, sia l'ossidazione della sostanza organica stessa. Il pH va da 7.8 a 8.4, che sono valori compatibili con la presenza di carbonato di calcio. Il deciso aumento di calcare attivo dall'orizzonte A agli orizzonti AB e Bt è probabilmente conseguente all'illuviazione responsabile della formazione degli stessi Bt. Il P assimilabile, già poco in superficie, tende a diminuire con la profondità. Questi bassi valori possono essere attribuiti alla ridotta attività biologica e degradativa di questo suolo, imputabile alle condizioni xeriche. Come per il profilo 2, il contenuto di C totale è superiore a quello del C organico per la presenza di carbonati, mentre l'N totale è quasi esclusivamente organico.

Fra il suolo esposto a nord e quello esposto a sud si sono evidenziate differenze sostanziali tra le tipologie forestali presenti. Nel versante esposto a nord (in cui è ubicato il profilo 1) la vegetazione forestale è data dal bosco subacidofilo, misto di cerro dell'associazione *Lonicero xylostei-Quercetum cerridis* (Taffetani & Biondi, 1993) Biondi & Allegrezza 1996 subass. *ericetosum arboreae* Allegrezza & Biondi 2002 mentre in quello meridionale (in cui sono ubicati i profili 2 e 3) è presente il bosco di roverella riferibile all'associazione *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis* Biondi, 1986. Del querceto di roverella dell'associazione *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis* vengono inoltre evidenziati due aspetti. Sul versante esposto a Sud (in cui è ubicato il profilo 3) si rinviene l'aspetto tipicamente termofilo e xerofitico del querceto riferibile alla subassociazione *quercetosum pubescentis* Allegrezza *et al.* 2002 mentre in quello esposto a Sud-sudovest (ubicazione del profilo 2), quello mesoxerofilo della subassociazione *lauretoum nobilis* Biondi & Allegrezza 2004.

Conclusioni

I risultati ottenuti hanno indicato che, a parità di substrato pedogenetico e giacitura, l'esposizione è uno dei fattori determinanti l'evoluzione del suolo e quindi della diversità fitocenotica. Infatti, il suolo esposto a Sud ospita una vegetazione termofila in quanto le maggiori temperature e/o il periodo di insolazione impongono a questo suolo un regime di umidità xerico, mentre negli altri due suoli si ha un regime udico.

Il presente studio oltre a testare anche dal punto di vista pedologico la validità del modello di paesaggio vegetale precedentemente proposto per il Bacino idrografico della Selva, evidenzia altresì come l'associazione vegetale sia un valido bioindicatore delle variazioni ambientali anche in ambiti ristretti, come in quello in oggetto, in cui si realizza un'elevata diversità ambientale.

Bibliografia

- Allegrezza M. & Biondi E., 2002. Excursion to the Selva di Gallignano. *Fitosociologica* 39(1) suppl. 3: 33-40.
- Allegrezza M., Biondi E. & Mentoni M., 2005. Modellizzazione delle correlazioni tra geomorfologia e paesaggio vegetale. *Inform. Bot. Ital.* 37(1): 474-475
- Biondi E. & Allegrezza M., 2004. Lettura e modellizzazione sinfitosociologica del paesaggio vegetale del Bacino del Fosso della Selva. In: *I Quaderni della Selva secondo volume "L'ambiente della Selva di Gallignano"* pp. 36-57.
- Corti G., Agnelli A., Cuniglio R., Fernández Sanjurjo M. & Cocco S. 2005. Characteristics of rhizosphere soil from natural and agricultural environments. In: Huang P.M. and Gobran G.R. (eds.), *Biogeochemistry of the trace elements in the rhizosphere*. Elsevier Science, Amsterdam. pp. 57-128.
- Day P.R., 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. In: C.A. Black D.D. Evans, L.E. Ensminger, J.L. White, F.E. Clark (eds.). *Methods of soil analysis. Part 1. Agron. Monogr.* 9. ASA and SSSA, Madison, WI. pp. 545-567.
- Lavkulich L.M. & Wiens J.H., 1970. Comparison of organic matter destruction by hydrogen peroxide and sodium hypochlorite and its effect on selected mineral constituents. *Soil Science Society of America Journal* 34: 755-758.
- Mentoni M., 2004. Lineamenti geologici e geomorfologici del Bacino della Selva di Gallignano. In *I Quaderni della Selva secondo volume "L'ambiente della Selva di Gallignano"* pp. 6-13.
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S. & Dean L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circ.* 939. USDA, Washinton, DC.
- Smith G.D., Newhall F., Robinson L.H. & Swanson D., 1964. Soil-moisture temperature regimes - Their characteristics and probability. *USDA-SCS Tech. Pub.* 144.