

Struttura e dinamismo forestale nella Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino

LIVIO BIANCHI, ALESSANDRO BOTTACCI, MARCO PACI, GIOVANNI QUILGHINI

INTRODUZIONE

Foreste vergini e riserve naturali integrali possono rappresentare veri e propri laboratori che, periodicamente monitorati, permettono di seguire le evoluzioni naturali dei soprassuoli forestali (LEIBUNDGUT, 1982). In particolare, lo studio nel tempo delle dinamiche strutturali degli ecosistemi forestali permette di acquisire informazioni da applicare alla selvicoltura (OLIVER E LARSON, 1996).

Nelle faggete-abetine della Riserva Naturale Integrale (RNI) di Sasso Fratino, lo studio è stato avviato da decenni (HOFMANN, 1965; NARDI BERTI, 1972; MASSEI, 1981; PACI E CIAMPELLI, 1994; PACI E SALBITANO, 1998; BIANCHI *et al.* 2005) con finalità di carattere ecologico e selvicolturale. La RNI rappresenta infatti un laboratorio vivente di inestimabile valore dove è possibile osservare il divenire dei processi ecologici forestali nel corso del tempo. In questo senso, grazie alla collaborazione con il CFS-Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Pratovecchio (Arezzo), il DISTAF dell'Università di Firenze dispone di aree permanenti (le prime risalgono al 1992) nelle quali sviluppare nel lungo periodo un monitoraggio sul dinamismo forestale.

Il presente lavoro riguarda prevalentemente il nucleo originario della Riserva, corrispondente all'alto bacino dei Fossi di Sasso Fratino e dell'Acqua Fredda.

Con questo contributo si propone una sintesi di un lavoro, in fase di completamento, finalizzato a descrivere le caratteristiche fisionomiche dei soprassuoli che da più tempo sono oggetto di protezione totale, cercando di evidenziare i principali fattori che ne influenzano le dinamiche evolutive. Il fine ultimo è una migliore conoscenza delle dinamiche strutturali naturali, sulla base delle quali adottare, nelle foreste coltivate, le scelte selvicolturali più idonee, in modo da accrescerne funzionalità e stabilità.

LE PRINCIPALI STRUTTURE OSSERVATE NELLA RISERVA

Il nucleo storico della Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino (in un tratto compreso fra Poggio Scali e Quota 900), a quote comprese fra 1.520 e 900 m s.l.m. è caratterizzato da boschi più o meno misti di faggio (*Fagus sylvatica*) e abete bianco (*Abies alba*). Altre latifoglie, come *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior*, e conifere come *Taxus baccata* partecipano alla copertura. Al di sopra di 1300 m, sul crinale appenninico la foresta è una faggeta pressoché pura, con presenza sporadica di acero di monte. Sotto gli 800 m s.l.m., al bosco misto di faggio e abete bianco partecipano latifoglie quali *Quercus cerris*, *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Acer opalus*, *Acer campestre*, *Sorbus torminalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus ornus* e *Corylus avellana*. Tuttavia, si tratta di un tipo di vegetazione abbastanza raro nella riserva.

NARDI BERTI (1972) evidenzia che la struttura è tendenzialmente coetaniforme nella parte alta della riserva mentre tende al disetaneiforme man mano che si scende verso il basso. Dalle osservazioni compiute dal gruppo di lavoro dell'Istituto di Selvicoltura (e poi dal DISTAF) dell'Università di Firenze, dopo oltre un trentennio la situazione appare più o meno analoga.

Le dinamiche strutturali della vegetazione appaiono condizionate in massima parte dalle caratteristiche del terreno (profondità e pendenza) e dall'influenza di fattori di disturbo di origine sia naturale sia antropica (utilizzazioni forestali pregresse). Tra i fattori di disturbo non può essere trascurato il carico, talora eccessivo, della fauna selvatica, specialmente degli ungulati (MENCUCCI E D'AMICO, 2006 a; 2006 b)

Il faggio è la specie dominante in tutta l'area, in termini di numero di individui come di biomassa, e manifesta una spiccata attitudine

alla rinnovazione in massa non appena avviene un'interruzione della copertura a seguito di crolli di uno o pochi individui. In **Fig. 1** si riportano i principali tipi strutturali osservati nella foresta. Strutture tendenzialmente monoplane sono ad oggi le più frequenti in tutta l'area; tuttavia, a seguito di interruzioni più o meno marcate della copertura delle chiome, si osserva la rapida formazione di strutture biplane ben differenziate. Tali strutture, se le dimensioni dei *gap* sono sufficientemente grandi, generalmente tendono nuovamente alla monoplanarità, a seguito del rapido accrescimento delle piante del piano di rinnovazione. Al contrario, le strutture tendono a permanere biplane qualora le chiome delle piante dei piani superiori richiudano il *gap*, limitando l'accrescimento dei piani inferiori. Più raramente si osserva una struttura spaziale

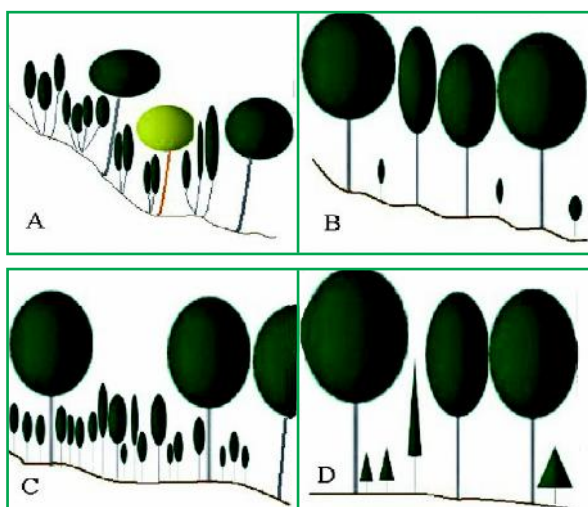


Fig. 1 - Modelli strutturali riferibili alla foresta di Sasso Fratino: A) biplano di crinale, B) monoplano, C) biplano ben differenziato, con piano di rinnovazione affermato di faggio, D) biplano, localmente tendente al multiplano per insediamento di abete bianco.

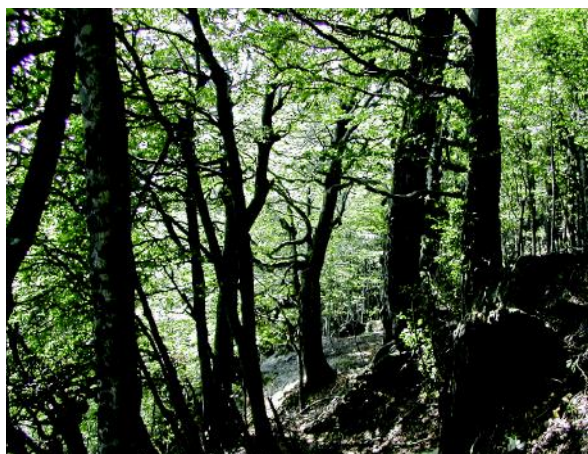


Foto 1 - Parte alta della riserva: struttura monoplana tendente al biplano basso. Foto L. Bianchi

verticale biplana ma localmente tendente al pluristratificato, con un piano superiore di faggio (sporadicamente associato ad acero di monte e abete bianco), un piano intermedio di faggio con possibile partecipazione di abete bianco (e più raramente di tasso), e un piano inferiore in cui l'abete bianco può mescolarsi con le latifoglie del piano montano.

Un caso a parte sono le fisionomie dei soprassuoli posti in condizioni stazionali più difficili, come ad esempio in prossimità dei crinali. Qui, a seguito del modesto spessore del terreno, dell'azione battente dei venti dominanti, della maggiore permanenza della copertura nevosa, della maggiore suscettibilità alle gelate, ma anche in considerazione del fatto che, probabilmente, in prossimità del crinale (per la maggiore facilità di esbosco) le utilizzazioni si sono protratte più a lungo, si possono osservare strutture assimilabili a quelle di cedui di faggio invecchiati. Infatti, il soprassuolo presenta una struttura tendenzialmente biplana, in cui piante molto ramosi e spesso contorte di faggio e acero montano sveltano su un piano caratterizzato da individui di faggio, acero di monte, maggiociondolo e farinaccio, di prevalente origine agamica (**Foto 1**). Nella parte più bassa della RNI (sotto 900 m s.l.m.) sono presenti abetine di abete bianco di chiara origine artificiale, interessate da fenomeni di rinaturalizzazione, caratterizzati da un diffuso ingresso di latifoglie (soprattutto faggio).

In ultima analisi, la struttura spaziale dei soprassuoli varia in funzione dell'incidenza delle utilizzazioni pregresse (le ultime di cui si ha notizia risalgono agli anni '30) e di fattori di disturbo per lo più di origine abiotica (vento, neve, frane, ecc.), il cui effetto sulla struttura dei soprassuoli è notevolmente diverso in funzione di intensità, frequenza e distribuzione di tali fattori. In particolare la temperatura sembra influire sulla diffusione verso l'alto dell'abete bianco, che si arresta quasi di colpo intorno ai 1.250 m s.l.m. In rari casi i fattori di disturbo possono manifestarsi su scala molto ampia. È il caso di una frana verificatasi nel 1983, a quota compresa fra 1.000 e 1.280 m s.l.m., di dimensioni pari a 1,7 ha, in cui la vegetazione erbaceo-arbustiva e il carpino nero sono protagonisti della successione (**Foto 2**): le osservazioni compiute negli ultimi anni dimostrano che la vegetazione della frana è oggetto di un intenso consumo da parte della fauna selvatica (BOTTACCI *et al.*, 2003; MONTANARI, 2007).



Foto 2 - Colonizzazione, da parte del carpino nero, della zona di accumulo di una frana. Foto L. Bianchi



Foto 3 - Gap di piccole dimensioni: in primo piano un tronco marcescente di abete bianco. Foto M. Paci

Un discorso a parte meritano le dimensioni degli alberi, spesso alti e maestosi: non sono rari abeti bianchi e faggi alti oltre 40 m e con diametri superiori a 1 m, e anche gli aceri sono presenti con piante monumentali (BOTTACCI *et al.*, 2007). La provvigione media si aggira sui 500 m³ ha⁻¹, con picchi attorno a 1.000 m³ ha⁻¹. Il legno morto di questi alberi (in piedi o atterrati) svolge una importante funzione sotto il profilo della biodiversità, in quanto permette l'attivazione di catene alimentari scomparse nei boschi coltivati, legate

alla presenza di microrganismi, funghi, insetti, uccelli (**Foto 3**).

Il modello di distribuzione dei diametri è molto variabile da zona a zona: distribuzioni bimodali si alternano a quelle irregolari (PACI e SALBITANO, 1998). Tuttavia, in base a una prima serie di elaborazioni, e in accordo con quanto rilevato in foreste vergini non soggette a fattori catastrofici su ampia scala (MOTTA *et al.*, 2008), il modello di distribuzione diametrico a livello di complesso forestale è riconducibile a quello esponenziale negativo (disetaneiforme).

DISCUSSIONE

Nonostante l'elevata accidentalità del terreno, in passato la RNI di Sasso Fratino è stata oggetto di utilizzazioni; ne sono testimonianza le numerose aie carbonili, presenti soprattutto nelle zone dei successivi ampliamenti. Tuttavia nel nucleo originario gli ultimi prelievi legnosi risalgono a oltre settanta anni fa e riguardano prevalentemente le zone di più facile accesso.

La possibilità di incontrare boschi strutturalmente complessi tende a crescere spostandosi da zone pianeggianti a zone con pendenza crescente (come nel caso del fosso di Sasso Fratino), fenomeno spiegabile, almeno in parte, proprio con la diversa incidenza delle utilizzazioni (LINDENMAYER *et al.*, 1999). Si aggiunga che le caratteristiche stazionali (soprattutto quota e fertilità) e l'insorgenza spontanea di *gap* hanno determinato variazioni strutturali, che a loro volta hanno influito su composizione specifica, sviluppo (in termini sia di altezza che di densità) e modello di distribuzione del piano di rinnovazione.

Per quanto riguarda l'influenza dell'altitudine, si osserva che passando dalle quote più elevate (1.500 m) a quelle inferiori (900 m), aumentano sia le altezze medie e dominanti dei soprassuoli, sia la diversità di specie arboree nel piano di rinnovazione. La crescita dell'altezza media degli alberi scendendo di quota si spiega principalmente con la morfologia del terreno, in quanto le altezze maggiori sono presenti nei tratti a pendenza più lieve, caratterizzati da suolo più profondo, che registrano maggiore frequenza proprio ad altitudini inferiori (**Foto 4**): infatti, nella fascia intermedia della RNI, tratti a pendenza elevate si alternano a zone quasi pianeggianti. Per quanto concerne la minore diversità di specie presenti nel piano di rinnovazione nelle aree di quota più elevata, all'effetto di condizioni climatiche più

selettive (la stagione vegetativa è più breve, le gelate e la galaverna più frequenti, l'azione del vento più intensa, la neve persistente) si aggiunge l'influenza della profondità del terreno, a sua volta legata alla fertilità stazionale. Va sottolineato l'effetto che questa può avere sulla reazione delle chiome degli alberi all'apertura di *gap*: zone con maggiore fertilità stazionale determinano, molto probabilmente, una reazione più vigorosa e una più rapida copertura da parte delle chiome, con tutte le conseguenze che ciò comporta sulla dinamica strutturale.

I fattori di disturbo, e la conseguente interruzione della copertura del piano superiore degli alberi, sono all'origine delle irregolarità strutturali osservate su piccola scala. In assenza di tali fattori, le foreste naturali, faggete-abetine comprese, tendono spesso all'uniformità strutturale, almeno in buona parte della fascia medio montana europea: in tempi variabili secondo i casi, soprattutto nel caso di specie competitive come il faggio, si arriva alla chiusura della copertura (SCHÜTZ, 2002). In realtà, strutture pluristratificate si trovano occasionalmente, non oltre il 15% della superficie totale delle foreste (MAYER *et al.*, 1980 in SCHÜTZ, 2002; SCHÜTZ, 2002). Come agiscono, sotto il profilo ecologico, i fattori di disturbo nella riserva di Sasso Fratino? Innanzitutto si determinano variazioni locali di energia solare, che creano condizioni ecologiche favorevoli a: 1) sopravvivenza e affermazione di semenzali e/o affermazione di prerinnovazione di faggio; 2) affermazione di prerinnovazione di abete bianco (PACI & CIAMPELLI, 1996).

Il faggio, la specie dominante nel soprassuolo adulto come nel piano di rinnovazione, si rinnova preferenzialmente per gruppi, in corrispondenza di interruzioni della continuità della copertura legate al crollo di uno o pochi individui del piano superiore (**Foto 5**). In molti boschi vetusti o vergini a prevalenza di faggio, è stato osservato che la rinnovazione del faggio è favorita da aperture originate da disturbi su piccola scala (EMBORG *et al.*, 2000). Il fenomeno è stato ampiamente descritto per le foreste vergini dell'Europa centro-meridionale, dove i *gap* hanno generalmente dimensioni inferiori a 400 m², mentre i disturbi ad ampia scala, riferibili a *gap* di dimensioni superiori a 1000 m², sono assai meno frequenti (PETERKEN, 1996; WESTPHAL *et al.*, 2006; MOTTA *et al.*, 2008). In certi casi, un ruolo importante può essere giocato

dalla prerinnovazione, a suo tempo insediata in corrispondenza di leggere aperture, ma capace di affermarsi, successivamente, in seguito all'insorgenza di *gap*, ostacolando così la rinnovazione di altre specie sotto la propria copertura (NAGEL *et al.*, 2006; WOHLGEMUTH *et al.*, 2002).

L'abete, più tollerante l'ombra rispetto al faggio, si rinnova con successo nelle situazioni in cui i semenzali di faggio non riescono a sopravvivere per insufficienza di luce. La possibilità di affermazione dell'abete è legata a nascita sotto copertura, a livelli di IR del 2-3% (nicchia pressoché esclusiva) e alla successiva insorgenza di un *gap*. Infatti l'abete bianco è scarsamente competitivo a intensità luminose più elevate. Nelle foreste dell'Appennino calabro è stato osservato l'insediamento di novellame di abete bianco, oltre che sotto copertura, in piccoli *gap* (200-300 m²), con particolare riguardo a esposizioni sud, dove il faggio è sfavorito (ALBANESI *et al.*, 2005).

La luce, d'altronde, non è l'unico fattore in grado di spiegare la rinnovazione dell'abete bianco nella Riserva. La grande variabilità stazionale nella Riserva di Sasso Fratino gioca, di fatto, un ruolo decisivo nella distribuzione delle specie nel piano di rinnovazione: i pendii elevati e gli sbalzi di roccia (situazioni in cui il suolo è superficiale e asciutto) creano microambienti favorevoli alla rinnovazione dell'abete bianco, visto che il faggio e le latifoglie più esigenti, diffuse preferibilmente dove il suolo è più profondo e umido, in tali ubicazioni non fanno sentire il peso della loro concorrenza. Anche in faggete miste centro-europee si è osservato che la rinnovazione di abete, più che al grado di copertura, è spesso legata alla variabilità edafica (NAGEL *et*



Foto 4 - Zona pianeggiante, con popolamento di ottimo sviluppo, a struttura biplana, con abete bianco nel piano inferiore
Foto L. Bianchi

al., 2006; PALUCH, 2005).

In sintesi, si può dire che la rinnovazione naturale di specie tolleranti l'ombra come faggio e abete bianco (le più abbondanti nella fascia di vegetazione del bosco misto) è favorita dall'apertura di *canopy gap* relativamente piccoli (WHITMORE 1989), formati dal crollo di uno o due alberi, ad oggi i più frequenti nella RNI.

Riassumendo, per quanto concerne la foresta di Sasso Fratino, è lecito affermare che 1) fisionomie semplificate (struttura verticale tendenzialmente monoplana e compatta, a dominanza di faggio) sono frequenti nelle stazioni migliori (suoli più profondi) 2) strutture più complesse sono per lo più limitate a quelle biplane che, in assenza di allargamenti progressivi dell'interruzione della copertura, tendono a tornare monoplane 3) strutture pluristratificate non sono presenti localmente (a livello di area di studio) ma si possono osservare a livello di complesso forestale (mosaico strutturale). In ultima analisi, facendo riferimento alla classificazione di OLIVER e LARSON (1996) la foresta di Sasso Fratino, nella sua porzione originaria, si presenta nella fase dinamica di esclusione (*stem exclusion*) e localmente nella fase di insediamento dei piani inferiori (*understory reinitiation*): col tempo si può ragionevolmente prevedere la graduale transizione dei soprassuoli in direzione della cosiddetta *old growth forest*.

APPLICAZIONI GESTIONALI DEGLI STUDI NELLA RISERVA DI SASSO FRATINO

Il selvicoltore può influire sulle dinamiche evolutive dei boschi attraverso modifiche strutturali e di composizione specifica dei soprassuoli (OLIVER e LARSON, 1996; BAGNARESI *et al.*, 2002). In particolare, la dinamica dei *gap* - con particolare riguardo a posizione, dimensione e tempi di chiusura - ha contribuito significativamente a capire il ruolo dei disturbi a piccola scala nei sistemi forestali (CANHAM 1988; COATES e BURTON 1997; EMBORG *et al.*, 2000). Le ricadute selvicolturali sono evidenti se si pensa che i *gap* possono essere aperti artificialmente, con la selvicoltura.



Foto 5 - Gap invaso dalla rinnovazione di faggio. Foto L. Bianchi

Nel caso specifico, la RNI di Sasso Fratino rappresenta un punto di riferimento per modelli di selvicoltura naturalistica nelle faggete-abetine appenniniche.

Quali sono le indicazioni selvicolturali emerse dalle osservazioni?

Tagli successivi uniformi o tagli a buche su ampie superfici (>1.000 m²), modificando il microclima luminoso a favore di faggio (i primi), aceri e arbusti (gli altri), ne favorirebbero l'insediamento a scapito dell'abete bianco. Al contrario, l'apertura di buche di dimensioni variabili fra 200 e 600 m² può rappresentare, nel caso delle faggete abetine appenniniche della fascia medio montana, un punto di riferimento per una selvicoltura finalizzata alla conservazione della mescolanza. La dimensione e l'orientamento delle buche, anche in rapporto con esposizione, pendenza del terreno e altezza degli alberi che circondano il *gap*, dovranno tenere conto della specie arborea che si intende favorire, per cui le dimensioni più ampie saranno finalizzate alla rinnovazione del faggio.

A fianco di queste scelte colturali si può collocare anche l'intervento "per piede d'albero", applicato con successo nelle foreste casentinesi negli anni '50-'60 ed i cui positivi risultati si possono apprezzare oggi nelle aree di ampliamento della Riserva di Sasso Fratino. L'applicazione di questa tecnica, che consiste nella valutazione degli effetti, negativi e positivi, dell'abbattimento di ogni singola pianta in relazione al popolamento circostante, richiede necessariamente l'intervento diretto del selvicoltore nella "martellata" e una sua profonda conoscenza delle dinamiche specifiche

di ogni singolo tipo di soprassuolo. In tal modo la selvicoltura, che è pur sempre un'attività di tipo economico, può applicare le conoscenze derivanti dallo studio dei popolamenti naturali, divenendo così quella che è stata definita la "selvicoltura delle opportunità naturali" (SCHÜTZ, 1999a; SCHÜTZ, 1999b; CLAUSER, 2002). In ogni caso, interventi selvicolturali su base

naturalistica, come quelli proposti, devono essere flessibili: il punto di riferimento, più che il turno o la ripresa, sono i fenomeni successionali, visti in relazione alle dinamiche strutturali dei soprassuoli.

Il periodico monitoraggio della RNI consentirà di indagare le tendenze evolutive della foresta e verificare l'attendibilità delle ipotesi formulate.

Bibliografia

- ALBANESI E., GUGLIOTTA O., MERCURIO I., MERCURIO R., 2005 - Effects of gap size and within-gap position on seedlings establishment in silver fir stands. *Forest@2* (4): 358-366.
- 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.
- BIANCHI L., CALAMINI G., MALTONI A., MARIOTTI B., PACI M., SALBITANO F., TANI A., QUILGHINI G., ZOCCOLA A., 2005 - Dinamiche evolutive di post-selvicoltura in abetine dell'Appennino centro-settentrionale. *L'It. For. e Mont.*, 4: 485-503.
- BOTTACCI A., CRUDELE G., ZOCCOLA A., 2003 - Ricolonizzazione vegetale di una frana nella Riserva naturale integrale di Sasso Fratino (Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna - Centro Italia). *Quad. Studi Nat. Romagna*, 18: 21-36.
- BOTTACCI A., RADICCHI S., ZOCCOLA A., PADULA M., CIAMPELLI P., TACCONI S., ANTONELLI A., BERTINELLI S., ALTERINI A., 2007 - Gli alberi monumentali delle riserve naturali statali casentinesi (Appennino tosco-romagnolo). *Quad. Studi Nat. Romagna*, 25: 7-23.
- CANHAM C. D., 1988 - Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps. *Ecology*, 69 (3): 786-795.
- CLAUSER F., 2002 - Una nuova accattivante espressione lessicale: la selvicoltura delle opportunità naturali. *It. For. e Mont.*, 1: 7-16.
- COATES K. D., BURTON P. J., 1997 - A gap-based approach for development of silvicultural systems to address ecosystem management objectives. *Forest Ecology and Management*, 99: 337-354.
- EMBORG J., CHRISTENSEN M., HEILMANN-CLAUSEN J., 2000 - The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *For. Ecol. and Manag.*, 126: 173-189.
- HOFMANN A., 1965 - Labieti-faggeto di Sasso Fratino ed i suoi aspetti fitosociologici. *Archivio botanico e biogeografico italiano. TIPOGRAFIA VALBONESI, Forlì*, XLI (4): 1-15.
- LEIBUNDGUT H., 1982 - *Europäische urwälder der Bergstufe*. Haupt, Bern.
- LINDENMAYER D. B., MACKEY B. G., MULLEN I. C., MC CARTHY M. A., GILL A. M., CUNNINGHAM R. B., DONNELLY C. F., 1999 - Factors affecting stand structure in forests: are there climatic and topographic determinants? *For. Ecol. and Manag.*, 123: 55-63.
- MASSEI M., 1981 - Piano di gestione naturalistica della Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino valevole per il decennio 1980-89. Ministero Agricoltura e Foreste, gestione ex A.S.F.D.
- MENCUCCI M., D'AMICO C., 2006a. Effetti degli ungulati: il caso del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna. Prima parte. *Sherwood* 120: 25-32.
- MENCUCCI M., D'AMICO C., 2006b. Effetti degli ungulati: il caso del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna. Seconda parte. *Sherwood* 121: 17-21.
- MONTANARI, 2006 - Osservazioni delle dinamiche vegetazionali in una frana nella Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino (FC). Tesi di Laurea. Università degli Studi di Firenze. Facoltà di Agraria. Corso di laurea in Scienze Forestali e Ambientali.
- Motta R., Maunaga Z., Berretti R., Castagneri D., Lingua E., Meloni F., 2008 - La RISERVA FORESTALE DI LOM (Repubblica di Bosnia Erzegovina): descrizione, caratteristiche, struttura di un popolamento vetusto e confronto con popolamenti stramaturo delle Alpi italiane. *Forest@5*: 100-111 [online: 2008-03-27] URL: <http://www.sisef.it/forest@/>.
- NAGEL T. A., SVOBODA M., DIACI J., 2006 - Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth Fagus-Abies forest in southeastern Slovenia. *For. Ecol. and Manag.*, 226: 268-278.
- NARDI BERTI R., 1972 - Prime indagini sulle caratteristiche dei soprassuoli della riserva naturale integrale di Sasso Fratino. *L'It. For. e Mont.*, 4: 156-165.
- OLIVER C. D., LARSON B. C., 1996 - *Forest Stand Dynamics*. John Wiley & Sons, N. Y., 520 pp.
- PACI M., CIAMPELLI F., 1996 - Risposta della vegetazione all'apertura di gap nella Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino. *Monti e Boschi*, 2: 50-58.
- 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 PAIVINEN R. eds.), 7-11 October, Florence, Italy. University of Padua Press (145-156).
- PADULA M., 1983 - Storia delle foreste demaniali casentinesi nell'Appennino tosco-romagnolo. *Collana Verde n°63*. M.A.F., C.F.S. ex ASFD.
- PALUCH J., 2005 - The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration in uneven-aged forests. *For. Ecol. and Manag.*, 205: 283-298.
- PETERKEN G. F., 1996 - *Natural Woodland*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SCHÜTZ J. P., 2002 - Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*, 75 (4): 329-336.
- SCHÜTZ J.P., 1999a - Neue Waldbehandlungskompetze in Zeiten der Mittelknappheit; Prinzipien einer biologisch rationellen und kostenbewussten Waldpflege. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 150 (12): 451-459.
- Schütz J.P., 1999b - Naturnaherwaldbau: gestern, heute, morgen. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 150 (12): 478-483.
- WESTPHAL C., TREMER N., VON OHEIMB G., HANSEN J., VON GADOW K., HÄRDLE W., 2006 - Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? *For. Ecol. and Manag.*, 223: 75-83.
- WHITMORE, T. C., 1989 - Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*, 70 (3): 536-538.
- WOHLGEMUTH T., KULL P., WÜTHRICH H., 2002 - Disturbance of microsites and early tree regeneration after windthrow in Swiss mountain forests due to the winter storm Vivian 1990. *For. Snow Landsc. Res.* 77, pp. 17-47.