

Effetti della colonizzazione di *Brachypodium rupestre* (Host) Roemer et Schultes sulla diversità di alcune fitocenosi erbacee dell'Appennino centrale

G. Bonanomi ¹ & M. Allegrezza ²

¹ *Dipartimento di Energetica, Facoltà di Agraria, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, I-60131 Ancona; e-mail: giulianobonanomi@hotmail.com*

² *Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali, Facoltà di Agraria, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, I-60131 Ancona; e-mail: m.allegrezza@univpm.it*

Abstract

Effects of Brachypodium rupestre (Host) Roemer et Schultes colonization on plant communities biodiversity in central Apennine. The impact of *Brachypodium rupestre* colonization on grassland communities in different sites of the central Apennines was analyzed by phytosociological and eco-physiological methods. Study areas were localized at the supratemperate and mesotemperate bioclimatic belts, on limestone, marly-limestone and marly-sandy substrata. The authors observed a significant spatio-temporal reduction of number of species in *Bromus erectus* grasslands and *Agropyron repens* old-fields due to the *Brachypodium rupestre* colonization process. Its propagation patterns and the impacts on plant communities biodiversity are similar in the investigated areas, independently from the substrata type and the bioclimatic belt.

Key words: biodiversity, biomass, *Brachypodium rupestre*, central Apennines, eco-physiology, phytosociology.

Riassunto

Lo studio, analizza mediante metodologie fitosociologiche e ecofisiologiche, gli effetti della colonizzazione di *Brachypodium rupestre* sulla biodiversità delle formazioni erbacee in alcuni settori dell'Appennino umbro-marchigiano, nei piani bioclimatici supratemperato inferiore e mesotemperato, su substrati calcarei, marnoso-calcarei e marnoso-arenacei. Le analisi condotte hanno permesso di evidenziare una significativa riduzione della biodiversità, nel tempo e nello spazio, a carico delle praterie a *Bromus erectus* e di quelle post-cultura ad *Agropyron repens*, legata alla colonizzazione di *Brachypodium rupestre*. Le modalità di propagazione di questa pianta e il suo impatto sulla biodiversità delle formazioni erbacee risultano simili nelle aree indagate, indipendentemente dalla natura del substrato e del piano bioclimatico.

Parole chiave: Appennino centrale, biodiversità, biomassa, *Brachypodium rupestre*, ecofisiologia, fitosociologia.

Introduzione

Negli ultimi decenni il progressivo abbandono delle attività agro-silvo-pastorali nelle aree appenniniche ha profondamente modificato il paesaggio vegetale, innescando naturali processi successionali di rinaturazione. Per i territori dell'Appennino umbro-marchigiano sono stati pubblicati numerosi lavori che hanno avuto come oggetto lo studio della dinamica delle popolazioni arbustive (Biondi, 1990; Canullo, 1992; Canullo *et al.* 1992; Ballerini *et al.*, 2000; Baldoni *et al.*, 2004); per contro risultano poco affrontate le dinamiche di colonizzazione di *Brachypodium rupestre*, che si inserisce nel contesto dinamico di recupero dei campi abbandonati e delle praterie a *Bromus erectus*, preludio all'ingresso della vegetazione arbustiva (Ubaldi, 1976; Razzara, 1983; Dowgiallo & Lucchese, 1991; Biondi, 1996; Biondi *et al.*, 2000).

Un ampio studio sistematico sulla distinzione di *Brachypodium pinnatum* e *B. rupestre* nelle Alpi orientali e dinariche (Lucchese, 1988), suggerisce la vicarianza geografica per la penisola italiana di *Brachypodium rupestre*, rispetto a *Brachypodium pinnatum*, il cui areale tipicamente europeo si estende nelle regioni continentali a clima steppico.

Nell'Appennino umbro-marchigiano, la progressiva e crescente diffusione di questa specie è avvenuta a seguito dell'abbandono delle tradizionali pratiche di gestione del suolo, come il pascolo e lo sfalcio, iniziate a partire dagli anni '70. Un ulteriore fattore della diffusione di *Brachypodium rupestre*, non ancora indagato, potrebbe essere rappresentato dall'impatto dei crescenti livelli di deposizioni azotate. Questi meccanismi, singolarmente ed in interazione fra loro, potrebbero risultare importanti nel determinare la progressiva diffusione di *Brachypodium rupestre*, anche in relazione a quanto dimostrato per *Brachypodium pinnatum* in praterie del Nord Europa (Bobbink *et al.*, 1991).

Osservazioni preliminari indicano che la colonizzazione di *Brachypodium rupestre* sulle formazioni erbacee determina una consistente riduzione della biodiversità vegetale, parallelamente a quanto rilevato in Nord Europa per *Brachypodium pinnatum* (Bobbink, 1987). Inoltre, *Brachypodium rupestre* durante la colonizzazione delle formazioni erbacee, a seguito dello sviluppo vegetativo, ha la tendenza a formare degli "anelli" caratterizzati da un progressivo indebolimento e successiva degenerazione delle aree più interne. Tale modalità di crescita è stata descritta

per numerose specie erbacee, capaci di propagazione vegetativa (Watt, 1947; Falinska, 1995; Wikberg *et al.*, 2003) e caratterizzate da una breve distanza internodale fra singoli moduli. Nonostante la sua diffusione, tale fenomeno non è mai stato oggetto di analisi quantitative, nè tantomeno sono stati indagati i meccanismi che lo determinano e le conseguenze per la biodiversità delle formazioni erbacee che vengono ad essere colonizzate.

Scopo del presente studio è quello di indagare l'effetto della colonizzazione di *Brachypodium rupestre* sulla composizione floristica e sulla biodiversità delle formazioni erbacee in alcuni settori dell'Appennino umbro-marchigiano (Fig. 1), in un ampio spettro di condizioni ecologiche. Obiettivo dello studio, condotto a scala di popolazione e di comunità, è analizzare i meccanismi di accrescimento di *Brachypodium rupestre* e le relative conseguenze sulla biodiversità delle formazioni erbacee. Ulteriore obiettivo dello studio è quello di testare l'ipotesi che la crescita di *Brachypodium rupestre* possa essere inibita nelle aree interne degenerate degli anelli rispetto a quelle esterne. L'integrazione del metodo fitosociologico con l'analisi ecofisiologica è finalizzata ad ottenere informazioni a differenti scale le quali, risultando fra loro

complementari, permettono una più approfondita analisi delle dinamiche vegetazionali.

Lineamenti geologici e climatici

Le aree indagate sono interessate da diverse litologie: calcaree, marnoso-calcaree, marnoso-arenacee e alluvionali ghiaioso-sabbiose. I litotipi calcarei della tipica successione umbro-marchigiana riguardano i siti della dorsale marchigiana e umbro-marchigiana, mentre i substrati marnoso-arenacei interessano le aree del preappennino umbro. Infine i depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi presenti lungo la valle del Fiume Sentino riguardano il sito di Sassoferrato (Fig. 1).

Per la caratterizzazione bioclimatica dei territori indagati si sono utilizzati i dati di temperatura e precipitazioni disponibili (stazioni termopluviometriche di Fabriano, Pergola e Gubbio). In base alla classificazione bioclimatica di Rivas-Martinez *et al.* (1999) tali stazioni appartengono al macrobioclima temperato oceanico variante submediterraneo e al piano bioclimatico mesotemperato superiore umido inferiore (Fig. 2). Il limite imposto dalla carenza di stazioni

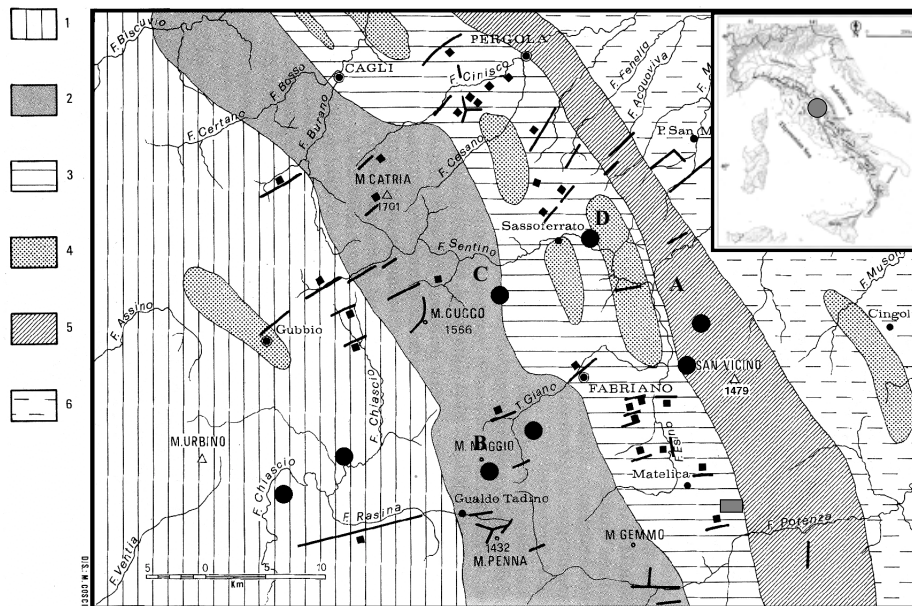


Fig. 1 – Carta della distribuzione delle dorsali e dei bacini nelle Marche settentrionali: 1) bacino umbro, substrato: marnoso-arenacea; 2) dorsale umbro-marchigiana, substrato: serie calcarea umbro-marchigiana; 3) bacino marchigiano interno, substrato: sedimenti torbiditici costituiti da alternanze di arenarie e peliti; 4) dorsali mediane, substrato: serie calcarea umbro-marchigiana; 5) dorsale marchigiana, substrato: serie calcarea umbro-marchigiana; 6) bacino marchigiano esterno, substrato: sedimenti silicoclastici conglomeratico-sabbioso-argillosi. (da Centamore *et al.*, 1979; modif.). Con i pallini neri sono state indicate le aree di studio mentre le lettere si riferiscono ai siti dove sono state condotte anche le analisi ecofisiologiche: A – Poggio San Romualdo; B – Serra Santa; C – Piaggia Secca; D – Sassoferrato

pluviotermiche, specialmente nel settore montano, è in parte superabile applicando il metodo proposto da Biondi & Baldoni (1995) che consente di individuare nei territori esaminati due piani bioclimatici: collinare (da 50 m a 850 m) e montano (da 850 m ai 1400 m, riferito alla cima di M. Serra Santa) e che corrispondono rispettivamente ai piani bioclimatici mesotemperato e supratemperato (Rivas-Martinez, 1999).

Materiali e metodi

Analisi fitosociologica e sinfitosociologica

Lo studio della vegetazione è stato condotto con il metodo fitosociologico della Scuola Sigmatista di Zurigo-Montpellier; successivamente è stata eseguita l'analisi sinfitosociologica (Géhu & Rivas-Martinez,

1981; Theurillat, 1992; Biondi, 1996; Biondi *et al.*, 2004) che ha portato all'individuazione delle serie di vegetazione che caratterizzano il paesaggio vegetale dei territori indagati. I rilievi fitosociologici sulla vegetazione a *Brachypodium rupestre*, oggetto della presente ricerca, sono stati effettuati nel piano bioclimatico supratemperato inferiore su substrato calcareo nell'ambito della serie del *Lathyro veneti-Fago sylvaticae lathyretosum veneti* sigmetosum e in quello mesotemperato su substrato marnoso-calcareo e marnoso-arenaceo rispettivamente nella serie del carpino nero dello *Scutellario-Ostryo carpinifoliae prunetosum avium* sigmetosum e in quella del cerro dell'*Aceri obtusati-Quercu cerridis* sigmetum. La nomenclatura e la caratterizzazione biologica e corologica delle specie seguono Pignatti (1982) e Tutin *et al.* (1964-1980).

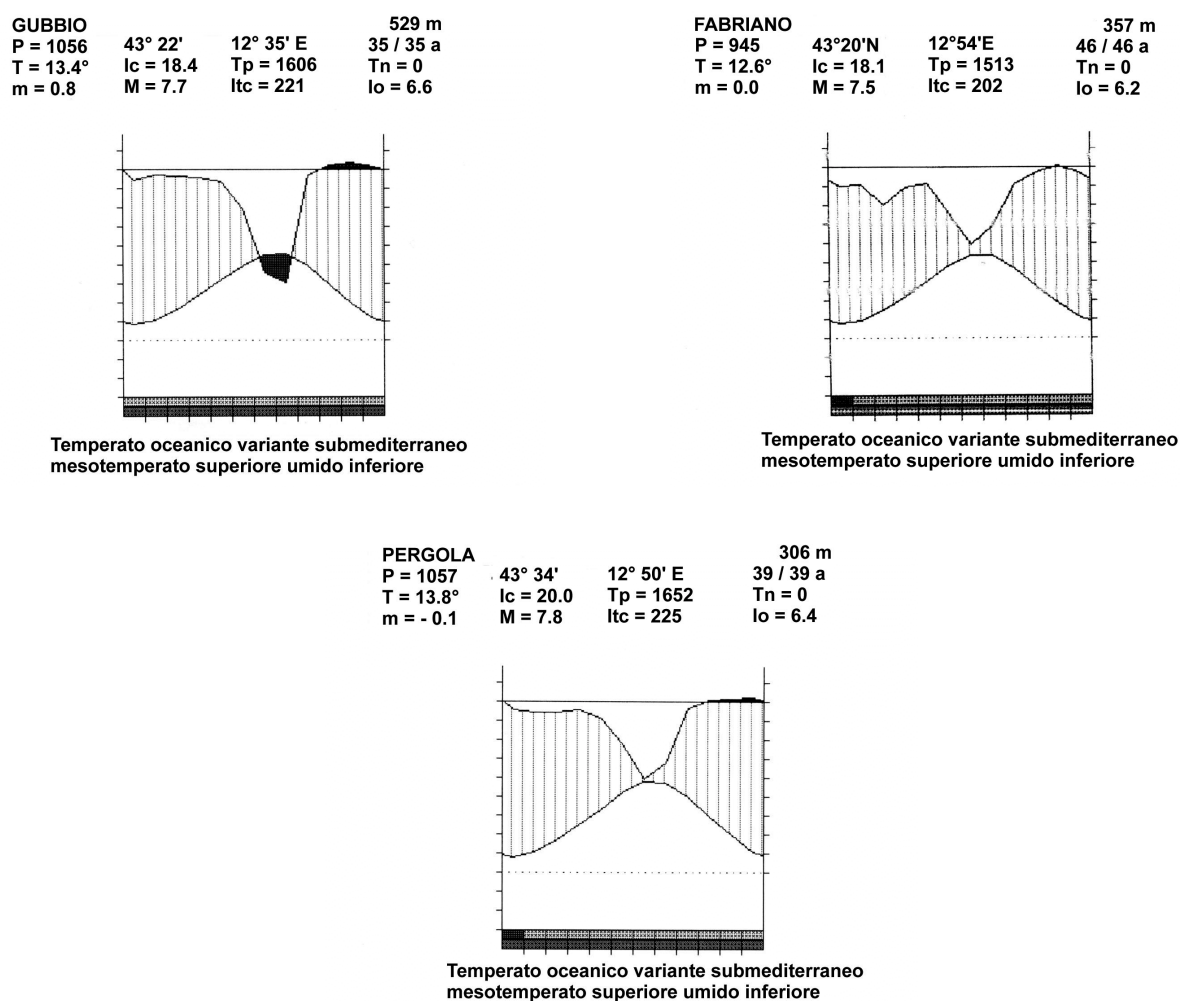


Fig. 2 – Indici bioclimatici secondo Rivas-Martinez *et al.* (1999): indice di continentalità (Ic), indice di termicità compensato (Itc), indice ombrotermico (Io) e diagrammi pluviotermici per le stazioni di Fabriano, Pergola e Gubbio

Analisi della struttura dei cloni di *Brachypodium rupestre*

L'analisi è stata condotta in quattro siti diversificati fra di loro come altitudine, substrato, piano bioclimatico, potenzialità vegetazionali e modalità di gestione del soprassuolo (Tab. 1); in tre di questi (Poggio San Romualdo, Serra Santa e Piaggia Secca) lo studio è stata eseguito all'interno di aree oggetto del rilevamento fitosociologico (Poggio San Romualdo rill. n. 8-10 di Tab. 2; Serra Santa rill. n. 1-4 di Tab. 2; Piaggia Secca rill. 1-3 di Tab. 4) mentre nel quarto sito (Sassoferrato) è stato analizzato solo l'aspetto strutturale e ecofisiologico degli anelli di *Brachypodium rupestre*. I siti Poggio San Romualdo (Appennino marchigiano) e Serra Santa (Appennino umbro-marchigiano) sono localizzati nel piano bioclimatico supratemperato inferiore a quote comprese tra 920 e 1270 m, su substrato calcareo riferibile alla formazione della Maiolica. La comunità erbacea è data una prateria a *Bromus erectus* dell'associazione *Brizo mediae-Brometum erecti* gestita esclusivamente attraverso il pascolo. Il sito Piaggia Secca (570 m), alle pendici del Monte Cucco (Appennino umbro-marchigiano), nel piano bioclimatico mesotemperato, è interessato da una spessa coltre di colluvioni limoso-sabbiose su substrato marnoso-calcareo. Nelle morfologie subpianeggianti o leggermente depresse la comunità erbacea post-coltura è rappresentata da un agropireto dell'alleanza *Convolvulo-Agropyrion repentis*, che si alterna con un brometo dell'associazione *Centaureo bracteatae-Brometum erecti* nelle condizioni edafiche caratterizzate da una minore umidità. Infine il sito di Sassoferrato (275 m) su depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi è interessato da una vegetazione erbacea annuale post-coltura lentamente sostituita da quella perenne ad *Agropyron repens* dell'alleanza *Convolvulo-Agropyrion repentis*.

In tutti i siti *Brachypodium rupestre* è in fase di progressiva colonizzazione delle formazioni erbacee

aperte. Gli anelli oggetto dello studio si sono originati probabilmente dai semi provenienti dall'orlo di vegetazione. Nel testo per semplicità sarà utilizzato il termine clone per indicare individui clonali probabilmente originatisi da seme (Canullo & Falinska, 2003). L'analisi è stata condotta attraverso transetti (n=35) effettuati nel periodo 29/09/-15/11/2001. I cloni sono stati selezionati a random in tutte le classi di dimensione. I transetti contigui attraversavano i cloni per tutta la loro ampiezza con risoluzione minima di 20x20 cm, con l'eccezione del sito Serra Santa dove la risoluzione era di 10x10 cm. La lunghezza dei transetti si estendeva oltre le dimensioni del clone per ulteriori 20 cm per ogni lato, al fine di studiare l'abbondanza delle altre specie in assenza di *Brachypodium rupestre*. Per ogni quadrato è stata prelevata la biomassa e la necromassa complessiva tagliando il cotico erboso a livello del suolo. In laboratorio il materiale è stato classificato in tre categorie: i) biomassa di *Brachypodium rupestre*, ii) necromassa di *Brachypodium rupestre*, iii) biomassa complessiva delle altre specie e numero delle altre specie. La necromassa delle altre specie, essendo di entità trascurabile, non è stata introdotta nell'analisi. Sono state inoltre contate per ogni quadrato il numero di infruttescenze di *Brachypodium rupestre* poichè il numero delle infruttescenze costituisce un parametro di vigore della pianta.

Per analizzare quantitativamente la struttura dei cloni è stato scelto di confrontare quattro posizioni spaziali lungo i transetti, ben individuabili in relazione alla struttura dei cloni stessi:

i) posizione esterna (OUT) ai cloni comprendente la vegetazione nella quale deve ancora avvenire la colonizzazione da parte di *Brachypodium rupestre*

ii) posizione interna ai cloni di *Brachypodium rupestre* limitatamente all'area più periferica del clone in contatto diretto con la vegetazione esterna (A). L'ampiezza di quest'area è di 20 cm per tutti i siti e 10 cm per Serra

Tab. 1 – Dati topografici, litologici, climatici e vegetazionali relativi ai siti in cui sono state effettuate anche le analisi ecofisiologiche

	Siti	m.s.l.m.	localizzazione geografica	substrato	piano bioclimatico	serie di vegetazione	formazione erbacea	uso del suolo
A	Poggio San Romualdo	910-950	App. marchigiano	Calcare - Formazione della Maiolica	supratemperato inferiore	<i>Lathyro veneti-Fago sylvaticae lathyretosum veneti sigmetosum</i>	<i>Brizo mediae-Brometum erecti</i>	pascolo
B	Serra Santa	1240-1260	App. umbro-marchigiano	Calcare -Formazione della Maiolica	supratemperato inferiore	<i>Lathyro veneti-Fago sylvaticae lathyretosum veneti sigmetosum</i>	<i>Brizo mediae-Brometum erecti</i>	pascolo
C	Piaggia Secca	570	App. umbro-marchigiano	Colluvioni limoso-sabbiose su marne calcaree	mesotemperato	<i>Scutellario-Ostryo carpiniifoliae prinetosum avium sigmetosum</i>	<i>Centaureo -Brometum erecti Convolvulo-Agropyrion repentis</i>	post-coltura post-coltura
D	Sassoferrato	275	Bacino marchigiano interno	Alluvioni ghiaioso-sabbiose	mesotemperato		<i>Convolvulo-Agropyrion repentis</i>	post-coltura

Santa.

iii) posizione interna ai cloni (B), immediatamente interna all'area A con uno spessore verso l'interno di 20 cm per tutti i siti e 10 cm per Serra Santa

iv) posizione interna ai cloni nell'area più centrale di questi (IN), comprendente i 40 cm centrali di ogni cloni (20 cm per Serra Santa) che raggiungono le dimensioni necessarie a comprendere le aree A, B e conseguentemente anche l'area interna.

Per le quattro aree è stata confrontata la biomassa, la necromassa e la produzione di infruttescenze di *Brachypodium rupestre* oltre che la biomassa complessiva delle altre specie.

Meccanismi coinvolti nella degenerazione dei cloni di *Brachypodium rupestre*

I meccanismi coinvolti nella degenerazione delle aree centrali dei cloni di *Brachypodium rupestre* sono stati indagati attraverso un esperimento condotto in condizioni controllate. La crescita di plantule di *Brachypodium rupestre* è stata studiata in suoli prelevati nelle aree degenerate (IN) ed esterne agli individui (OUT; suolo campionato entro un raggio di 1 m dai cloni). Il suolo è stato prelevato nel sito Piaggia Secca dagli anelli (n. 5) nei primi 15 cm del profilo dove sono concentrate le radici e i rizomi di *Brachypodium rupestre* (osservazione personale), previa eliminazione della lettiera e della biomassa aerea presente. Il suolo successivamente è stato setacciato (2 mm) e la sostanza organica grossolana presente, prevalentemente radici e rizomi di *Brachypodium rupestre*, è stata sminuzzata in pezzi di 2 cm e rimescolata.

Semi di *Brachypodium rupestre* sono stati prelevati nel medesimo sito di studio (n° piante campionate >50 e rimescolate) e successivamente fatti germinare in condizioni controllate (26-30 °C) in piastre petri su carta da filtro. I semi pre-germinati sono stati posizionati singolarmente in vasi precedentemente riempiti con 35 g di suolo (sostanza secca).

Sono state controllate 80 unità sperimentali (2 provenienze di suolo x 2 livelli di concimazione minerale x 2 date di rilievo x 10 ripetizioni) con schema fattoriale e randomizzazione completa. La concimazione minerale è stata effettuata con una soluzione nutritizia completa (MS) alla concentrazione di 1,29 g.l⁻¹. La soluzione è stata distribuita nella quantità di 10 ml/vaso/settimana, mentre le esigenze idriche sono state supportate quotidianamente con acqua deionizzata portando il suolo alla capacità di campo.

La crescita delle piante, dopo 27 e dopo 50 giorni di

crescita in laboratorio, è stata misurata in peso secco (+80 °C per 72 ore) epigeo e radicale. Al termine del ciclo sono stati misurati i livelli di NO₃-N e NH₄-N estratti con KCl 0.01 M (Tilman *et al.* 1993), mediante analisi spettrofotometrica con l'utilizzo di Nanocolor Photometer 400D. I livelli di nitrato e ammonio sono stati misurati nei suoli IN e OUT non soggetti a cultura e conservati nei 50 giorni di ciclo a -20 °C. Per ogni tesi la misura è stata effettuata su cinque ripetizioni (n=30 per ogni parametro). I risultati sono stati sottoposti ad analisi della varianza.

Effetto della degenerazione di *Brachypodium rupestre* sulle dinamiche successionali

Osservazioni preliminari indicavano che la composizione floristica nelle aree interne ed esterne di cloni di *Brachypodium rupestre* era differente, ed in particolare alcune specie presentavano una maggiore frequenza all'interno dei cloni rispetto che all'esterno. Tali osservazioni sono state quantificate per il sito Serra Santa dove sono state scelte *Filipendula vulgaris* e *Leontodon cichoraceus*, e nel sito Piaggia Secca dove è stata scelta *Clematis vitalba*. In entrambi i siti di studio, le specie prescelte sono molto più abbondanti al margine del bosco rispetto alla vegetazione erbacea delle aree aperte in particolare, nel caso di Piaggia Secca *Clematis vitalba* è fra le specie che aumentano in abbondanza nelle fasi tardive della successione ecologica, quando si passa dalla formazione erbacea a quelle dominate da specie arbustive.

A Serra Santa la biomassa epigea, a fine stagione vegetativa (ottobre 2001), di rosette di *Filipendula vulgaris* e *Leontodon cichoraceus* è stata misurata confrontando la crescita complessiva delle piante radicate all'interno dei cloni di *Brachypodium rupestre* e nelle aree esterne a questi. Le aree esterne a ciascun clone (OUT) sono state considerate l'area circolare adiacente al clone con un diametro di 2 metri. L'area interna al clone di campionamento è stata considerata solamente l'area più interna dove *Brachypodium rupestre* è in fase degenerata (IN). Per ognuna delle due specie analizzate sono stati selezionati a caso sei cloni di *Brachypodium rupestre* con un diametro >60 cm. In quadrati di 20x20 (400 cm²) sono state contate, prelevate, essiccate (+80 °C per 72 ore) e pesate le parti epigee di *Filipendula vulgaris* e *Leontodon cichoraceus*. Per ogni clone sono stati effettuati tre campionamenti nell'area IN (n=18) e cinque nell'area OUT (n=30). Le misure sono state effettuate per rosetta singola.

A Piaggia Secca non è stato possibile applicare lo

stesso metodo di campionamento a causa della bassa densità di *Clematis vitalba*. Il confronto fra le due aree è stato fatto selezionando casualmente dieci cloni di *Brachypodium rupestre* di grosse dimensioni (diametro >150 cm). In ogni clone sono stati raccolti tutti i fusti di *Clematis vitalba* radicati nelle aree IN e tutte quelle nell'area OUT (area circolare circondante i cloni di 2 m di ampiezza). Il numero ridotto di piante coetanee non ha permesso di confrontare direttamente la crescita nelle aree IN e OUT. Conseguentemente, il confronto è stato effettuato confrontando l'età degli individui (misurata attraverso il conteggio delle cerchie annuali) con il peso secco dei soli fusti (80 C° per 72 ore).

Risultati

Analisi fitosociologica e sinfitosociologica

L'analisi fitosociologica e sinfitosociologica condotta nei settori indagati ha portato alla descrizione delle associazioni vegetali presenti e all'individuazione delle serie di vegetazione che vengono di seguito presentate:

SERIE APPENNINICA CENTRO-MERIDIONALE, BASIFILA, DEL CALCARE MASSICCIO E DELLA MAIOLICA, DEL PIANO BIOCLIMATICO SUPRATERMATO INFERIORE, CLIMATOFILA DEL FAGGIO

LATHYRO VENETI-FAGO SYLVATICAE LATHYRETOSUM VENETI sigmetosum

La vegetazione presente nei territori considerati, ubicati sulla dorsale calcarea marchigiana e umbromarchigiana (Fig. 1), nel piano bioclimatico supratemperato inferiore, è stata oggetto di recenti studi fitosociologici (Biondi *et al.* 2002; Allegrezza, 2003; Ballelli *et al.*, 2002; Bagella, 2001) che hanno permesso di individuare la serie climatofila del faggio del *Lathyro veneti-Fago sylvaticae lathyretosum veneti* sigmetosum (Fig. 3). Lo stadio più maturo è rappresentato dal bosco dell'associazione *Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae* subass. *lathyretosum veneti*. Sulle morfologie leggermente acclivi, su suolo profondo appartenente ai rendzina bruni, al bosco di faggio si collega l'orlo dell'alleanza *Geranion sanguinei* e la prateria densa, polifita, a *Bromus erectus* dell'associazione *Brizo mediae-Brometum erecti*. La gestione del pascolo avviene attraverso lo sfalcio periodico e il pascolamento, si individuano tuttavia delle aree dove il pascolo viene sottoutilizzato e in cui si insedia una vegetazione erbacea paucispecifica a *Brachypodium rupestre*. Questa si

rinviene prevalentemente al margine della formazione forestale sotto forma di fasce di profondità variabile determinate dall'avanzamento frontale di *Brachypodium rupestre* che sotto forma di aggregati circolari dovuti all'avanzamento per enucleazione dello stesso. *Brachypodium rupestre* come evidenziato in Tab. 2 in questi settori raggiunge elevati valori di copertura mentre è sporadico o addirittura assente nella prateria polifita a *Bromus erectus* come risulta dai rilievi eseguiti in questi stessi territori e pubblicati in Bagella (2001); Allegrezza (2003); Ballelli *et al.* (2002). Si tratta di una formazione erbacea pressochè paucispecifica a *Brachypodium rupestre*, in cui penetrano poche specie, la maggior parte delle quali caratteristiche della classe *Trifolio-Geranietea sanguinei* mentre quelle della classe *Festuco-Brometea* sono scarsamente rappresentate.

SERIE CENTRO-APPENNINICA, NEUTRO-BASIFILA, DEL PIANO BIOCLIMATICO MESOTEMPERATO CLIMATOFILA DEL CERRO

ACERI OBTUSATI-QUERCO CERRIDIS sigmetum

Lo studio fitosociologico è stato condotto sulla vegetazione presente in alcuni territori collinari

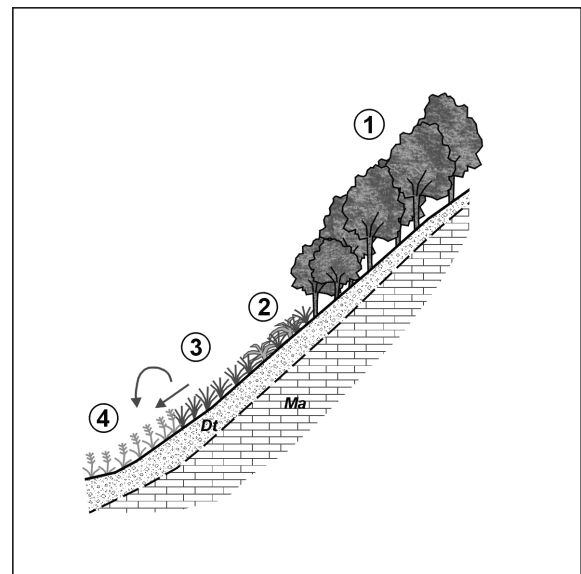


Fig. 3 - Serie appenninica centro-meridionale, basifila, del Calcare Massiccio e della Maiolica, del piano bioclimatico supratemperato inferiore, climatofila del faggio (*Lathyro veneti-Fago sylvaticae lathyretosum veneti* sigmetosum): 1 – bosco di *Fagus sylvatica* (*Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae* subass. *lathyretosum veneti*); 2 – orlo di vegetazione a *Geranium sanguineum* (*Geranion sanguinei*); 3 – brachipodieta di *Brachypodium rupestre* (Aggr. a *Brachypodium rupestre*); 4 – prateria di *Bromus erectus* (*Brizo mediae-Brometum erecti*)

Tab. 2 - Aggruppamento a *Brachypodium rupestre*

Forma biologica	Tipo corologico	Numero rilievi Altitudine in m x 10 Esposizione Inclinazione in ° Ricoprimento in % Superficie in mq numero di specie per rilievo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	p r e s.
			124	125	126	126	90	91	90	91	92	95	
H caesp	SUBATL.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) R. et S.	4.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	5.5	5.5	10
Sp. caratt. della classe <i>Festuco-Brometea</i>													
H scap	EUROSIB.	<i>Trifolium pratense</i> L.	.	1.1	.	1.1	.	+2	1.2	1.1	1.2	1.2	7
Ch suffr	EURIMEDIT.	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	.	+2	.	.	+2	+2	+2	.	+2	+2	6
Ch suffr	EUROP.-CAUC.	<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Miller ssp. <i>obscurum</i> (Celak.) Holub	.	1.1	.	+2	1.2	1.1	+2	.	.	1.1	6
H scap	SE-EUROP.	<i>Achillea collina</i> Becker	+2	.	.	.	.	+2	+2	.	.	1.2	4
H scap	N-MEDIT.-MONT.	<i>Stachys recta</i> L.	.	.	+2	.	1.1	.	+2	.	.	1.2	4
H caesp	EURASIAT.	<i>Centaurea scabiosa</i> L.	.	.	.	+2	1.1	.	.	+	.	+	4
H caesp	OROF. S-EUROP.	<i>Silene ciliata</i> Pourret	1.2	+	.	+	.	.	.	.	.	.	3
H scap	ENDEM.	<i>Potentilla rigoana</i> Th. Wolf	.	+2	.	+2	.	.	+2	.	.	.	3
H ros	OROF. SE-EUROP.	<i>Leontodon cichoraceus</i> (Ten.) Sanguin.	1.1	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	3
H caesp	PALEOTEMP.	<i>Bromus erectus</i> Hudson	.	.	.	+2	1.2	.	.	.	.	.	2
G bulb	PALEOTEMP.	<i>Allium sphaerocephalon</i> L.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	2
H scap	EURIMEDIT.	<i>Ranunculus bulbosus</i> L. ssp. <i>aleae</i> (Willk.) Rouy et Fouc.	.	.	.	.	+2	1.2	.	.	+2	+2	2
H scap	EURIMEDIT.	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) Schmidt	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	2
H scap	EUROP.-CAUC.	<i>Centaurea triumfetti</i> All.	.	.	.	.	1.1	.	1.2	.	.	.	2
H scap	EUROP.-CAUC.	<i>Galium verum</i> L.	.	.	.	.	1.1	.	+2	.	.	.	2
H scap	NE-MEDIT.	<i>Eryngium amethystinum</i> L.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	2
H scap	EUROP.-CAUC.	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevisan	.	.	.	.	.	+2	1.1	.	.	.	2
Sp. caratt. e diff. della classe <i>Trifolio-Geranietea</i>													
H scap	EURIMEDIT.	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch.-Bip.	1.2	2.3	2.3	+2	2.3	3.4	3.4	.	.	.	7
H scap	EURASIAT.	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	.	.	.	.	.	1.2	2.2	1.2	1.2	2.3	5
H scap	EUROP.-CAUC.	<i>Geranium sanguineum</i> L.	+2	.	2.2	1.2	.	.	1.1	2.3	.	.	5
G rhiz	ENDEM.	<i>Helleborus bocconeii</i> Ten.	2.3	+	+2	+2	.	.	.	.	.	.	4
H scap	EURASIAT.	<i>Campanula persicifolia</i> L.	2.3	1.2	+2	.	.	.	.	.	.	.	3
H rept	EUROSIB.	<i>Fragaria vesca</i> L.	+2	.	1.2	.	.	1.2	.	.	.	.	3
H scap	ENDEM.	<i>Centaurea ambigua</i> Guss. ssp. <i>nigra</i> (Fiori) Pign.	.	.	+2	1.1	.	.	2.3	.	.	.	3
H caesp	S-EUROP.-SUDSIB.	<i>Trifolium ochroleucum</i> Hudson	.	.	.	.	2.2	2.2	.	.	.	.	2
H scap	PALEOTEMP.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	.	.	+3	.	.	1.1	.	.	2
G rhiz	EUROP.-CAUC.	<i>Paeonia officinalis</i> L. s.s.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	1
H scap	S e SE-EUROP.	<i>Bupleurum falcatum</i> L. ssp. <i>cernuum</i> (Ten.) Arcang.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1
H scap	CENTRO-EUROP.	<i>Trifolium rubens</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	1
Compagne													
H scap	CIRCUMBOR.	<i>Rumex acetosa</i> L.	.	.	.	.	+	+2	+2	+2	.	+2	5
H ros	EURIMEDIT.	<i>Viola alba</i> Besser ssp. <i>dehnhardtii</i> (Ten.) W. Becker	.	.	+2	.	.	1.1	+3	1.2	.	.	4
H scap	CENTRO-EUROP.	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	1.2	1.1	1.1	1.1	.	+	.	.	.	.	4
H caesp	PALEOTEMP.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	.	+2	.	.	.	.	+2	.	+2	3
T scap	EURASIAT.	<i>Galium aparine</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	+2	3
G rhiz	MEDIT.MONT.-SUBATL.	<i>Asphodelus albus</i> Miller	.	.	.	+	+2	+2	.	.	.	.	3
P caesp	PALEOTEMP.	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	2
NP	PALEOTEMP.	<i>Rosa canina</i> L. sensu Bouleng.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	2
NP	EURIMEDIT.	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	+2	2
T scap	EURASIAT.	<i>Chaerophyllum temulum</i> L.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	+	2
T rept	COSMOP.	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.	.	2
H scap	EURASIAT.	<i>Lamium maculatum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+3	+2	.	2
H bienn	PALEOTEMP.	<i>Daucus carota</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2
Sporadiche													
			1	2	3	4	3	3	4	8	3	5	

preappenninici umbri su substrato marnoso-arenaceo alcuni dei quali corrispondono esattamente a quelli rilevati nel 1985 (Biondi *et al.* 1986) e che avevano permesso di individuare la serie del cerro dell'*Aceri obtusati-Quercus cerridis* sigmetum (Fig. 4). Al bosco dell'associazione *Aceri obtusati-Quercetum cerridis* che rappresenta la tappa più matura della serie si collega il mantello dell'associazione *Junipero-Pyracanthetum coccineae* e la prateria post-coltura dell'associazione *Centaureo bracteatae-Brometum erecti*. La presente indagine ha permesso di rilevare come a distanza di 20 anni, sia avvenuta una profonda modifica del paesaggio vegetale e in particolare della prateria a *Bromus erectus*

(Tab. 3); Biondi *et al.* (1986). La colonizzazione di *Brachypodium rupestre* ha contribuito alla diminuzione della biodiversità, all'alterazione della composizione floristica della prateria a *Bromus erectus* contribuendo nel contempo alla penetrazione degli elementi arbustivi dal mantello di vegetazione (Tab. 3) come già ipotizzato da Biondi (1996). L'analisi fitosociologica ha permesso inoltre di rilevare una certa affinità dei brachipodieti che si sono insediati successivamente al brometo dell'associazione *Centaureo bracteatae-Brometum erecti* con quelli dell'associazione *Dorycnio-Brachypodietum rupestris* descritta per il pesarese (Ubaldi, 1988).

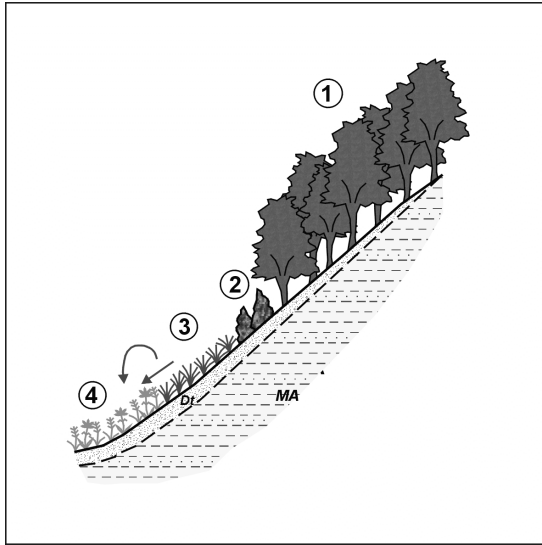


Fig. 4 - Serie centro-appenninica, neutro-basifila, del piano bioclimatico mesotemperato climatofila del cerro (*Aceri obtusati-Quercetum cerridis* sigmetum): 1 – bosco di cerro (*Aceri obtusati-Quercetum cerridis*); 2 – mantello di vegetazione a *Juniperus communis* (*Junipero communis-Pyracanthetum coccineae*); 3 – brachipodiato di *Brachypodium rupestre* (Aggr. a *Brachypodium rupestre*); 4 - prateria di *Bromus erectus* (*Centaureo bracteatae-Brometum erecti*)

SERIE INFRAPPENNINICA, NEUTRO-BASIFILA, DELLE COLLUVIONI LIMOSO-SABBIOSE, DEL PIANO BIOCLIMATICO MESOTEMPERATO COLLINARE ED AFOMESOFILA DEL CARPINO NERO

SCUTELLARIO-OSTRYO CARPINIFOLIAE PRUNETOSUM AVIUM sigmetosum

La serie (Fig. 5) descritta per il sinclinorio di Camerino, si sviluppa prevalentemente alla base dei rilievi collinari, nelle esposizioni più fresche, su colluvioni limoso-sabbiose (Allegrezza, 2003). Al bosco mesofilo, di carpino nero dell'associazione *Scutellario-Ostryetum carpinifoliae* subassociazione *prunetosum avium* che rappresenta la tappa più matura della serie si collega il prebosco a *Prunus avium* e *Acer campestre*, il mantello di *Cornus sanguinea* dell'alleanza *Berberidion vulgaris*, la prateria semimesofila di *Bromus erectus* dell'associazione *Centaureo bracteatae-Brometum erecti* e localmente, sulle morfologie subpianeggianti o leggermente depresse, quella ad *Agropyron repens* dell'alleanza *Convolvulo-Agropyron repentis*. In questi territori, forse in parte favorito dall'elevata capacità idrica del suolo, *Brachypodium rupestre* mostra una rapida capacità d'invasione costituendo dense formazioni paucispecifiche già a dieci anni dall'abbandono delle pratiche colturali. Nei territori

rilevati, il brachipodiato si insedia sia direttamente sull'agropireto (Tab. 4) che sul brometo, esso costituisce l'aspetto successionale più evoluto della vegetazione erbacea presente favorendo l'ingresso di numerosi elementi arbustivi tra i quali: *Clematis vitalba*, *Cornus sanguinea*, *Rubus ulmifolius*, *Prunus avium* e *Acer campestre*.

Struttura dei cloni di *Brachypodium rupestre*

L'analisi della struttura orizzontale effettuata attraverso i transetti indica che i cloni di *Brachypodium rupestre* hanno una struttura tipica e ripetitiva in tutti e quattro i siti di studio. In particolare le aree vigorose dove si concentra la produzione di infruttescenze sono sempre quelle periferiche mentre nelle aree interne si rileva un progressivo indebolimento di *Brachypodium rupestre* (Fig. 6). La biomassa epigea di *Brachypodium rupestre* in tutti i siti è risultata maggiore nell'area A dei cloni rispetto alle aree interne; procedendo verso il centro dei cloni si rileva una netta diminuzione con i valori minimi nelle aree centrali (Fig. 7). L'intensità della diminuzione è maggiore a Serra Santa (fatti 100 i valori di biomassa nell'area A, questa è il 35% in B e il

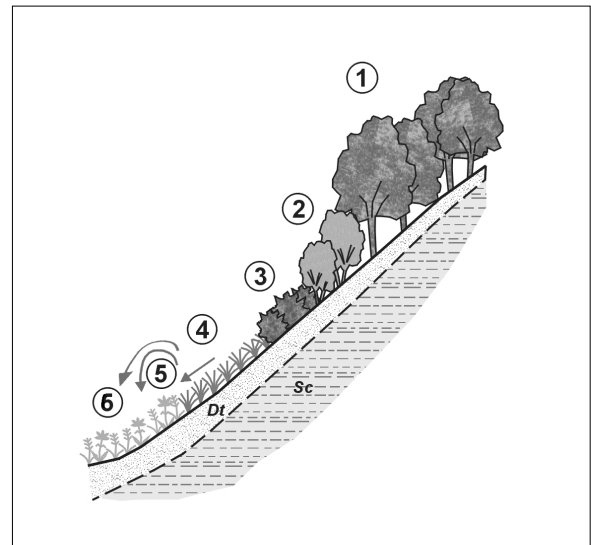


Fig. 5 - Serie infrappenninica, neutro-basifila, delle colluvioni limoso-sabbiose, del piano bioclimatico mesotemperato collinare edafomesofila del carpino nero (*Scutellario-Ostryo carpinifoliae prunetosum avium* sigmetosum): 1 – bosco di *Ostrya carpinifolia* (*Scutellario-Ostryetum carpinifoliae* subass. *prunetosum avium*); 2 – prebosco a *Prunus avium* e *Acer campestre*; 3 - mantello di vegetazione a *Cornus sanguinea* (*Fraxino orn-Berberidenion*); 4 – brachipodiato di *Brachypodium rupestre* (Aggr. a *Brachypodium rupestre*); 5 – prateria di *Bromus erectus* (*Centaureo bracteatae-Brometum erecti*); 6 – prateria post-coltura di *Agropyron repens* (*Convolvulo-Agropyron repentis*)

Tab. 3 - Aggruppamento a *Brachypodium rupestre*

Forma biologica	Tipo corologico	Numero rilievi	1	2	3	4	5	P
		Altitudine in m	440	400	450	460	480	
		Esposizione	E	NNO	NO	ONO	-	r
		Inclinazione in °	20	8	30	25	-	e
		Ricoprimento in %	100	100	100	100	100	s.
		Superficie in mq	20	30	20	30	10	
		Numero di specie	15	22	22	24	18	
<hr/>								
H caesp	SUBATL.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) R. et S.	5.5	4.5	5.5	3.4	4.5	5
H scap	EUROP.-CAUC.	<i>Inula salicina</i> L.	1.2	2.3	+3	1.1	.	4
H caesp	PALEOTEMP.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	1.2	1.2	1.2	+2	.	4
H scap	S-EUROP. PONTICA	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop. ssp. herbaceum (Vill.) Rouy	4.4	3.3	1.2	.	.	3
H scap	SE-EUROP.	<i>Centaurea bracteata</i> Scop.	+	+	.	+	.	3
H scap	EURASIAT.	<i>Galium album</i> Miller	.	+2	(1.1)	.	1.1	3
Sp. caratt. della classe <i>Trifolio-Geranietea</i>								
Ch suffr	EURASIAT.	<i>Genista tinctoria</i> L.	.	+2	+	+2	+2	4
H scap	CIRCUMBOR.	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	+	1.1	.	.	.	2
G rhiz	ENDEM.	<i>Helleborus bocconei</i> Ten.	.	.	.	.	1.2	1
Sp. caratt. della classe <i>Rhamno-Prunetea</i>								
NP	PALEOTEMP.	<i>Rosa canina</i> L. sensu Bouleng.	+2	+2	+2	+2	+2	5
P lian	EUROP.-CAUC.	<i>Clematis vitalba</i> L.	.	2.3	2.3	+2	+2	4
P caesp	EURASIAT.	<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	.	+2	+2	1.1	3
P caesp	CIRCUMBOR.	<i>Juniperus communis</i> L.	.	.	+2	+	+	3
NP	EURIMEDIT.	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	1.2	+2	.	.	.	2
P caesp	EURIMEDIT.	<i>Spartium junceum</i> L.	+	.	+2	.	.	2
Ch suffr	EUROSIB.	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	.	.	+	.	.	1
P caesp	EUROP.-CAUC.	<i>Prunus spinosa</i> L.	.	.	.	+2	.	1
P caesp	STENOMEDIT.	<i>Pyracantha coccinea</i> M. J. Roemer	.	.	.	+2	.	1
NP	CENTRO e S-EUROP.	<i>Coronilla emerus</i> L. ssp. <i>emeroides</i> (Boiss. et Spruner) Hayek	.	.	.	.	+2	1
Sp. caratt. della classe <i>Quercu-Fagetea</i>								
P caesp	SE-EUROP.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	+2	.	1.1	+2	1.1	4
P scap	N-EURIMEDIT.	<i>Quercus cerris</i> L.	.	+2	+	+2	+	4
H scap	CIRCUMBOR.	<i>Solidago virgaurea</i> L.	.	+	.	1.1	.	2
P scap	EUROP.-CAUC.	<i>Acer campestre</i> L.	.	.	+2	.	1.1	2
H ros	EURIMEDIT.	<i>Viola alba</i> Besser ssp. <i>dehnhardtii</i> (Ten.) W. Becker	.	.	.	+2	1.2	2
H scap	EUROSIB.	<i>Serratula tinctoria</i> L.	.	.	.	+	+	2
H scap	EURASIAT.	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	.	.	.	+	1.2	2
P scap	EURIMEDIT.	<i>Sorbus domestica</i> L.	.	+2	.	.	.	1
H scap	EUROSIB.	<i>Vicia sepium</i> L.	.	.	+	.	.	1
H scap	PONTICA	<i>Buglossoides purpureo-caerulea</i> (L.) Johnston	.	.	.	1.1	.	1
H ros	EUROP.-CAUC.	<i>Primula vulgaris</i> Hudson	.	.	.	+	.	1
Compagne								
G rhiz	EUROP.	<i>Carex flacca</i> Schreber	1.2	1.2	1.2	.	.	3
Ch suffr	EURIMEDIT.	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	.	+2	.	+2	+2	3
H scap	PALEOTEMP.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	(+)	.	+2	.	.	2
H bienn	PALEOTEMP.	<i>Daucus carota</i> L.	.	+2	(+)	.	.	2
H scap	PALEOTEMP.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	+	.	.	1.1	2
H scap	CIRCUMBOR.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	.	+	.	+	.	2
H bienn		<i>Pastinaca sativa</i> L. ssp. <i>urens</i> (Req.) Celak	.	.	.	+	+	2
Sporadiche								
			4	4	5	5	3	

2% in IN), seguita da Piaggia Secca (69% in B e 32% in IN), Sassoferrato (rispettivamente 63% e 35% per B e IN) e Poggio S. Romualdo (41% B e 38% IN). La produzione di infruttescenze di *Brachypodium rupestre* in tutti i siti è risultata maggiore nell'area A dei cloni rispetto alle aree interne (Fig. 7) con l'eccezione di Serra Santa dove gli individui sono risultati sterili. Il numero di infruttescenze, procedendo dall'esterno verso

l'interno dei cloni, è risultato sempre minore, con riduzioni più drastiche a Piaggia Secca (fatti 100 i valori dell'area A, si misura il 7% e il 2% rispettivamente per le aree B e IN) rispetto a Poggio S. Romualdo (5% in B e 8% in IN) e soprattutto Sassoferrato (33% in B e 22% per l'area IN). La produzione di infruttescenze è risultata positivamente correlata alla biomassa di *Brachypodium rupestre* in tutti e tre i siti (R^2 rispettivamente 0,42; 0,66

Tab. 4 - Aggruppamento a *Brachypodium rupestre*

Forma biologica	Tipo corologico	Numero rilievi	1	2	3	4	5	6	P
		Altitudine in m	570	570	570	350	360	360	
		Esposizione	NO	NO	NO	NE	NE	NE	r
		Inclinazione in °	10	5	10	20	20	20	e
		Ricoprimento in %	100	100	100	100	100	100	s.
		Superficie in mq	10	10	20	10	20	20	
		Numero di specie	11	10	19	13	19	18	
H caesp	SUBATL.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) R. et S.	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	6
		Sp. caratt. e diff. della classe <i>Artemisietea vulgaris</i>							
H caesp	PALEOTEMP.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	1.2	2.3	2.3	1.2	2.3	2.2	6
H scap	EURIMEDIT.	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	.	+	+	+2	+2	.	4
H scap	EURASIAT.	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz	.	1.1	1.1	.	.	.	2
G rhiz	PALEOTEMP.	<i>Tussilago farfara</i> L.	.	.	.	+2	1.2	.	2
H scap	EURASIAT.	<i>Senecio erucifolius</i> L.	.	.	.	+	+	.	2
T scap	EURIMEDIT.	<i>Odontites lutea</i> (L.) Clairv.	.	.	.	.	1.1	+	2
H scap	EUROSIB.	<i>Picris hieracioides</i> L.	.	.	.	.	+	+2	2
		Sp. caratt. della classe <i>Rhamno-Prunetea</i>							
P lian	EUROP.-CAUC.	<i>Clematis vitalba</i> L.	1.1	+2	+2	+	1.1	+2	6
NP	EURIMEDIT.	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	.	1.1	+2	+2	+2	.	4
P caesp	EURASIAT.	<i>Cornus sanguinea</i> L.	+	+	.	1.1	+2	+2	4
NP	PALEOTEMP.	<i>Rosa canina</i> L. sensu Bouleng.	.	.	+	.	.	1.1	2
		Compagne							
H scap	EURASIAT.	<i>Galium album</i> Miller	1.1	1.1	1.1	+	+2	1.1	6
P scap	EUROP.-CAUC.	<i>Acer campestre</i> L.	+	.	1.1	2.3	1.1	+2	4
H scap	CIRCUMBOR.	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	+	.	.	+	1.2	1.2	4
H scap	EUROSIB.	<i>Trifolium pratense</i> L.	.	+2	.	.	+2	+2	3
H caesp	CIRCUMBOR.	<i>Holcus lanatus</i> L.	+2	.	+2	.	.	.	2
H scap	EUROSIB.	<i>Serratula tinctoria</i> L.	.	.	.	.	+2	+2	2
		Sporadiche	3	1	9	1	4	6	

e 0,40 per Piaggia Secca, Sassoferrato e Poggio San Romualdo). In tutti i siti, la distribuzione della lettiera di *Brachypodium rupestre* è qualitativamente simile (Fig. 7), con i valori minimi nei cloni di piccole dimensioni e nelle aree A, e valori elevati nelle aree interne dei grossi cloni con i valori massimi generalmente nelle aree centrali (IN). L'accumulo di necromassa è progressivamente crescente in tutti i siti procedendo dall'esterno verso il centro dei cloni, indicando così il tipico sviluppo centrifugo determinato dall'accrescimento vegetativo. Fatti 100 i valori della posizione IN, l'accumulo di lettiera è più lento a Piaggia Secca (17% nell'area A e 51% in B), seguita da Sassoferrato (33% A e 85% in B), e Serra Santa (33% in A e 91% in B). Da questa tendenza tende a discostarsi Poggio S. Romualdo (55% in A e 135% in B) che mostra i valori massimi nell'area B, inoltre in questo sito i valori assoluti sono molto bassi in relazione alla biomassa rilevata.

In relazione allo sviluppo dei cloni di *Brachypodium rupestre*, la biomassa totale dell'insieme delle altre specie subisce una riduzione passando dall'esterno dei

cloni al loro interno (Fig. 7). L'intensità di riduzione è stata più accentuata a Piaggia Secca (fatti 100 i valori di OUT, si rinviene il 5% per l'area A, 0% per B e 3% per IN) e Sassoferrato (8% per A, 3% per B e 4% per IN) e meno a Serra Santa (17% A, 13% B e 20% IN) e soprattutto a S. Romualdo (19% A, 18% B e 15% IN).

Anche la diversità specifica subisce una significativa riduzione passando dalle aree immediatamente esterne ai cloni (OUT) alle aree A dei cloni in tutti e quattro i siti di studio (Fig. 8).

Meccanismi coinvolti nella degenerazione di *Brachypodium rupestre*

Sia il tipo di suolo che la concimazione minerale hanno significativamente influenzato la crescita e il rapporto epigeo: radicale (A/R) delle biomasse nelle piante di *Brachypodium rupestre*. Dopo 27 giorni la crescita nel suolo OUT è risultata superiore in maniera altamente significativa a quella nel suolo IN sia in presenza della soluzione nutritiva che in assenza di questa (Fig. 9). Sempre dopo 27 giorni la concimazione

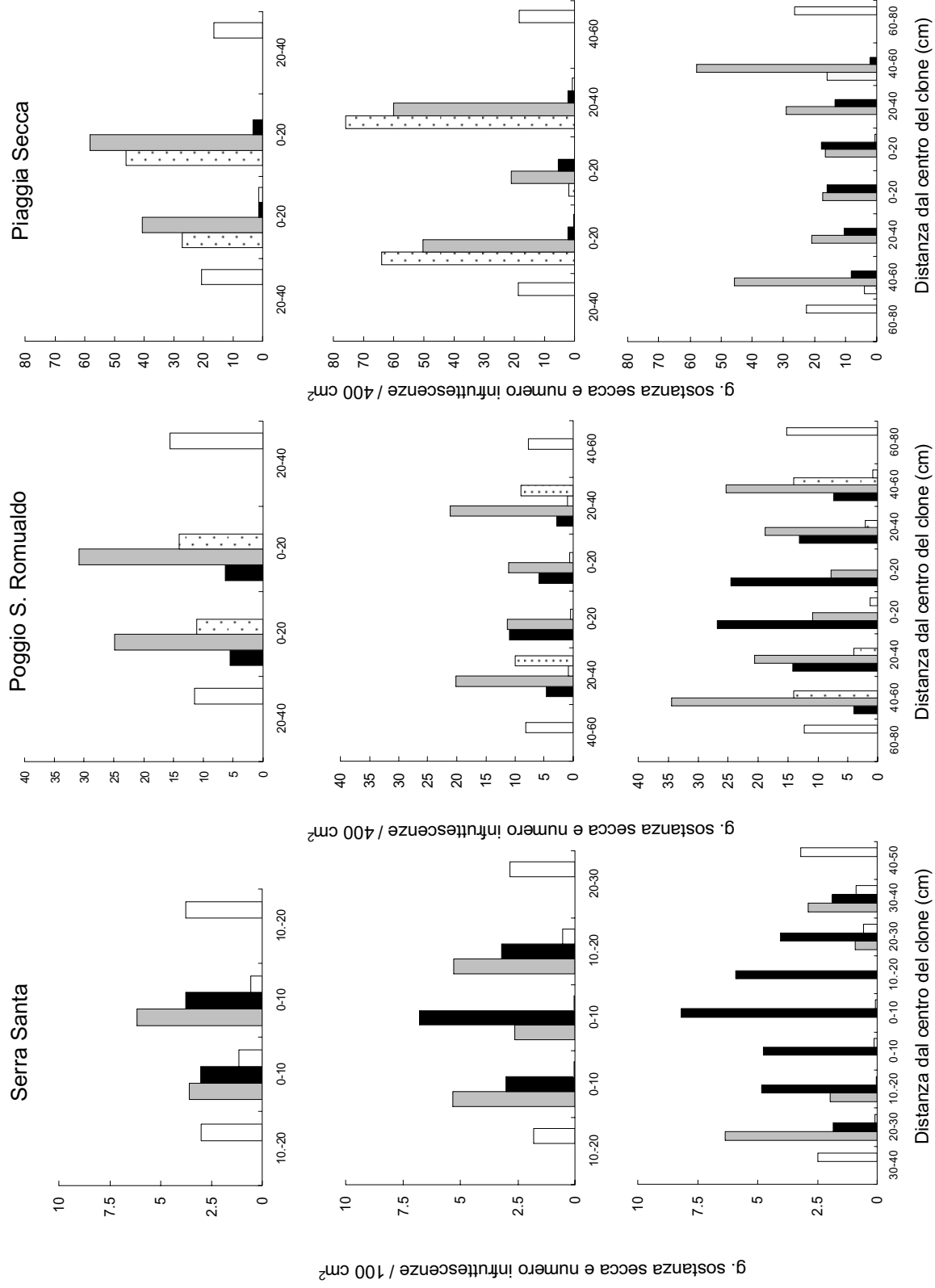


Fig. 6 - Struttura orizzontale di cloni di *Brachypodium rupestre* espressa come biomassa (istogrammi bianchi) e biomassa complessiva delle altre specie (istogrammi grigi), numero d'infruttescenze (istogrammi punteggiati) e necromassa (istogrammi neri) di *Brachypodium rupestre* e biomassa complessiva delle altre specie (istogrammi bianchi) in tre siti di studio. Dall'alto verso il basso sono mostrati cloni di diametro progressivamente crescente

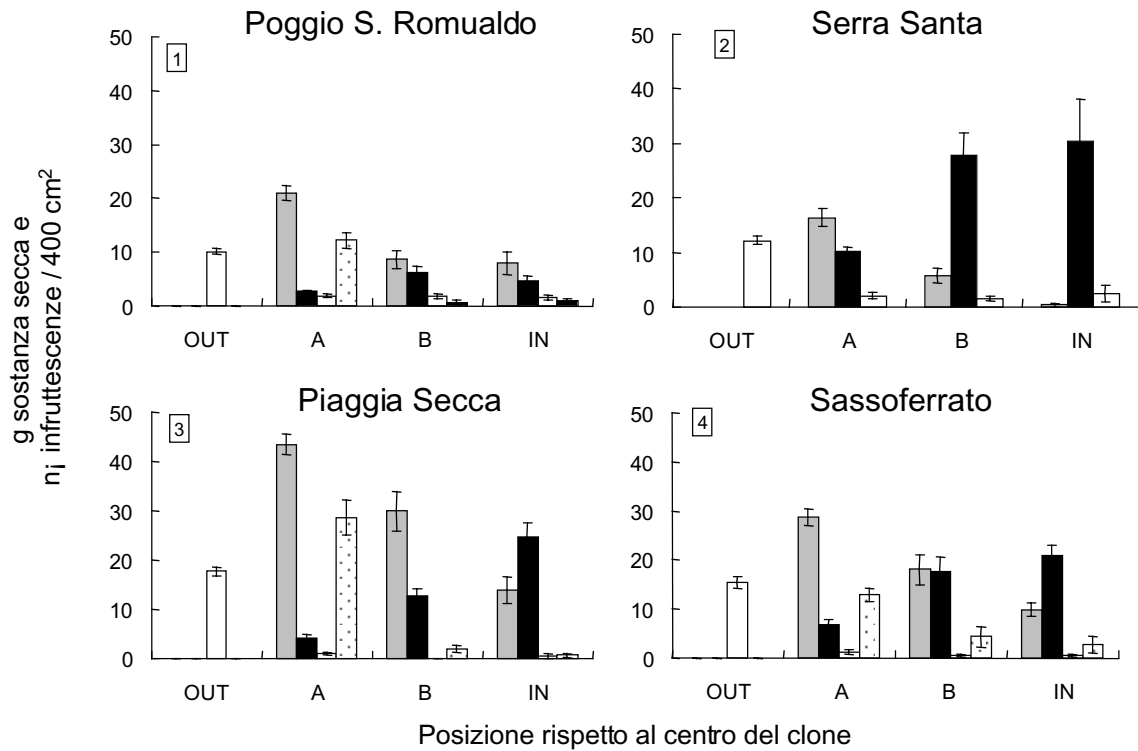


Fig. 7 - Distribuzione della biomassa (istogrammi grigi), numero d'infruttescenze (istogrammi punteggiati) e necromassa (istogrammi neri) di *Brachypodium rupestre* e biomassa complessiva delle altre specie (istogrammi bianchi) in relazione alla posizione rispetto ai cloni di *Brachypodium rupestre* nei quattro siti di studio (OUT = esterno del clone; A = primi 20 cm dall'esterno del clone; B = secondi 20 cm dall'esterno del clone; IN = interno del clone). Le barre indicano \pm errore standard

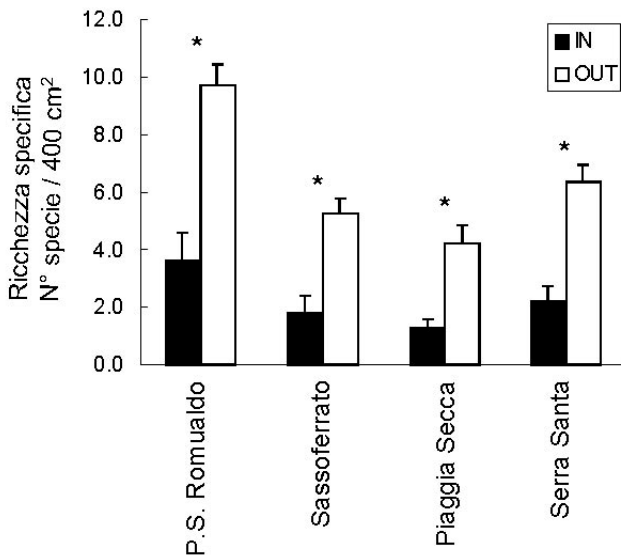


Fig. 8 - Numero di specie all'interno (IN) e all'esterno (OUT) di cloni di *Brachypodium rupestre* nei quattro siti di studio. Gli asterischi indicano differenze significative (test t accoppiato $p < 0.001$), le barre indicano l'errore standard

determina solo nel suolo IN una crescita leggermente superiore al controllo, differenza comunque non significativa. Nei successivi 23 giorni la crescita è stata più rapida e questo ha determinato un'intensificazione delle differenze fra i trattamenti. A fine ciclo la crescita massima è stata rilevata nel suolo OUT con concimazione minerale, seguita dal suolo OUT senza concimazione che si differenzia dal suolo IN con concimazione in maniera non significativa (Fig. 9); nettamente inferiore è stata la crescita nel suolo IN senza concimazione.

Il rapporto A/R dopo 27 giorni di crescita è risultato inferiore nel suolo IN senza concimazione minerale, mentre le differenze rilevate non sono statisticamente significative fra gli altri tre trattamenti (Fig. 10). Dopo 50 giorni di crescita il rapporto A/R non risulta differente fra suolo IN e OUT in presenza di concimazione minerale, mentre questo è inferiore nel suolo OUT senza concimazione. Infine i valori minimi di A/R si rilevano nel suolo IN senza concimazione. In generale quindi la concimazione minerale tende ad elevare il rapporto A/R, inoltre in presenza di concimazione non si rilevano

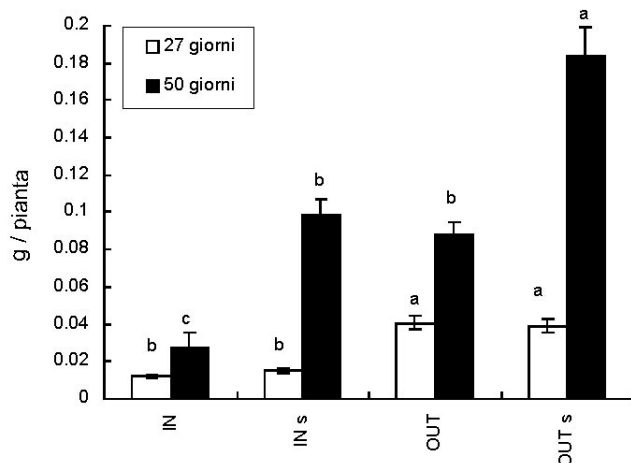


Fig. 9 - Accrescimento di piante di *Brachypodium rupestre* nei suoli IN e OUT, senza e con concimazione minerale (indicata con S) dopo 27 e 50 giorni di crescita. Lettere differenti indicano differenze significative entro data; ($p < 0.05$ LSD test), le barre indicano \pm errore standard

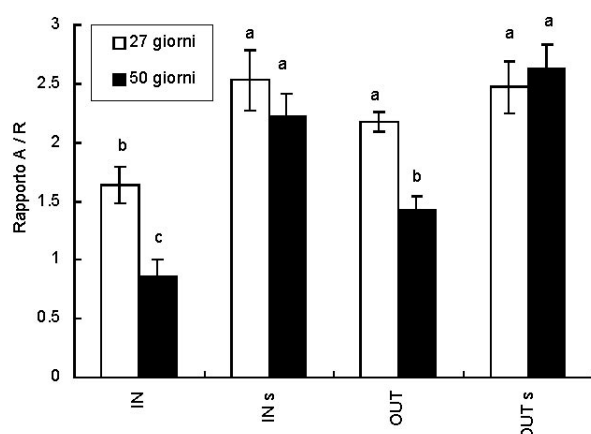


Fig. 10 - Rapporto A/R in piante di *Brachypodium rupestre* nei suoli IN e OUT, senza e con concimazione minerale (indicata con S) dopo 27 e 50 giorni di crescita. Lettere differenti indicano differenze significative entro data; ($p < 0.05$ LSD test), le barre indicano \pm errore standard

differenze nel rapporto A/R fra 27 e 50 giorni di crescita. In assenza di concimazione si rileva una significativa interazione con la data di misura, infatti in entrambi i suoli (IN e OUT) alla seconda raccolta si rileva una significativa diminuzione del rapporto A/R.

La concentrazione di $\text{NO}_3\text{-N}$ non si differenzia fra i suoli prelevati nelle aree IN e OUT (media generale e deviazione standard 5.6 ± 0.8 mg $\text{NO}_3\text{-N}/\text{kg}$ suolo; la concentrazione di $\text{NH}_4\text{-N}$ è risultata superiore nel suolo IN rispetto al suolo OUT (rispettivamente 1.3 e 0.85 mg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{kg}$).

Effetto della degenerazione di *Brachypodium rupestre* sulle dinamiche successionali

Le piante di *Filipendula vulgaris* nell'area IN sono risultate mediamente cinque volte più grandi che nell'area OUT, mentre le piante di *Leontodon cichoraceus* sono risultate tre più grandi nell'area IN rispetto alla OUT (Fig. 11). La densità di piante per unità di superficie è risultata leggermente superiore nell'area IN per *Filipendula vulgaris* e nell'area OUT per *Leontodon cichoraceus*, ma senza differenze significative (Fig. 11). Nel sito Piaggia Secca sono state complessivamente campionate piante di *Clematis vitalba* di età variabile fra i due e i nove anni ($n=21$). La biomassa epigea di *Clematis vitalba* è risultata positivamente correlata con l'età delle piante in entrambe le aree di campionamento; mentre nell'area OUT tale relazione è di tipo lineare, nelle aree IN la relazione è di tipo esponenziale con un netto incremento della crescita dal quinto anno di età in poi (Fig. 12).

Discussione

I rilievi fitosociologici condotti nei diversi settori indagati evidenziano una chiara diminuzione della biodiversità accompagnata da una sostanziale modifica della composizione floristica della prateria a *Bromus erectus* in seguito alla colonizzazione da parte di *Brachypodium rupestre*. La problematica fitosociologica è legata al ruolo e al significato sinsistemico delle comunità paucispecifiche a *Brachypodium rupestre* che spesso sono state considerate delle facies delle diverse associazioni di prateria a *Bromus erectus* nell'ambito della classe *Festuco-Brometea*. Sulla base dei risultati ottenuti dalla presente indagine, seppure parziali, si può ipotizzare la possibilità di un'autonomia ecologica e floristica del brachipodieta dalle associazioni di prateria a *Bromus erectus*. Il brachipodieta sembra costituire un orlo di vegetazione secondario di origine antropica, che si insedia successivamente alla prateria di *Bromus erectus*, la cui composizione floristica varia in rapporto alle caratteristiche litologiche e bioclimatiche dei territori interessati. Ulteriori indagini fitosociologiche su questa vegetazione potranno o meno confermare questa ipotesi e definirne la precisa collocazione sintassonomica.

L'analisi fitosociologica ha inoltre permesso di evidenziare che *Brachypodium rupestre* nelle condizioni di elevata umidità edafica, presenza di spesse coltri di colluvioni limoso-sabbiose o su alluvioni ghiaioso-

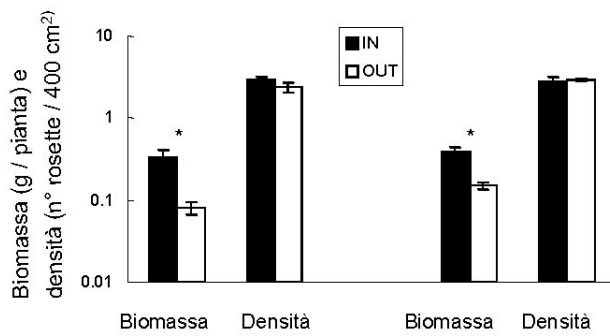


Fig. 11 - Biomassa e densità di rosette di *Filipendula vulgaris* (n=110) a destra e *Leontodon cichoraceus* (n=139) a sinistra radicate all'esterno (OUT) e all'interno (IN) di cloni di *Brachypodium rupestre* nel sito Serra Santa. Gli asterischi indicano differenze significative (t test $p < 0.05$); le barre indicano \pm errore standard (notare la scala logaritmica)

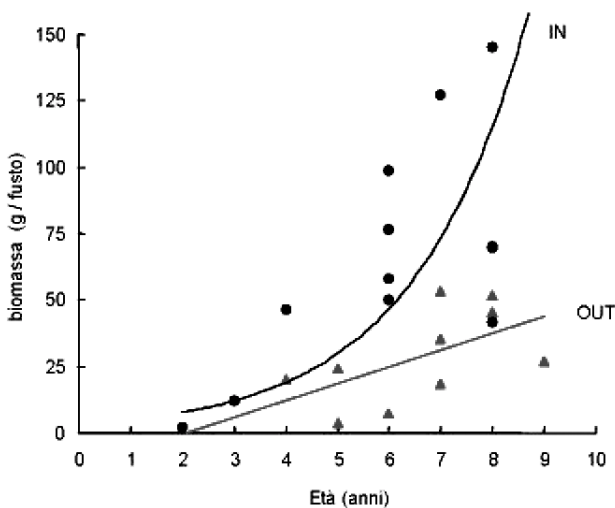


Fig. 12 - Relazione fra biomassa aerea ed età in fusti di *Clematis vitalba* (n=21) radicate all'interno (IN) equazione $y = 3.11 e^{0.45x}$ o all'esterno (OUT) equazione $y = 6.3x - 13.1$ di cloni di *Brachypodium rupestre* nel sito Piaggia Secca

sabbiose, si insedia direttamente sulla vegetazione post-coltura ad *Agropyron repens* dell'alleanza *Convolvulo-Agropyron repentis*, favorendo le condizioni idonee all'insediamento della vegetazione arbustiva.

Lo studio della struttura spaziale dei cloni di *Brachypodium rupestre* ha messo in luce una modalità di sviluppo caratteristica e ripetitiva in tutte le aree di studio. Durante le prime fasi di sviluppo dei cloni è massimo il vigore e la produzione di seme (Fig. 6 e 7). Successivamente i cloni si espandono vegetativamente in direzione centrifuga, e le aree vigorose con elevata

produzione di seme sono limitate alle aree periferiche dei cloni. In questa fase si rileva una progressiva degenerazione delle aree più interne, rilevabile attraverso la riduzione della biomassa e della produzione di infruttescenze oltre che dall'accumulo di lettiera. A questa fase può seguire un'ulteriore diminuzione della biomassa nelle zone interne, che può anche azzerarsi. Alla riduzione della biomassa si accompagna sempre l'arresto nella produzione di infruttescenze locali (Fig. 6 e 7).

Durante tale dinamica di sviluppo, *Brachypodium rupestre* modifica in maniera drastica la composizione specifica delle comunità che sono invase. In particolare l'espansione vegetativa dei cloni determina una rapida ed intensa esclusione competitiva di un elevato numero di specie precedentemente presenti. Tale effetto è rilevabile dalla drastica diminuzione della loro biomassa (Fig. 7) e soprattutto della ricchezza specifica (Fig. 8). In numerosi casi *Brachypodium rupestre* raggiunge elevati livelli di dominanza, spesso fino alla monospecificità nelle aree periferiche (A) dei cloni. I meccanismi attraverso i quali *Brachypodium rupestre* è in grado di determinare una così intensa esclusione competitiva non sono noti; appare comunque evidente che la massima capacità competitiva è raggiunta in assenza del pascolo e/o dello sfalcio. Questo è suggerito dal fatto che la massima dominanza è raggiunta a Piaggia Secca e a Sassoferrato (assenza di sfalcio e pascolo), rispetto a Serra Santa e Poggio S. Romualdo (presenza del pascolo) dove i livelli di dominanza raggiunti sono nettamente inferiori.

La fase di dominanza di *Brachypodium rupestre* risulta comunque transitoria e di durata relativamente breve, in quanto in tutti i siti i cloni mostrano chiari segni di degenerazione e una ridotta capacità di rigenerazione nelle aree interne più vecchie (Fig. 6 e 7). Il biotest effettuato con piante di *Brachypodium rupestre* ha mostrato attraverso tutti i parametri analizzati (crescita complessiva, risposta alla concimazione minerale e la dinamica del rapporto epigeo: radicale) che il suolo dell'area interna ai cloni di *Brachypodium rupestre* inibisce la crescita rispetto ai suoli provenienti dalle aree esterne. In particolare la crescita in assenza di concimazione è stata tre volte superiore nel suolo OUT rispetto al suolo IN, inoltre il rapporto A/R è sempre superiore nel suolo OUT, indice di un minore sforzo nell'utilizzazione del terreno (Zucconi, 1996). I risultati mostrano quindi un tipico fenomeno di autoinibizione (Bever, 1994; Singh et al. 1999; Klironomos, 2002) per *Brachypodium rupestre*, fenomeno non imputabile ad un impoverimento

nutrizionale eventualmente generato dalla graminacea a seguito dell'utilizzo del suolo. Questo è evidente se si considera che l'azoto è l'elemento limitante la produttività delle graminacee nei prati-pascoli dell'Appennino Centrale su substrati calcarei (Santilocchi, 1996). Infatti l'analisi dei suoli ha mostrato che i suoli IN e OUT a Piaggia Secca hanno gli stesso livelli di nitrato mentre il suolo IN ha livelli addirittura superiori di ammonio. Al contrario il fosforo è limitante soprattutto per la crescita delle leguminose mentre il potassio non è mai limitante come del resto i microelementi in questo tipologia di suoli (Santilocchi, 1996). L'autoinibizione dimostrata per *Brachypodium rupestre* potrebbe essere determinata dall'attacco di patogeni e/o parassiti del suolo (Van der Putten *et al.*, 1993) o all'accumulo di fitotossine derivanti dalla decomposizione dei residui organici come dimostrato per altre specie (Miller, 1996), ipotesi che sono attualmente oggetto di studio.

La degenerazione dei cloni di *Brachypodium rupestre* determina una serie di conseguenze anche sulle altre specie della comunità e sulle dinamiche delle successioni ecologiche. In particolare il fenomeno dell'autoinibizione tende a facilitare l'attecchimento, nelle aree interne degenerate dei cloni, di specie che risultano poco frequenti nelle aree esterne ai cloni. In particolare l'analisi ha dimostrato come *Filipendula vulgaris*, *Leontodon cichoraceus* e *Clematis vitalba* si avvantaggino delle nuove condizioni ecologiche che si generano nelle aree interne dei cloni di *Brachypodium rupestre*. I meccanismi che determinano tale interazione positiva indiretta fra specie vegetali (Callaway, 1995; Bruno *et al.*, 2003) non sono stati oggetto dello studio, ma è ipotizzabile che le specie che traggono vantaggio siano quelle compatibili con le nuove caratteristiche del suolo generate da *Brachypodium rupestre* in grado di sfruttare il rilascio derivato dalla drastica riduzione della biomassa complessiva delle altre specie e dalla degenerazione del *Brachypodium rupestre* stesso (Fig. 6 e 7). E' stato inoltre rilevato che *Filipendula vulgaris*, oltre a numerose altre specie non analizzate, presenta una copertura superiore di quella rilevata al margine della formazione forestale (ril. 1-4 di Tab. 2) dove *Brachypodium rupestre* è la specie dominante. Le osservazioni effettuate fanno quindi ipotizzare che a seguito della colonizzazione delle aree aperte, *Brachypodium rupestre* possa "facilitare" la diffusione di alcune specie dall'orlo verso le aree aperte, determinando così una generale trasformazione floristica delle formazioni erbacee pre-

esistenti. Nel caso di Piaggia Secca, la maggiore crescita di *Clematis vitalba* all'interno dei cloni degenerati (Fig. 12) suggerisce che la colonizzazione di *Brachypodium rupestre* possa rendere più rapida la successione verso gli stadi più avanzati ad arbusti dove *Clematis vitalba* è una delle specie dominanti. Tale ipotesi risulta coerente sia con il classico modello di facilitazione delle successioni ecologiche (Connell *et al.*, 1977) ma supporta anche l'ipotesi che l'autoinibizione sia un fenomeno importante nel determinare le traiettorie e la rapidità delle successioni (Van der Putten *et al.* 1993).

Nel complesso, l'effetto dell'invasione di *Brachypodium rupestre* nelle formazioni erbacee, indipendentemente dalla comunità soggetta all'invasione, determina a scala locale (Fig. 8) e di comunità (Tab. 2, 3, 4) una drastica riduzione della biodiversità, con frequente formazione di aree monospecifiche dominate da *Brachypodium rupestre*. Altri studi in Nord Europa su *Brachypodium pinnatum* hanno riportato delle dinamiche simili a quelle qui indagate. In particolare Bobbink *et al.* (1987) hanno mostrato come l'abbandono dello sfalcio e del pascolo e, in alcuni casi, l'incremento delle deposizioni di N atmosferico, determinino una trasformazione radicale delle formazioni erbacee ad elevata diversità di specie in formazioni a bassa diversità con elevata dominanza di *Brachypodium pinnatum* (copertura > 70-80%). Inoltre tali studi hanno mostrato come tale trasformazione richieda pochi anni, e la perdita della diversità sia dovuta alla rapida esclusione della maggior parte delle specie di ridotte dimensioni che sono meno competitive nei confronti di *Brachypodium pinnatum* dotato di un potente rizoma e molto più alto delle altre specie. Studi successivi (Bobbink *et al.*, 1991) hanno dimostrato, attraverso l'applicazione sperimentale dello sfalcio effettuato a diverse intensità, come la dominanza di *Brachypodium pinnatum* diminuisca e la biodiversità sia ristabilita con tali trattamenti. I parallelismi nell'ecologia fra le due specie di *Brachypodium* suggeriscono che le due specie abbiano una risposta simile al pascolo e allo sfalcio; infatti, nonostante la loro ridotta palatabilità, esse tendono a ridurre la loro capacità di dominanza in presenza di questi fattori ecologici. Lo studio effettuato non ha comunque analizzato in maniera specifica la sensibilità di *Brachypodium rupestre* allo sfalcio e al pascolo; l'uso di tale pratica può ridurre la dominanza e/o rallentare la colonizzazione allo scopo di mantenere la struttura e la composizione delle formazioni erbacee ad alta biodiversità.

Conclusioni

Lo studio ha dimostrato come l'invasione da parte di *Brachypodium rupestre* nelle formazioni erbacee determini una netta riduzione della biodiversità a scala di comunità a seguito dell'esclusione competitiva delle specie precedentemente presenti. Inoltre il fenomeno descritto è risultato simile in condizioni ecologiche nettamente differenziate sia come bioclimate che come tipo di substrato, indicando con ciò l'elevata valenza ecologica di *Brachypodium rupestre*. Lo studio ha altresì mostrato come i cloni di *Brachypodium rupestre* mostrino una dinamica di sviluppo tipica e ripetitiva, e come tale tipo di sviluppo possa influenzare le dinamiche delle

successioni ecologiche. Le conclusioni che si possono trarre dallo studio in rapporto alle dinamiche successionali, essendo questo ristretto ad un ridotto numero di specie, sono difficilmente generalizzabili. In particolare, non è stata ancora studiata la struttura e la composizione floristica della comunità quando i cloni di *Brachypodium rupestre* a seguito dell'espansione vegetativa si uniscono e vanno in coalescenza (Castellanos *et al.*, 1994). Infine l'analisi integrata condotta a differenti scale spazio-temporali ha permesso di analizzare da un lato i meccanismi che generano le dinamiche osservate e dall'altro di comprendere in quali condizioni ecologiche i meccanismi studiati influenzano le dinamiche della vegetazione.

Schema sintassonomico

ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Rochow 1951

+*Agropyretalia repentis* Oberdorfer, Müller & Görs in Oberdorfer, Görs, Korneck, Lohmeyer, Müller, Philippi & Seibert 1967

**Convolvulo arvensis-Agropyron repentis* Görs 1966

??Aggruppamento a *Brachypodium rupestre*

TRIFOLIO-GERANIETEA T. Muller 1961

+*Origanetalia vulgaris* T. Muller 1961

**Geranion sanguinei* Tx. ex Muller 1961

??Aggruppamento a *Brachypodium rupestre*

FESTUCO-BROMETEA Br.-Bl. & Tx. 1943 ex Klika & Hadac 1944

+*Brometalia erecti* Br.-Bl. 1936

++*Artemisio albae-Bromenalia erecti* Biondi, Ballelli, Allegrezza & Zuccarello 1995

**Phleo ambigui-Bromion erecti* Biondi & Blasi ex Biondi, Ballelli, Allegrezza & Zuccarello 1995

Brizo mediae-Brometum erecti Bruno in Bruno & Covarelli 1968 corr. Biondi & Ballelli 1982

++*Leucanthemo vulgaris-Bromenalia erecti* Biondi, Ballelli, Allegrezza & Zuccarello 1995

**Bromion erecti* W. Koch 1926

Centaureo bracteatae-Brometum erecti Biondi, Ballelli, Allegrezza, Guitian & Taffetani 1986

??Aggruppamento a *Brachypodium rupestre*

RHAMNO-PRUNETEA Riv.-Goday et Borja 1961

+*Prunetalia spinosae* R. Tx. 1952

**Cytision sessilifolii* Biondi 1988

Junipero communis-Pyracanthetum coccineae Biondi, Allegrezza & Guitian 1988

**Berberidion vulgaris* Br.Bl. 1950

***Fraxino orni-Berberidenion* Poldini & Vidali 1995

QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

+*Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1928

**Geranio versicoloris-Fagion sylvaticae* Gentile 1969

Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae Biondi, Casavecchia, Pinzi, Allegrezza & Baldoni 2002

lathyretosum veneti Biondi, Casavecchia, Pinzi, Allegrezza & Baldoni 2002
 +*Quercetalia pubescentis-petraeae* (Klika 1933) corr. Blasi, Di Pietro & Filesi 2004
 **Carpinion orientalis* Horvat 1958
 ***Laburno anagyroidis-Ostryenion carpinifoliae* (Ualdi 1981) Blasi, Di Pietro & Filesi 2004
Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae Pedrotti, Ballelli & Biondi ex Pedrotti *et al.* 1980
prunetosum avium Allegrezza 2003
Aceri obtusati-Quercetum cerridis Ualdi & Speranza 1982

Bibliografia

- Allegrezza M., 2003. Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale del Monte San Vicino (Appennino marchigiano). *Fitosociologia*, 40 (1) pp. 3-118.
- Bagella S., 2001. Valore pastorale delle associazioni vegetali: un esempio di applicazione nell'Appennino umbro-marchigiano (Italia). *Fitosociologia* 38(1): 153-165.
- Baldoni M., Biondi E. & Ferrante L., 2004. Demographic and spatial analysis of a population of *Juniperus oxycedrus* L. in an abandoned grassland. *Plant Biosystems* 138: 89-100.
- Ballelli S., Castagnari G., Catorci A. & Fortunati G., 2002. Aspetti geobotanici e lineamenti storico-ambientali dell'Alto Esino. Appennino umbro-marchigiano. Provincia di Ancona, Assessorato alla Tutela dell'Ambiente.
- Ballerini V., Biondi E. & Calandra R., 2000. Structure and dynamic of a *Spartium junceum* L. population in the central Apennines (Italy). *Coll. Phytosoc.* 27: 1071-1096.
- Bever D. J., 1994. Feedback between plants and their soil communities in an old field community. *Ecology* 75:1965-1977.
- Biondi E., 1990. Population characteristics of *Juniperus oxycedrus* L. and their importance to vegetation dynamics. *Giorn. Bot. Ital.* 124(2-3): 330-227.
- Biondi E., 1996. La Geobotanica nello studio ecologico del paesaggio. *Ann. Acc. Ital. Sc. Forest.* 45: 3-39.
- Biondi E., 2003. Processi di rinaturazione in seguito ad abbandono delle attività agro-silvo-pastorali ed implicazioni gestionali. In (a cura di) Colantonio Venturelli & Müller, volume "Paesaggio culturale e biodiversità, principi generali, metodi, proposte operative": 47-80. Firenze.
- Biondi E. & Baldoni M., 1995. A possible method for geographic delimitation of phytoclimatic types: with application to the phytoclimate of the Marche region of Italy. *Doc. Phytosoc. n.s.* XV: 15-28.
- Biondi E., Baldoni M. & Loiotile A., 2000. Utilizzazione del territorio e successioni diacroniche della vegetazione in un'area dell'Appennino umbro-marchigiano (Italia centrale). In (a cura di) E. Biondi & R. Colantonio, Atti del Convegno Nazionale "La pianificazione territoriale del paesaggio tra ri-naturazione e iper-antropizzazione"(Ancona, 7-28 novembre 1997): 103-159. *Acc. Marchigiana di Sc. Lett. Arti, Ancona.*
- Biondi E., Ballelli S., Allegrezza M., Guitian J. & Taffetani F., 1986. *Centaureo bracteatae-Brometum erecti* ass. nova dei settori marnoso-arenacei dell'Appennino centrale. *Doc. Phytosoc. n.s.* X(2): 117-126.
- Biondi E., Casavecchia S., Pinzi M., Allegrezza M. & Baldoni M., 2002. The syntaxonomy of the mesophilous woods of the Central and Northern Apennines (Italy). *Fitosociologia* 39(2): 71-93.
- Biondi E., Feoli E. & Zuccarello V., 2004. Modelling Environmental Responses of Plant Associations: A Review of Some Critical Concepts in Vegetation Study. *Critical Reviews in Plant Sciences* 23 (2): 149-156.
- Bobbink & Willems, 1987. Increasing Dominance of *Brachypodium pinnatum* in Chalk grassland: a threat to a species-rich ecosystem. *Biological Conservation* 40: 301-314.
- Bobbink & Willens, 1991. Impact of different cutting regimes in the performance of *Brachypodium pinnatum*. *Biological Conservation* 56: 1-12.
- Bruno F., Stachowicz J. & Bertness M., 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology and Evolution* 18:119-125.
- Canullo R., 1992. Structure and dynamique d'une population de *Cytisus sessilifolius* L. dans les pâturages abandonnés des Apennin central (Italie). *Rev. Roumane de Biologie* 37(1): 27-46.
- Canullo R. & Falinska K., 2003. Ecologia vegetale. La struttura gerarchica della vegetazione. Ed. Liguori, Napoli.
- Canullo R., Manzi A. & Venanzoni R., 1992. Caratteristiche strutturali di alcune popolazioni di *Spartium junceum* L. in differente stato dinamico. *Soc. Ital. Ecologia, Atti del V Congresso (Milano, 21-25 settembre 1992):* 447-455.
- Castellanos, Figueroa & Davy, 1994. Nucleation and facilitation in saltmarsh succession: interaction between *Spartina maritima* and *Arthrocnemum perenne*. *Journal of Ecology* 82: 239-248.
- Callaway R., 1995. Positive interaction among plants. *Biological Review* 61:306-349.
- Centamore E., Chiocchini M., Chiocchini U., Dramis F., Giardini G., Jacobacci A., Martelli G., Micarelli A. & Potetti M., 1979. Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000. Note

- Illustrative del F° 301 Fabriano. Servizio Geologico d'Italia. Stab. G.E.C., Roma.
- Connel J.H. & Slatyer R.O., 1977. Mechanisms succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111:1119-1144.
- Dowgiallo M.G. & Lucchese F., 1991. Studio dei rapporti tra suolo e distribuzione di due specie di *Brachypodium*: *Brachypodium rupestre* e *B. genuense*. *Annali della Facoltà di Agraria, Campobasso*: 67-82.
- Falinska K., 1995. Genet disintegration in *Filipendula ulmaria* - consequences for population dynamics and vegetation succession. *Journal of Ecology* 83: 9-21.
- Klironomos J., 2002. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities. *Nature* 417:67-70.
- Lucchese F., 1988. La distinzione dei complessi *Brachypodium pinnatum* e *B. rupestre* nelle Alpi orientali e dinariche. *Atti del Simposio della Società Estalpino-dinarica di Fitosociologia*; Feltre 29 giugno-3 luglio 1988: 147-159.
- Miller D.A., 1996. Allelopathy in forage crop system. *Agronomy Journal* 36:854-859.
- Razzara S., 1983. La problematica di *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. infestante nei terreni abbandonati dell'Alta Val Tiberina (Umbria). In "Le problematiche delle terre marginali". CNR. Quaderni AC/4/159: 279-283.
- Rivas-Martinez S., 1999. Global Bioclimatic (Clasificación bioclimática de la Tierra). Centro de Investigaciones Fitosociológicas (CIF). Los Negrales, Madrid.
- Rivas-Martinez S., Sanchèz-Mata D., & Costa M., 1999. North American boreal and Western temperate forest vegetation. *Itinera Geobotanica* 12: 5-316.
- Rivas-Martínez S., Fernández-González F., Loidi J., Louã M. & Penas A., 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica* 14: 1-300
- Santilocchi R., 1996. Concimazione minerale su prati-pascoli naturali del Monte Fausola (Rieti). *Annali Facoltà di Agraria*.
- Singh, Batish & Kohli, 1999. Autotoxicity: concept, organisms and ecological significance. *Critical Reviews in Plant Science* 18: 757-772.
- Tilman, D. & Wedin D., 1993. Competition among grasses along a nitrogen gradient: initial conditions and mechanisms of competition. *Ecological Monographs* 63:199-229.
- Ubaldi D., 1976. La vegetazione dei campi abbandonati nelle Marche e in Romagna: aggruppamenti erbacei pionieri e stadi arbustivi. *Not. Fitosoc.* 12: 49-66.
- Ubaldi D., 1988. Nuove associazioni vegetali del Montefeltro e dell'alta valle del Foglia. *Proposte e Ricerche* 20: 38-47.
- Van der Putten W.H., Van Dijk C. & Peters B., 1993. Plant-specific soil-borne diseases contribute to succession in foredune vegetation. *Nature* 362: 53-56.
- Watt A., 1947. Pattern and Process in the plant community. *Journal of Ecology* 35:1-22.
- Wikberg S. & Svensson B.M., 2003. Ramet demography in a ring-forming clonal sedge. *Journal of Ecology* 91: 847-854.
- Zucconi F., 1996. Declino del suolo e stanchezza del terreno. Eds. Spazio Verde Padova.

Addenda

Tab. 2

Sp. sporadiche: ril. 1 - SE-EUROP. *Centaurea bracteata* Scop. 1.1; ril. 2 - W-MEDIT.-MONT. *Knautia purpurea* (Vill.) Borbas +, EURASIAT. *Lilium martagon* L. +; ril. 3 - EUROP. *Echium vulgare* L. +, PONTICA *Buglossoides purpurocaerulea* (L.) Johnston +, EURASIAT. *Listera ovata* (L.) R.Br. +; ril. 4 - ENDEM. *Seseli viarum* Calest. +, EURASIAT. *Anthoxanthum odoratum* L. +, ENDEM. *Centaurea ambigua* Guss. +.2, CENTRO-E-S-EUROP. *Dianthus carthusianorum* L. +; ril. 5 - EUROP.-CAUC. *Inula salicina* L. +.2, SUBATL. *Allium carinatum* L. +, PALEOTEMP. *Lotus corniculatus* L. +.2; ril. 6 - EURASIAT. *Cruciata laevipes* Opiz +.2, CENTRO-EUROP. *Crataegus oxyacantha* L. +.2, PALEOTEMP. *Crataegus monogyna* Jacq. +.2; ril. 7 - EUROP.-CAUC. *Prunus spinosa* L. +.2, OROF. S-EUROP. *Acinos alpinus* (L.) Moench +.2, EURIMEDIT. *Silene italica* (L.) Pers. +, MEDIT.ATL.(STENO) *Salvia verbenaca* L. 1.2; ril. 8 - EUROSIB. *Vicia sepium* L. +.2, EUROSIB. *Lychnis flos cuculi* L. +, EUROP.-CAUC. *Euphorbia amygdaloides* L. 1.2, SE-EUROP. *Quercus pubescens* Willd. +.2, EUROP.-CAUC. *Corylus avellana* L. +.2, CIRCUMBOR. *Ostrya carpinifolia* Scop. +.2, EUROP.-CAUC. *Mercurialis perennis* L. +; ril. 9 - SUBCOSMOP. *Urtica dioica* L. +, CIRCUMBOR. *Geum urbanum* L. +, SUBATL. *Daphne laureola* L. +.2; ril. 10 - CIRCUMBOR. *Taraxacum officinale* Weber (aggregato) +, PALEOTEMP. *Potentilla reptans* L. +.2, EURASIAT. *Arctium nemorosum* Lej. et Court. +, NE-EURIMEDIT. *Pinus nigra* Arnold +.2, OROF. SE-EUROP. *Asperula purpurea* (L.) Ehrend. +.2.

Località e data dei rilievi: ril. 1-4 - Monte Serra Santa (Uomo del Sasso) 15/06/02; ril. 5-7 - Monte Rogedano 20/06/02; ril. 8-10 - Monte della Sporta (Poggio S. Romualdo) 20/07/03.

Tab. 3

Sp. sporadiche: ril. 1 - CIRCUMBOR. *Prunella vulgaris* L. +.2, EURASIAT. *Scabiosa columbaria* L. (+), PALEOTEMP. *Convolvulus arvensis* L. +, EURASIAT. *Cirsium arvense* (L.) Scop. +; ril. 2 - *Geranium pyrenaicum* 1.1, EURASIAT. *Ranunculus bulbosus* L. ssp. *alae* 1.1, EURASIAT. *Sonchus*

asper (L.) Hill 1.2; ril. 3 - CIRCUMBOR. *Holcus lanatus* L. (+),EUROSIB. *Carlina vulgaris* L. 1.2, PALEOTEMP. *Centaureum erythraea* Rafn +.2, EURIMEDIT. *Odontites lutea* (L.) Clairv. (+), *Equisetum telmateja* +.3; ril. 4 - SUBCOSMOP. *Agrimonia eupatoria* L. 1.1, OROF. S-EUROP. *Calamintha nepeta* (L.) Savi 1.1, EURIMEDIT. *Pulicaria dysenterica* (L.) Bernh. +, EURIMEDIT. *Dorycnium hirsutum* (L.) Ser. 2.3, EUROSIB. *Trifolium pratense* L. 1.2; ril. 5 - SE-EUROP. *Achillea collina* Becker +.2, EUROP.-CAUC. *Galium verum* L. +, EUROP.-CAUC. *Inula conyza* DC. +.

Località e data dei rilievi: ril. 1 – Casacastalda (PG) 20/07/03; ril. 2 – Branca (Gubbio) 20/07/03; ril. 3 - Casacastalda 20/07/03; ril. 4 – Branca (Gubbio) 20/07/03; ril. 5 -. Caprara (Gubbio) 20/07/03.

Tab. 4

Sp. sporadiche: ril. 1 - PALEOTEMP. *Arrhenatherum elatius* (L.) Presl +.2, PALEOTEMP. *Silene alba* (Miller) Krause +, SE-EUROP. *Centaurea bracteata* Scop. +; ril. 2 -

PALEOTEMP. *Potentilla reptans* L. 1.2; ril. 3 - PALEOTEMP. *Lotus corniculatus* L. +.2, EURASIAT.

Ranunculus bulbosus L. ssp. *alae* +, SE-EUROP. *Quercus pubescens* Willd. +.2, EURIMEDIT. *Urospermum dalechampii* (L.) Schmidt +.2, PALEOTEMP. *Festuca arundinacea* Schreber +.2, CENTRO-EUROP. *Euphorbia cyparissias* L. +.2, SE-EUROP. *Achillea collina* Becker +.2, EURASIAT. *Poa trivialis* L. +.2, PALEOTEMP. *Bromus erectus* Hudson +.2; ril. 4 - S-EUROP.-SUDSIB. *Fraxinus ornus* L. +; ril. 5 - EURIMEDIT. *Blackstonia perfoliata* (L.) Hudson +, EUROSIB. *Carlina vulgaris* L. +.2, PALEOTEMP. *Daucus carota* L. +, *Pastinaca sativa* L. ssp. *urens* (Req.) Celak; ril. 6 - PALEOTEMP. *Convolvulus arvensis* L. +.2, PALEOTEMP. *Arrhenatherum elatius* (L.) Presl +.2, *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *herbaceum* (Vill.) Rouy +.2, PALEOTEMP. *Hypericum perforatum* L. +, PALEOTEMP. *Trifolium campestre* Schreber +.2, COLTIV. *Vitis vinifera* L. +.2.

Località e data dei rilievi: ril. 1-3: Piaggia Secca (M. Cucco) 30/05/2002; ril. 4-6: Val Cerasa (M. Maltempo) 15/06/2002.