

LIVIO BIANCHI (*) - GIANFRANCO CALAMINI (*) - ALBERTO MALTONI (*)
BARBARA MARIOTTI (*) - MARCO PACI (*) - FABIO SALBITANO (*)
ANDREA TANI (*) - GIOVANNI QUILGHINI (***) - ANTONIO ZOCCOLA (***)

DINAMICHE EVOLUTIVE DI POST-SELVICOLTURA IN ABETINE DELL'APPENNINO CENTRO-SETTENTRIONALE (1)

Obiettivo di questa indagine è lo studio dei processi successionali in soprassuoli forestali semplificati, sottratti da tempo all'attività colturale. A tale scopo sono stati condotti rilievi in aree sperimentali, ricavate nelle abetine appenniniche di origine artificiale di Vallombrosa (Toscana) e di Sasso Fratino (Romagna), per le quali sono disponibili serie storiche di dati. La disponibilità di dati storici e di dati attuali permette di valutare l'evoluzione del processo successionale nel corso di vari decenni. Per esprimere sinteticamente il fenomeno sono stati impiegati indici di diversità floristica e strutturale.

Per quanto riguarda le applicazioni gestionali, sulla base dei risultati appare evidente che la riduzione della copertura arborea costituisce il presupposto di una selvicoltura finalizzata all'aumento di diversità del sistema. Aperture graduali, come quelle che potrebbero crearsi in seguito a tagli su piccole superfici, possono essere efficaci nel favorire la rinaturalizzazione delle abetine, ma solo a condizione che il processo venga seguito dal selvicoltore: l'abbandono dei soprassuoli alla propria evoluzione comporta incertezza sull'esito delle dinamiche in atto. Inoltre, nessuna forma di selvicoltura su basi naturali è ipotizzabile senza tenere conto dei problemi di gestione faunistica del territorio.

Parole chiave: abete bianco; dinamiche strutturali; selvicoltura; biodiversità.

Keywords: silver fir; forest stand dynamics; silviculture; biodiversity.

PREMESSA

Lo studio delle dinamiche evolutive, con particolare riferimento alle modifiche strutturali dei popolamenti, costituisce il punto di partenza di una selvicoltura su basi naturali (OLIVER e LARSON, 1996), i cui principali indirizzi sono attualmente riconducibili a: a) conservazione di foreste miste

(*) DISTAF dell'Università di Firenze.

(**) C.F.S. - Ufficio Amministrazione ex ASFD di Pratovecchio.

¹ Lavoro svolto nell'ambito del progetto MIUR PRIN COFIN2003 FOR_BIO «Modelli di gestione sostenibile dei sistemi forestali per la conservazione della complessità e della diversità biologica» (Coordinatore nazionale: O. Ciancio).

a struttura complessa, in riferimento a modelli di foresta-mosaico e alle fasi evolutive delle foreste vergini (OLDEMAN, 1994; COATES e BURTON, 1997; EMBORG, 1998, PACI e SALBITANO, 1998; BAGNARESI *et al.* 2002); b) *rinaturalizzazione* dei boschi, favorendo il ritorno (o l'ingresso) delle latifoglie in soprassuoli di conifere di origine artificiale (BERNETTI, 1987; NOCENTINI, 1995; CIANCIO *et al.*, 1999; ZERBE, 2002; WOHLGEMUTH *et al.*, 2002), in modo da incrementare la diversità strutturale e specifica dei soprassuoli.

La conoscenza delle dinamiche successionali assume particolare rilievo nei boschi in cui è necessario individuare modelli colturali adeguati alle nuove esigenze di gestione.

Una selvicoltura basata sullo studio delle dinamiche evolutive deve tenere conto che le pregresse utilizzazioni legnose hanno comportato, come regola generale, sensibili semplificazioni strutturali e funzionali degli ecosistemi forestali. Questo fenomeno riveste grande importanza: la diversità, pur non essendo l'unico parametro che definisce i criteri di conservazione di un ecosistema, ne rappresenta un elemento portante. Non è un caso che, in ambito europeo, le strategie per la gestione dei sistemi forestali si orientino verso l'individuazione di modelli colturali tendenti a favorirne la complessità e la diversità.

Obiettivo di questo studio è la comprensione dei processi successionali in soprassuoli forestali semplificati, ma sottratti da tempo all'attività colturale. Si tratta di capire in che modo la rinnovazione naturale possa rappresentare una base per l'implementazione di una selvicoltura naturalistica in tali sistemi, e quali approcci gestionali possano essere proposti per favorirne l'aumento della complessità strutturale.

A tale scopo sono state condotte indagini in aree di studio ricavate in soprassuoli da tempo sottratti a interventi selvicolturali, per le quali sono disponibili serie storiche di dati sperimentali: per le abetine di Vallombrosa i dati risalgono al 1966 (MAGINI, dati inediti) e al 1988 (IGNESTI e PACI, 1989), per la riserva di Sasso Fratino al 1992 (CIAMPELLI, 1994). E' stato dunque possibile valutare, soprattutto nel caso di Vallombrosa, l'evoluzione del processo successionale nel corso di un periodo di tempo relativamente lungo.

In questa ricerca, lo studio della rinnovazione naturale ha rappresentato il punto di partenza del procedimento. Capire in che modo è possibile innescare e sostenere i processi di rinnovazione naturale per promuovere la diversificazione strutturale dei soprassuoli arborei, è il punto di partenza per una selvicoltura su basi naturali e per una gestione sostenibile delle risorse forestali.

L'AMBIENTE

a. *Vallombrosa*

La Riserva biogenetica di Vallombrosa è ubicata nel versante NO della catena montuosa che si dirama dall'Appennino settentrionale in prossimità del Monte Falterona, procedendo prima verso S e poi verso SE, dando luogo al massiccio montuoso del Pratomagno. L'acclività dei versanti di tutta la foresta è per lo più rilevante, per quanto le due aree di studio siano situate in zone relativamente pianeggianti. Il substrato è rappresentato da sedimenti della serie del Macigno del Chianti, da cui derivano suoli riferibili alla categoria dei suoli bruni acidi delle vecchie classificazioni e a 4 diverse famiglie di Inceptisuoli: si tratta di suoli con spessi orizzonti organico-minerali A, con humus riferibili ai Mull acidi, con elevata attività biologica. Le dimensioni e la forma degli aggregati indicano una origine biologica da anellidi, miriapodi e piccoli artropodi. Le aree sono localizzate a quote comprese fra 930 e 1000 m s. m.

La temperatura media annua è di 9 °C, la media dei minimi del mese più freddo è pari a -1,2 °C, l'escursione termica annua è di 16,6 °C, le precipitazioni medie annue sono di 1276 mm, di cui 190 cadono in estate (regime con minimo estivo, senza che tuttavia si registri aridità, almeno considerando i valori medi periodici). La neve cade spesso, ma il manto nevoso non persiste a lungo (dati relativi alla stazione termopluviometrica di Vallombrosa nel periodo 1960-2002).

Indicativamente, la foresta di Vallombrosa può essere inquadrata nella zona fitoclimatica del *Castanetum* di Pavari per tutta l'area al di sotto dei 1000 m, e in quella del *Fagetum* per quella al di sopra di tale limite: le aree di studio rientrano in una fascia a cavallo fra la sottozona fredda del *Castanetum* e quella calda del *Fagetum*.

La fascia di vegetazione, riferita alla classificazione di OZENDA (1985), è quella montana (serie della faggeta-abetina), corrispondente al *piano montano, orizzonte inferiore delle faggete e delle abetine eutrofiche* della classificazione di ARRIGONI (1998). In particolare, lo studio è stato condotto nella fascia delle abetine di abete bianco (*Abies alba* Mill.), che in conseguenza della sospensione delle pratiche selvicolturali degli ultimi venticinque anni, registrano fenomeni di successione secondaria (ingresso di latifoglie – fra cui si registrano con maggiore frequenza *Fagus sylvatica* L., *Castanea sativa* Mill., *Acer pseudoplatanus* L., *Tilia platyphyllos* Scop. - nelle aperture che si formano spontaneamente in seguito alla caduta accidentale di alberi senescenti, per lo più colpiti da *Heterobasidion annosum*). Si tratta dell'*abetina montana di origine artificiale* della tipologia di MONDINO e BERNETTI (1998). L'associazione di riferimento è *Senecio fuchsii-Abietum albae* (ARRIGONI *et al.*, 1998).

b. *Sasso Fratino*

La riserva naturale integrale di Sasso Fratino è situata nel complesso forestale che, fra Campigna, Camaldoli, La Lama e Badia Prataglia, occupa la parte settentrionale dell'Appennino Tosco-Romagnolo, dal Monte Falterona al Passo dei Mandrioli, in provincia di Arezzo, Forlì e, eccezionalmente, Firenze. La caratteristica peculiare della riserva è data dall'accidentalità della morfologia, caratterizzata da frequenti sbalzi rocciosi, con pendenza media del 65% e spesso superiore al 100%. L'area di studio (*Quota 900*) è tuttavia situata in una zona relativamente pianeggiante. Il terreno si origina dal substrato marnoso-arenaceo (facies romagnola) del Miocene, da cui derivano Inceptisuoli (terre brune debolmente lisciviate): gli humus sono Mull acidi, con elevata attività biologica. La Riserva è compresa fra 650 e 1520 m s. l. m; più in particolare lo studio è stato condotto alla quota di 900 m s. l. m.

La temperatura media annua (dati relativi alla stazione termopluviometrica di Campigna nel periodo 1951-2003) è di 8,4 °C, la media dei minimi del mese più freddo è pari a -3 °C (con sei mesi con temperatura superiore a 10 °C), l'escursione termica annua è 18,5 °C, le precipitazioni medie annue sono 1860 mm, di cui 240 nel periodo estivo. L'umidità atmosferica è elevata durante tutto l'anno, con frequenza di nebbie anche nel periodo vegetativo. La neve copre il suolo per tre-quattro mesi all'anno. I venti prevalenti provengono da SO e NE.

Sotto il profilo fitoclimatico, la foresta di Sasso Fratino si estende dalla sottozona calda del *Castanetum* alla sottozona fredda del *Fagetum* della classificazione di Pavari: l'area di studio rientra nella sottozona calda del *Fagetum*. La fascia di vegetazione, riferita alla classificazione di OZENDA (1985), è quella montana (serie della faggeta e della faggeta-abetina). Lo studio è stato condotto nella fascia medio montana di bosco misto di faggio (*Fagus sylvatica* L.) e abete bianco (*Abies alba* Mill.). Altre latifoglie, cioè *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L., *Ulmus glabra* Hud., *Tilia platyphyllos* Scop., *Fraxinus excelsior* L. e conifere come *Taxus baccata* L., partecipano più o meno significativamente alla composizione specifica: si tratta dell'associazione definita *Abieti-Fagetum* da HOFMANN (1965) e *Aceri platanoidis-Fagetum sylvaticae* da UBALDI e SPERANZA (1985).

MATERIALI E METODI

Si premette che, nel presente lavoro, il termine «rinnovazione naturale» è stato impiegato in senso *evolitivo*, nell'accezione di processo successionale (CALAMINI *et al.*, 2004), e non in senso conservativo (rinnovazione di una specie arborea sotto la copertura del soprassuolo principale della medesima specie).

In linea con gli obiettivi del lavoro, indirizzato agli studi sulle successioni secondarie nelle abetine, le aree sono state tracciate in corrispondenza di tratti di soprassuolo con copertura in qualche modo interrotta (fig. 1). I principali dati dendrometrici sono riassunti in tab. 1.

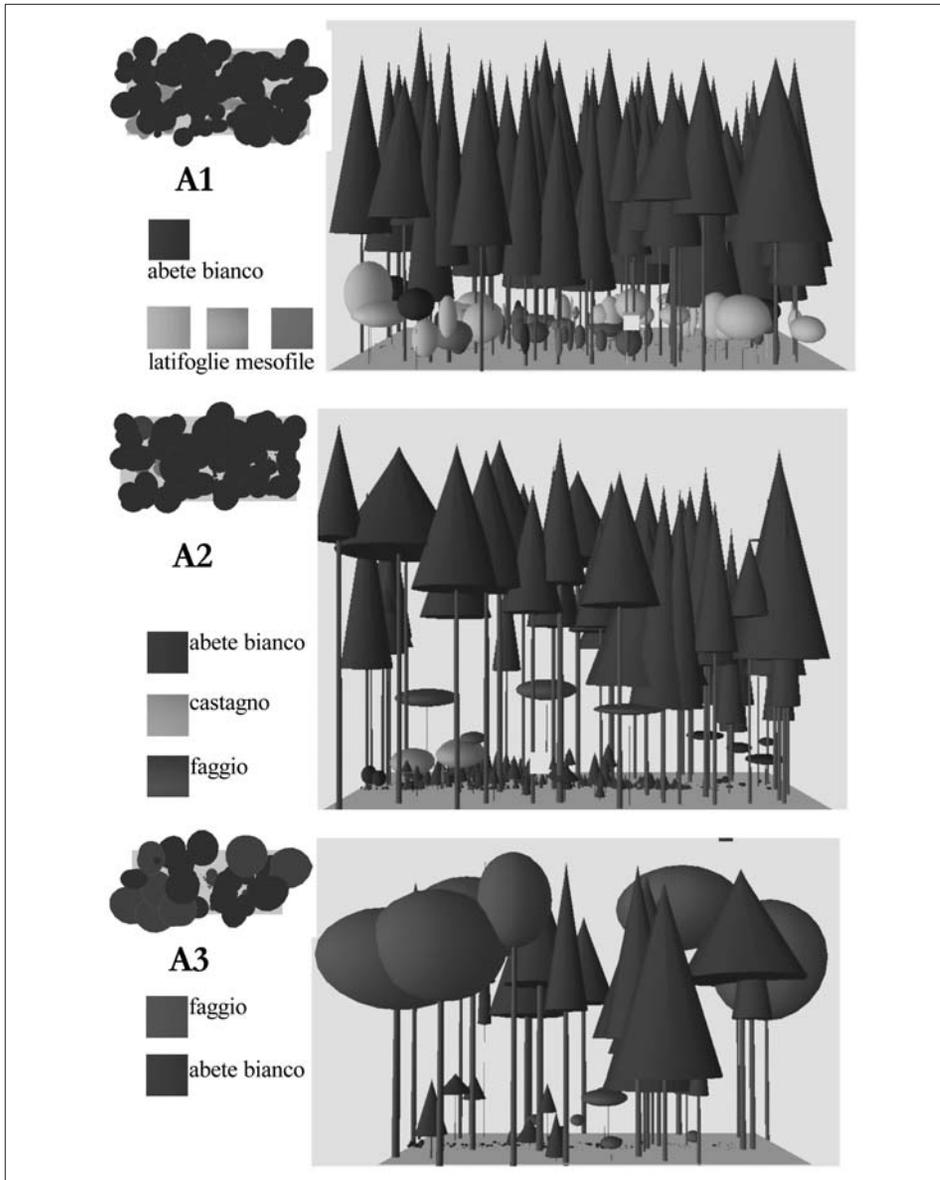


Fig. 1 – Profili strutturali delle tre aree di studio. Per quanto riguarda i simboli (A1, A2 e A3) si rimanda ai materiali e metodi.

Tab. 1 – Tabella riassuntiva dei principali caratteri dendrometrici delle aree indagate (G/ha = area basimetrica ad ettaro; n/ha = numero di piante ad ettaro; Hd = altezza dominante)

ADS	Specie	G (m ² /ha)	n/ha	Hd (m)
A1	abete bianco	70,53	570	39,24
	latifoglie	0,52	740	
	totale	71,05	1310	
A2	abete bianco	79,9	820	39,88
	castagno	0,2	40	
	totale	80,1	860	
A3	abete bianco	64,1	220	39,88
	faggio	19,3	90	
	totale	83,4	310	

Nella particella 470 di Vallombrosa (A1) le aperture hanno cominciato a formarsi negli anni '60, a causa della caduta accidentale di abeti colpiti da *Heterobasidion annosum*. Fra tutte le abetine in evoluzione verso il bosco misto, quella della particella 470 è stata scelta proprio perché il processo, fino a una quindicina di anni fa, si era manifestato in modo particolarmente vistoso. L'area in esame include una lacuna ampia circa 150 m², esposta a O, originatasi oltre 50 anni fa, al centro e ai margini della quale già all'epoca del primo rilievo (1966) cominciava a diffondersi il novellame di olmo montano, tiglio, acero riccio e acero di monte.

Anche nella particella 89 (A2) l'origine delle radure è analoga; la differenza sta nel fatto che, rispetto ad A1, qui le aperture sono allo stesso tempo più frequenti e più piccole (dimensioni inferiori a 100 m²), e costituiscono un mosaico in cui si alternano tratti a copertura più o meno densa a piccoli tratti scoperti: ne risulta una struttura spaziale caratterizzata da una grande ricchezza di situazioni di margine. Ai margini e al centro delle aperture è tuttora diffusa una abbondante e promettente rinnovazione di abete bianco, accompagnata da novellame di castagno e di faggio.

L'area ricavata a Sasso Fratino, a Quota 900 (A3), presenta al centro una lacuna (320 m²), esposta a NE, di cui è ignoto il periodo in cui si è originata. La radura è invasa da *Allium ursinum* e *Driopteris filix mas*, mentre solo sul margine NE è possibile osservare la diffusione di novellame di faggio.

In ciascuna area, in prossimità della zona in cui sono state condotte le indagini precedenti (le ubicazioni dei transect eseguiti nelle tre date non coincidono), è stato tracciato un transect di 1000 m² (50x20 m) dove, per tutte le piante di altezza superiore a 3 m, sono stati rilevati i seguenti parametri: a) specie e posizione, mediante un sistema di assi cartesiani; b) diametro a 1,30 m; c) altezza totale e altezza di inserzione della chioma; d) proiezione a terra delle chiome secondo quattro direzioni ortogonali fra

loro. Sono state considerate tutte le piante che ricadevano all'interno del transect con la proiezione della chioma.

Al centro del transect principale è stato delimitato un transect di 250 m² (5x50 m). In questo caso per tutte le piante arboree di altezza inferiore a 3 m, sono state rilevate: a) specie e posizione, b) altezza totale.

Al centro di questo transect, su una superficie di 100 m², è stato eseguito un rilievo floristico secondo il metodo di Braun Blanquet.

I dati di ciascun transect sono stati elaborati con appositi indici quali:

1. Indice di Shannon (H), espressivo del livello di diversità di ciascun popolamento, calcolato per le piante di altezza inferiore a 3 m (H_r) in termini di numero, e per le piante di altezza superiore a 3 m in base sia al numero ($H_t n$) sia all'area basimetrica ($H_t g$) degli individui;
2. Numero di diversità di Hill (N_1 , espressivo del numero di piante fra cui è ripartita la diversità espressa da H);
3. indice di equitabilità di Pielou (J , espressivo dell'omogeneità della distribuzione del valore di H fra le specie);
4. Indice di Pretzch (A , espressivo della diversità strutturale) calcolato sul numero di piante di altezza superiore a 3 m;
5. Indice di rinnovazione MAGINI (1967), espressivo della quantità della rinnovazione, dato dal prodotto della densità del novellame/m² per la sua altezza media (in cm), calcolato per le piante di altezza inferiore a 5 m situate all'interno del transect centrale, sia come valore globale (Irt), sia separando abete bianco ($Ir a$) e latifoglie ($Ir l$).
6. Indice di dispersione Id di Clapham (GRIEG-SMITH 1983), basato sul rapporto tra varianza e media delle frequenze delle piante in aree predefinite, calcolato per le stesse piante su cui si è calcolato Ir , ma suddividendo il transect centrale in «spezzoni» di 1 x 5 m (l'indice valuta la distribuzione orizzontale degli individui; passando l'indice da 0 a 1 a valori progressivamente superiori, la distribuzione passa da uniforme, a casuale, ad aggregata).

Il confronto tra le aree (A1, A2, A3), per i parametri considerati, è stato effettuato ricorrendo all'analisi della varianza (ANOVA), suddividendo ciascuna area in 4 sub-aree di 250 m². Nei casi in cui i risultati dell'ANOVA sono stati almeno significativi, si è proceduto ad applicare il test di Duncan.

RISULTATI

Dall'esame dei modelli strutturali (fig. 1), si deduce che il novellame delle specie arboree tende a diffondersi soprattutto ai margini delle radure più ampie, nelle aperture più piccole, o comunque nei tratti di soprassuolo

dove la copertura si alleggerisce. Al centro della radura più ampia si registra invece l'ingresso di vegetazione erbaceo-arbustiva.

Si esaminano di seguito i confronti fra le varie date (rispettivamente 1966, 1988 e 2004 per Vallombrosa, e 1992 e 2004 per Sasso Fratino) della serie storica di rilievi, separatamente per aree (per il sottobosco erbaceo-arbustivo si rimanda alla tab. 2).

Tab. 2 – Elenco delle specie erbacee e arbustive rilevate nelle tre aree secondo il metodo di Braun Blanquet.

Specie rilevate	A1	A2	Specie rilevate	A3
<i>Adenostyles australis</i>	+	.	<i>Adenostyles australis</i> (Ten.) Nyman	+
<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC.	.	r	<i>Athyrium filix-foemina</i> (L.) Roth	r
<i>Athyrium filix-foemina</i> (L.) Roth	.	+	<i>Atropa belladonna</i> L.	+
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	+	.	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz	+
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	.	+	<i>Cardamine chelidonia</i> L.	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	+	.	<i>Carex sylvatica</i> Hudson	+
<i>Geranium nodosum</i> L.	1	.	<i>Circaea lutetiana</i> L.	+
<i>Geranium robertianum</i> L.	r	+	<i>Daphne laureola</i> L.	+
<i>Hedera helix</i> L.	+	.	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	+
<i>Hieracium</i> gr. <i>Murorum</i>	.	2	<i>Epipactis belleborine</i> (L.) Crantz	r
<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.	.	r	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	1
<i>Melica uniflora</i> Retz.	.	r	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	+
<i>Orobanche</i>	.	r	<i>Galium rotundifolium</i> L.	+
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	r	r	<i>Galium sylvaticum</i> L.	+
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kubn	+	.	<i>Geranium nodosum</i> L.	1
<i>Rubus grup hirtus</i>	1	+	<i>Geranium robertianum</i> L.	+
<i>Sanicula europaea</i> L.	+	1	<i>Hedera helix</i> L.	r
<i>Viola reichenbachiana</i> Jordan ex Boreau	r	.	<i>Hepatica nobilis</i> Miller	+
			<i>Hieracium gruppo murorum</i>	+
			<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	r
			<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.	+
			<i>Melica uniflora</i> Retz.	2
			<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.	+
			<i>Oxalis acetosella</i> L.	+
			<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman	+
			<i>Polystichum setiferum</i> (Forsskal) Woyнар	2
			<i>Prenanthes purpurea</i> L.	+
			<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kubn	2
			<i>Rubus hirtus</i> W. et K.	r
			<i>Salvia glutinosa</i> L.	1
			<i>Sanicula europaea</i> L.	2
			<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	+
			<i>Viola reichenbachiana</i> Jordan ex Boreau	r

Part. 470, Vallombrosa (A1). In tab. 3 compaiono i dati relativi a densità, altezza media e indice di rinnovazione del novellame di abete bianco e latifoglie. Dall'esame della variazione dell'indice di rinnovazione delle latifoglie (quello dell'abete è tutto sommato di scarso rilievo, data la irrisoria consistenza di questa specie, in tutto il periodo di studio, nel piano di

Tab. 3 – Densità, altezza media e indice di rinnovazione del novellame di abete bianco e latifoglie nelle aree di studio (per i simboli si rimanda ai materiali e metodi).

A1	Abete bianco			Latifoglie	
	densità n/m ²	altezza media cm	Ir ht<3m	densità n/m ²	Ir ht<3m
1966	0,74	12,06	8,92	1,24	21,70
1988	0,05	3,00	0,15	1,05	115,00
2004	0,51	3.8 (0.08)	1,93	0,38	2,48
A2	Abete bianco			Latifoglie	
	densità n/m ²	altezza media cm	Ir ht<3m	densità n/m ²	Ir ht<3m
1966	5,49	18,86	103,54	0,12	25,10
1988	3,33	42,82	142,59	0,01	9,60
2004	1,58	65.81 (2.96)	104,24	0,08	5,62
A3	Abete bianco			Latifoglie	
	densità n/m ²	altezza media cm	Ir ht<3m	densità n/m ²	Ir ht<3m
1992	0,04	223 (7.9)	8,92	0,49	9,07
2004	0,72	7 (1.5)	4,09	0,39	13,08

rinnovazione) emerge che I_{rl} era fortemente cresciuto nel periodo 1966-1988, in parallelo con la prosecuzione del processo di insediamento e affermazione delle latifoglie. I dati del 2004 evidenziano che densità e I_{rl} (che cala da 115 a 2,5) subiscono un regresso vistoso. Le ragioni sono in parte legate al passaggio delle latifoglie dal piano di rinnovazione ai piani superiori (in questo caso le piante non vengono più registrate nell'indice) ma soprattutto alla mortalità dovuta ai danni da selvaggina (fig. 2). I danni, imputabili in massima parte al daino e al cervo, si manifestano a carico di tutte le latifoglie, e sono il risultato di sfregamenti alla base degli individui più grandi, oltre che di asportazione di branche e di parte del fusto delle piante del piano di rinnovazione. Questa è l'area in cui si registrano i più alti valori di diversità e di equitabilità di specie legnose, sia per lo strato inferiore che per quello superiore a 3 m (tab. 4). La distribuzione aggregata delle latifoglie sotto copertura, messa in luce dall'alto valore di I_{dl} , è attribuibile all'addensamento del novellame nell'apertura del soprassuolo.

Part. 89, Vallombrosa (A2). In tab. 3 compaiono i dati relativi a densità, altezza media e indice di rinnovazione del novellame di abete bianco e latifoglie. Il valore dell'indice di rinnovazione totale, che era cresciuto nel periodo 1966-1988, è attualmente calato. Il novellame di abete bianco ha



Fig. 2 – Danni da selvaggina ungulata a carico di piante di acero montano nella particella 470 di Val-lombrosa (foto Bianchi).

Tab. 4 – Indici di diversità nelle aree di studio (per i simboli si rimanda ai materiali e metodi).

Indice	A1	A2	A3
Hr	1,32	0,26	0,91
Ht	1,15	0,53	0,64
Jr	0,24	0,04	0,16
Jt	0,23	0,11	0,18
N1r	3,75	1,29	2,48
N1t	3,15	1,7	1,9
Hg	0,05	0,06	0,66
Jg	0,02	0,03	0,26
N1g	1,05	1,06	1,93
Irt	25,96	134,1	20,37
Ira	1,93	125,68	6,57
Irl	24,04	8,42	13,8
A	0,85	1,02	1,94
Ag	1,07	0,57	1,1
Idt	1,97	6,51	2,04
Idl	2,35	1,42	1,77
Ida	1,41	6,7	2,51

fatto registrare una crescita progressiva dell'altezza media e una riduzione di densità, secondo l'andamento atteso durante un processo di affermazione della rinnovazione. L'insediamento dell'abete è in forte rallentamento a vantaggio dell'affermazione di quello precedentemente insediato. Ancora più vistosa è la progressiva diminuzione di I_{rb} , da 25 a 9,6 a 5,6, per lo più a causa del passaggio delle latifoglie dal piano di rinnovazione ai piani superiori (si ricorda, tuttavia, che le ubicazioni dei transect eseguiti nelle tre date non coincidono). Questa è l'area in cui si registra il più alto valore di I_{rt} (imputabile quasi esclusivamente al novellame di abete bianco), e i più bassi valori di diversità e di equitabilità (calcolati sulle frequenze di individui) di specie legnose, sia per lo strato inferiore che per quello superiore a 3 m (tab. 4). La distribuzione aggregata dell'abete bianco sotto copertura, messa in luce dall'alto valore di I_{dl} (il più alto in assoluto registrato) è attribuibile all'addensamento del novellame nelle aperture del soprassuolo.

Quota 900 (A3). In tab. 3 compaiono i dati relativi a densità, altezza media e indice di rinnovazione del novellame di abete bianco e latifoglie. I_{rt} sale leggermente nel periodo 1992-2004 da 9 a 13, con una leggera crescita dell'altezza media associata a una riduzione di densità, ma in parallelo si dimezza (da 8 a 4) I_{ra} . Questa è l'area in cui si registrano i più alti valori di diversità e di equitabilità di specie legnose, qualora questi vengano calcolati in base all'area basimetrica delle piante (tab. 4): la cosa si spiega con la presenza di piante di grandi dimensioni sia di faggio sia di abete bianco. Inoltre in quest'area si registra il più elevato valore per l'indice di Pretzch, imputabile alla presenza, nel soprassuolo arboreo, di una stratificazione abbastanza evidente (faggio presente nel piano superiore, abete bianco nel piano superiore, in quello intermedio e in quello inferiore).

Dal confronto delle tre aree, come risulta dai dati dell'ANOVA e del test di Duncan, emerge che:

A1 si separa dalle altre aree per il superiore valore di diversità di specie arboree presenti in tutti gli strati (Ht).

A2 si separa dalle altre aree per l'inferiore valore di diversità di specie arboree presenti nel piano di rinnovazione, compreso entro 3 m (Hr).

A2 si separa dalle altre aree per il superiore valore di indice di rinnovazione, sia totale (I_{rt}), sia riferito all'abete bianco (I_{ra}).

Per I_{rb} , i valori decrescono passando da **A1** ad **A3** ad **A2**, ma solo le aree con i valori estremi risultano separate significativamente fra loro.

DISCUSSIONE

Nelle aree di Vallombrosa, l'ingresso di latifoglie sotto la copertura dell'abete bianco, fenomeno segnalato già a partire dalla metà degli anni '60 (MAGINI 1967) e progredito fino al 1988, appare oggi stabile (A2) o in deciso regresso (A1).

In A1 il processo evolutivo, fino a una quindicina di anni fa, si era manifestato in modo particolarmente vistoso: il piano di successione si presentava ricco di latifoglie mesofile, ben sviluppato e assai promettente, con un evidente incremento della diversità (ne risultavano accresciute, nel tempo, sia la diversità strutturale sia quella delle specie arboree). In base ai risultati dei nostri rilievi, oggi il processo di insediamento e affermazione delle latifoglie è in regresso, e in causa possono essere chiamati due fattori: in parte una disponibilità di luce non più sufficiente a sostenere le esigenze delle latifoglie, che nel frattempo si sono accresciute (lo conferma la fisiologia delle piante, che appaiono decisamente filate), in parte i danni da ungulati selvatici. Il forte rallentamento del processo evolutivo deve far riflettere sulle prospettive della selvicoltura appenninica su basi naturalistiche. Se da un lato tale approccio selvicolturale rappresenta l'ideale per contenere i danni della selvaggina ungulata, sia da brucamento sia da scortecciamento, in virtù di una maggiore diversificazione di fonti alimentari nonché di una sovrabbondanza di giovani alberi originati da rinnovazione naturale (REIMOSER e GOSSOW, 1996), dall'altro è fin troppo evidente che una selvicoltura naturalistica non può essere ipotizzata senza affrontare il problema degli ungulati selvatici (MOTTA, 1999). La questione non si risolve solo riducendone il carico (anche se pure questa è una misura necessaria): il problema è più complesso, e vi entrano in gioco una grande quantità di variabili, come le distribuzioni in classi cronologiche e le gerarchie di gruppo (CASANOVA e SORBETTI, 2003), l'attrattiva dell'habitat (disponibilità di cibo, ma anche, e in notevole misura, fattori ambientali indipendenti dal cibo, quali condizioni del terreno, clima, presenza di margini, impatto di competizione e di disturbo, fattore termico, ricovero e nascondiglio). D'altronde il problema non è solo selvicolturale, ma va affrontato su scala territoriale (turismo, apertura di strade, vicinanza di aree protette, scomparsa di spazi aperti con conseguente riduzione dell'offerta alimentare, sono tutti fattori che possono avere forte influenza sui danni da selvaggina di una zona boscata).

La part. 89 (A2) è stata invece selezionata in quanto già a metà degli anni '60 era stata segnalata per una interessante particolarità: la presenza di un promettente piano di rinnovazione di abete bianco. Le cause di questa anomalia (notoriamente l'abete trova forti difficoltà a rinnovarsi in bosco

puro) restano oscure, sebbene all'origine del fenomeno possano essere individuati sia il progressivo alleggerimento della copertura con formazione di piccole radure (in cui non si verifica, contrariamente a quanto avviene nelle buche più ampie, ingresso di vegetazione nitrofila invadente: IGNESTI e PACI, 1989), sia l'effetto indotto dalle latifoglie preesistenti all'impianto o in ingresso nei piani inferiori dell'abetina. È noto che l'abete bianco troverebbe un ostacolo alla germinazione del seme e alla sopravvivenza dei semenzali nelle sostanze prodotte dalla propria lettiera. Quello che si è osservato in base all'ultimo rilievo è una certa stabilità per quanto riguarda la rinnovazione dell'abete bianco (l'indice di rinnovazione è leggermente diminuito, come risultato della diminuzione della densità, che la crescita dell'altezza media non ha compensato), mentre più marcata è la riduzione del novel-lame di latifoglie (tuttavia molte di queste sono passate al piano arboreo). Ne consegue che la tendenza a una crescita di diversità di specie arboree, osservata nel periodo '66-'88, non è stata confermata. Resta il fatto che, in questa area, i processi successionali sono ancora in atto, e che l'evoluzione verso il bosco misto di abete bianco (dominante anche nel piano di rinnovazione) e latifoglie è evidente. Per quanto riguarda l'incidenza assai scarsa di danni da selvaggina, si ricorda che A2 si trova in una zona interna della foresta di Vallombrosa, mentre A1 è localizzata ai margini di questa, in prossimità di un grande prato, fattore favorevole a un aumento del carico locale, e dunque anche ai danni al novellame di specie arboree nei boschi vicini (CASANOVA e SORBETTI, 2003).

La particella situata a Sasso Fratino, a quota 900 (A3) è caratterizzata dal fatto di essere costituita da un soprassuolo di origine artificiale a dominanza di abete bianco, nel cuore di un'area di Riserva Integrale. Nella fascia di vegetazione in cui tale particella è inserita, dominano soprassuoli misti a prevalenza di faggio, abete bianco e latifoglie mesofile, per cui è ipotizzabile che col tempo i processi successionali portino a un incremento del contingente di latifoglie a scapito della conifera, fenomeno che dovrebbe essere facilitato anche dalle caratteristiche del soprassuolo arboreo, a struttura pluristratificata. Nell'area in esame il processo successionale vede per il momento la dominanza di fasi arbustive. Nell'ultimo decennio è continuato un debole insediamento di faggio sotto copertura, e parallelamente si è assistito a un regresso della rinnovazione di abete: si tratta tuttavia di fenomeni di scarsa entità.

Le osservazioni eseguite nell'arco di quasi quarant'anni nelle aree della foresta di Vallombrosa, e di dodici anni nell'area di Sasso Fratino, inducono a qualche riflessione di carattere selvicolturale.

Questo studio ha cercato di mettere in luce le ricadute, sul dinamismo della vegetazione, di modifiche strutturali di soprassuoli semplificati di

abete bianco. Se la selvicoltura su basi naturali è oggi orientata, secondo i casi, verso la conservazione (nei sistemi complessi) o l'aumento (nei sistemi semplificati) della complessità dei sistemi forestali, il selvicoltore agisce principalmente, anche se non esclusivamente, attraverso modifiche strutturali dei soprassuoli (OLIVER e LARSON, 1996). La gestione forestale, alterando la composizione specifica e la struttura spaziale dei soprassuoli, determina i modelli della rinnovazione naturale: è nota l'importanza degli aspetti strutturali dei soprassuoli forestali nei confronti del dinamismo della vegetazione (JAEHNE e DOHRENBUSCH, 1997; BIANCHI e PACI, 2002), e della diversità complessiva del sistema: la crescita di diversità che ne risulta non è solo floristica e strutturale ma globale (microstazionale, a sua volta legata a un arricchimento di nicchie, con ricadute sulla componente animale, microbiologica, ecc.). Anche se il bosco misto a struttura multiplana non sempre esprime condizioni di naturalità, e i modelli strutturali non possono avere un valore universale (HOFMANN, in DEL FAVERO, 1998; DEL FAVERO, 1998; SCHÜTZ 2002, HELLRIGL inedito), in molti casi, nella fascia medio-montana e nei terreni più evoluti, quella che oggi viene chiamata gestione forestale sostenibile spesso mira proprio all'incoraggiamento della diversità strutturale dei sistemi.

L'impatto delle forme di trattamento sulla rinnovazione, in questo studio è stato valutato indirettamente, dalla osservazione del dinamismo spontaneo dei soprassuoli lasciati alla evoluzione di *post-selvicoltura*. Il dinamismo spontaneo può cioè rappresentare lo spunto per una selvicoltura finalizzata a incrementare la diversità globale.

Si consideri la particella 89 di Vallombrosa (A2). La caduta accidentale di singoli alberi determina, nel tempo, una interruzione graduale e continua della copertura arborea: si crea così un insieme di piccole buche e quindi di margini dove si osserva insediamento di latifoglie e rinnovazione di abete. Il dinamismo strutturale del soprassuolo in questione può essere simulato, in termini di trattamento selvicolturale, con un taglio a scelta. Naturalmente si tratterebbe di una forma di trattamento elastica, che potrebbe sconfinare nei tagli successivi su piccole superfici, seguendo più che altro quanto suggerisce il piano di rinnovazione, che via via dovrebbe espandersi a partire da gruppi di rinnovazione. La selvicoltura naturalistica è, del resto, un metodo di approccio al bosco basato su forme di trattamento che prescindono dall'applicazione di schematismi, in modo da generare o conservare eterogeneità nel bosco (LEIBUNDGUT, 1960; SUSMEL, 1986; WOHLGEMUTH *et al.*, 2002).

Per quanto riguarda la particella 470 di Vallombrosa (A1) e quella di Quota 900 a Sasso Fratino (A3), le interruzioni della copertura sono legate alla caduta di più piante adiacenti, peraltro di grosse dimensioni: si forma-

no così lacune di maggiore ampiezza (fra 200 e 320 m²) rispetto a quelle di A1. La simulazione, con mezzi selvicolturali, di tale modello di interruzione della copertura è riconducibile al taglio a buche (piccole, nei casi in questione), se non ai tagli successivi su piccole superfici.

Ma l'aspetto su cui vale la pena di riflettere è un altro. Le aperture che si sono create nelle aree A1 e A3 non hanno prodotto gli stessi risultati. A Quota 900 (A3), la buca è stata colonizzata da vegetazione erbaceo-arbustiva, e solo sui margini si osserva rinnovazione di faggio, peraltro non molto densa. Resta da vedere se un'apertura di dimensioni superiori (si ricorda che quando si parla di dimensioni di una apertura ci si riferisce alle dimensioni *efficaci* ai fini della penetrazione di radiazione solare, e quindi non solo all'area della buca, ma anche a esposizione, pendenza e dimensioni degli alberi che circondano la lacuna) avrebbe prodotto risultati più incoraggianti in termini di insediamento di latifoglie. La letteratura forestale suggerisce che le specie tolleranti l'ombra riescono a insediarsi più facilmente nelle buche più piccole (WITHMORE, 1989; CANHAM *et al.*, 1990; PACI e SALBITANO, 1998), ma nel caso in questione le dimensioni efficaci sono davvero assai limitate: non a caso il novellame di faggio è distribuito solo lungo il margine nord della buca, l'unico che, in base a osservazioni di CIAMPELLI (1994), sia interessato da afflusso di radiazione diretta (per l'esattezza fra le ore 13 e le 14 solari).

Diverso è il caso dell'area A1: nelle buche, di dimensioni pari a 100-200 m², dagli anni '60 fino a tutti gli anni '80 si è verificato un crescente insediamento di latifoglie mesofile, che sono andate a costituire un piano ben sviluppato sotto la rada copertura dell'abete bianco. Tuttavia si è visto che anche in quest'area il processo successionale è oggi in regresso, in parte a causa dei danni da fauna ungulata, in parte perché il novellame non è stato liberato dalla concorrenza delle piante del soprassuolo adulto, andando così incontro a problemi legati a carenze luminose.

Quello che emerge in tutta evidenza da questi anni di studio è che, a dispetto delle specificità delle situazioni esaminate (caratteristiche strutturali dei soprassuoli; parametri del piano di rinnovazione come densità, altezza media e diversità; storia selvicolturale dei boschi ecc.), non è in ogni caso accettabile un abbandono di soprassuoli semplificati alla propria evoluzione. Se l'interruzione della copertura arborea in un'abetina, determinata dalla caduta delle piante per cause accidentali, è sufficiente a innescare l'ingresso delle latifoglie, per l'affermazione del novellame è necessario intervenire con mezzi selvicolturali. In alternativa, l'evoluzione «naturale» dei soprassuoli avverrebbe secondo tempi e modalità indesiderabili (crolli più o meno estesi dei soprassuoli, fasi regressive ecc.).

In tal senso, una selvicoltura sostenibile, che voglia incrementare la

diversità dei sistemi forestali ad abete bianco accrescendone la stabilità, non può limitarsi a schemi semplificati di intervento. Risultano cruciali, in tal senso, le dimensioni *efficaci* delle aperture e la frequenza con cui si ripetono. In ogni caso il controllo dell'azione della fauna ungulata gioca un ruolo determinante ai fini della gestione forestale.

CONCLUSIONI

Nell'ottica di un incremento di biodiversità di sistemi forestali semplificati come le abetine appenniniche, almeno sulla base dei nostri risultati, appare evidente che l'alleggerimento della copertura arborea (attorno a gruppi di rinnovazione più o meno estesi, oppure anche in corrispondenza di suolo privo di vegetazione, ma a condizione che le aperture siano dimensionate alla situazione stazionale ed evolutiva) costituisce il presupposto di una selvicoltura su basi naturali, finalizzata a una crescita di diversità del sistema. Nel corso dei decenni di osservazioni, appare evidente che aperture graduali, come quelle che potrebbero crearsi in seguito a tagli a scelta o a tagli successivi su piccole superfici, possono essere efficaci nell'incoraggiamento del processo di rinaturalizzazione delle abetine di abete bianco, ma solo a condizione che il processo venga seguito dal selvicoltore: l'abbandono dei soprassuoli alla propria evoluzione determina un regresso del processo in questione. D'altro canto, nessun tipo di selvicoltura su basi naturali è ipotizzabile (e realizzabile) senza tenere conto dei problemi di gestione faunistica del territorio.

SUMMARY

Structural dynamics and post-silviculture evolution of mountain silver fir stands (Central Italy)

The present study aims to highlight the successional pattern of forest stands showing a simplified structure and in which the silvicultural practices have long been neglected, so far allowing an undisturbed evolution of the forest. In order to understand the management style better performing with the future increase of the structural complexity of the stands, surveys were carried out in test sites where records on the stand dynamics of the last thirty years are available. The plots are located in the Apennine silver fir stands of Vallombrosa (Tuscany) and Sasso Fratino (Emilia Romagna). The changes in structure are synthetically expressed by means of indexes of structural and floristic diversity.

As for management aspects, according to the results of the present research, is emphasised that the canopy reduction is the prerequisite for a silviculture style aiming

to enhance the system diversity. Gradual openings of the canopy, as the ones following selection or shelterwood systems, basing on long regeneration time span, are suitable to enhance the re-naturalisation (e.g. increasing the amount of broadleaves in the understorey) of silver fir stands. Because the undisturbed conifer stands dynamics following the abandonment of forestry practice results very often uncertain as trend and direction, it appears important to follow up the process by mean of close-to-nature silviculture interventions. In this sense, the paper finally outlines the necessity to face the interactions between forest regeneration and wild ungulate populations, which currently represents one of the most dramatic problems of sustainable management.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIGONI P.V., 1998 – *La vegetazione forestale*. In «Boschi e macchie di Toscana». Regione Toscana, Giunta Regionale. Edizioni Regione Toscana.
- BAGNARESI U., GIANNINI R., GRASSI G., MINOTTA G., PAFFETTI D., PINI PRATO E., PROIETTI PLACIDI A.M., 2002 – *Stand structure and biodiversity in mixed, uneven-aged coniferous forests in the eastern Alps*. *Forestry* 75 (4): 357-364.
- BERNETTI G., 1987 – *I Boschi della Toscana*. Edagricole, Bologna.
- BIANCHI L., PACI M., 2002 – *Tipologia delle pinete di pino nero del Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. *Ann. Acc. It. Sc. For.*, LI: 73-120.
- CALAMINI G., PACI M., TANI A., 2004 – *La rinnovazione: elemento centrale della gestione sostenibile dei soprassuoli forestali - Riferimenti alle fustaie dell'Italia centrale*. Convegno «Selvicoltura: a che punto siamo?», Vallombrosa, 23-24/10 2003, Edizioni Vallombrosa: 125-141.
- CANHAM C. D., DENSLOW J. S., PLATT W. J., RUNKLE J. R., SPIES T. A., WHITE P. S., 1990 – *Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests*. *Can. J. For. Res.* 20 (5): 620-631.
- CASANOVA P., SORBETTI F., 2003 – *La caccia in Toscana negli ultimi settanta anni*. Polistampa, Firenze, 528 pp.
- CIAMPELLI F., 1994 – *Risposta della vegetazione all'apertura di gap nella riserva naturale integrale di Sasso Fratino*. Tesi di laurea, Istituto di Selvicoltura dell'Università di Firenze, A. A. 1993-94.
- CIANCIO O., CORONA P., IOVINO F., MENGUZZATO G., SCOTTI R., 1999 – *Forest management on a natural basis: the fundamentals and case studies*. *Journal of Sustainable Forestry* 1/2: 59-72.
- COATES K. D., BURTON P. J., 1997 – *A gap-based approach for development of silvicultural systems to address ecosystem management objectives*. *For. Ec. and Man.* 99: 337-354.
- DEL FAVERO R., POLDINI L., BORTOLI P. L., LASEN C., DREOSSI G., VANONE G., 1998 – *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia*, vol. I. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale delle Foreste, Udine, 490 pp.

- EMBOG J., 1998 – *Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark*. For. Ec. and Man., 106 : 83-95.
- GRIEG SMITH P., 1983 – *Quantitative Plant Ecology*. 3rd edition, Berkeley, CA, University of California Press, 359 pp.
- HELLRIGL B. – *Riflessioni sulla selvicoltura naturalistica*. Inedito.
- HOFMANN A., 1965 – *L'abieti-faggeto di Sasso Fratino ed i suoi aspetti fitosociologici*. Arch. bot. e biogeogr. It., XLI (4): 1-15. Forlì, tipografia Valbonesi.
- HOFMANN A., 1972 – *Il fenomeno della rinnovazione naturale e le tendenze strutturali dei boschi*. In Del Favero et al., 1998, *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia*, vol. I. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale delle Foreste, Udine: 28-33.
- IGNESTI S., PACI M., 1989 – *Studio sulla rinnovazione naturale dell'abete bianco nella foresta di Vallombrosa*. Ann. Acc. It. Sci. For., XXXVIII: 541-584.
- LEIBUNDGUT H., 1960 – *Risultati delle ricerche in foreste vergini europee*. Ann. Acc. It. Sc. For., XV: 277-287.
- JAEHNE S., DOHRENBUSCH A., 1997 – *Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität*. Forstw. Cbl. 116: 333-345.
- MAGINI E., 1967 – *Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale dell'abete bianco sull'Appennino*. L'It. For. e Mont., 22 (6): 261-270.
- MONDINO G., BERNETTI G., 1998 – *I tipi forestali*. In: *Boschi e macchie di Toscana*. Regione Toscana, Giunta Regionale. Edizioni regione Toscana, 358 pp.
- MOTTA R., 1999 – *Wild ungulate browsing, natural regeneration and silviculture in the Italian Alps*. Journal of sustainable forestry, 8: 35-53.
- NOCENTINI S., 1995 – *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello Firenze*. L'It. For. e Mont., 50 (4): 425-435.
- OLDEMAN R.A.A., 1994 – *Sur les écosystèmes forestiers: quatre principes sylvologiques*. L'It. For. e Mont., 49, (1): 1-16.
- OLIVER C.D., LARSON B.C., 1996 – *Forest stand Dynamics*. John Wiley & Sons, Inc, 538 pp.
- OZENDA P., 1985 – *La vegetation de la Chaîne Alpine*. Masson Editeur, Paris, 330 pp.
- PACI M., SALBITANO F., 1998 – *The role of studies on vegetation dynamics in undisturbed natural reserves towards the need of knowledge for close-to-nature silvicultural treatments: the case-study of Natural Reserve of Sasso Fratino (Foreste Casentinesi, northern-central Apennines)*. AISF-EFI International Conference on «Forest Management in Designated Conservation & Recreation Areas (Morandini R., Merlo M. and Paivinnen R. eds.), 7-11 october, Florence, Italy. University of Padua Press (145-156).
- PRETZCH H., 1996 – *Strukturvielfalt als Ergebnis waldbaulichen handelns*. Allg. Forst- u. J.-Ztg. (11): 213-221.
- REIMOSER F., GOSSOW H., 1996 – *Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system*. For. Ec. and Man., 88: 107-119.

- SCHÜTZ J.C., 2002 – *Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures*. Forestry, 5 (4): 329-337
- SUSMEL L., 1986 – *Prodromi di una nuova selvicoltura*. Ann. Acc. It. Sc. For., XXXV, 33-51.
- UBALDI D., SPERANZA M., 1985 – *Quelques hêtraies du Fagion et du Laburno-Ostrion dans l'Apennin septentrional (Italie)*. Documents phytosociologiques, n.s., 9: 51-71.
- WHITMORE T.C., 1989 – *Canopy gaps and the two major groups of forest trees*. Ecology, 70 (3): 536-538.
- WOHLGEMUTH T., BÜRGI MATTHIAS, SCHEIDEGGER C., SCHÜTZ M., 2002 – *Dominance reduction of species through disturbance – a proposed management principle for central European forests*. For. Ec. and Man. 166: 1-15.
- ZERBE S., 2002 – *Restoration of broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations*. For. Ec. and Man. 167: 27-42.