



Gestione forestale, biodiversità e carabidi

Uno studio su un popolamento di faggio dell'arco alpino

di GIORGIO VACCHIANO, ROBERTA BERRETTI, RENZO MOTTA, MATTEO NEGRO, ANTONIO ROLANDO, CLAUDIA PALESTRINI, ALESSANDRO WOLYNSKI

Nell'ambito del progetto LIFE+ Carabus finalizzato ridurre le minacce di estinzione di una specie di *Carabus* endemica della Val Sessera (BI) si è definito un modello di gestione forestale mirato al restauro degli habitat ed al raggiungimento di un equilibrio tra conservazione della biodiversità e utilizzo della risorsa legnosa.

IN Europa le foreste di faggio contribuiscono al mantenimento della biodiversità locale, ruolo fondamentale come evidenziato nell'Allegato 1 della Direttiva Habitat (92/43/CEE). Le minacce attuali a queste formazioni forestali e conseguentemente alle specie ad esse correlate sono principalmente legate al cambiamento climatico (GESSLER *et al.* 2007, DI FILIPPO *et al.* 2012), agli incendi (PIOVESAN *et al.* 2008, ASCOLI *et al.* 2013, WEBER *et al.* 2013), alla perdita di habitat e alla frammentazione del paesaggio (KUNSTLER *et al.* 2007), al pascolo di ungulati domestici e selvatici (VANDENBERGHE *et al.* 2007, OLESEN e MADSEN 2008), nonché al cambiamento della gestione forestale (BRUNET

et al. 2010). Quest'ultimo fattore infatti può influenzare non solo la struttura dei popolamenti forestali, ma anche altri parametri dell'ecosistema come il bilancio carbonio-azoto del suolo, la necromassa, i tassi di accumulo della lettiera e la composizione specifica del sottobosco. Gli **insetti sono considerati degli ottimi indicatori della biodiversità** e naturalità delle foreste, poiché presenza ed abbondanza sono parametri strettamente correlati alla complessità strutturale vegetazionale e ai disturbi che eventualmente si realizzano a loro carico, di origine naturale o antropica. Gli insetti appartenenti alla famiglia Carabidae (ordine Coleoptera) sono i più utilizzati come bioindicatori della gestione forestale, poiché

fortemente sensibili a luce, temperatura, umidità e struttura del popolamento (RAINIO e NIEMELA 2003). Nell'ambito del progetto LIFE CARABUS (Box 1) è stato condotto uno studio finalizzato alla conoscenza degli effetti della **gestione delle faggete sui carabidi**, al fine di comprendere quali siano i fattori che influenzano la loro abbondanza e la diversità, con particolare attenzione alla specie steno-endemica *Carabus olympiae* Sella, 1855 (Foto 1). Lo studio è stato **condotto contemporaneamente in una faggeta avviata all'alto fusto** la cui gestione è operata dalla Regione Piemonte e in un vicino **ceduo invecchiato di faggio**, di proprietà della Ermenegildo Zegna Holditalia s.p.a.

BOX 1 - PROGETTO CARABUS



CARABUS (EU LIFE + Project NAT/IT000231) è un progetto LIFE finalizzato a ridurre le minacce di estinzione della specie *Carabus olympiae*, steno-endemica della Val Sessera (BI). Studi precedenti avevano identificato come possibili cause di minaccia principalmente il deterioramento degli ambienti elettivi della specie, il riscaldamento climatico, il collezionismo e la diminuzione della disponibilità di prede (NEGRÒ *et al.* 2008). È inoltre stato dimostrato che *C. olympiae* seleziona attivamente gli arbusteti e le faggete evitando le aree aperte (es. pascoli) (NEGRÒ *et al.* 2008). Il progetto intende definire un modello di gestione forestale mirato al restauro degli habitat del *Carabus* ed al raggiungimento di un equilibrio tra conservazione della biodiversità e utilizzo della risorsa legnosa. Per la messa in atto del progetto si sono associati come partner Ermenegildo Zegna Holditalia s.p.a. (beneficiario coordinatore), Regione Piemonte, Comunità montana "Val Sessera, Valle di Mosso e Prealpi Biellesi", DREAM, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi assieme a Dipartimento di Scienza Agrarie, Forestali e Alimentari (Università di Torino). In ambito forestale, il progetto prevede di realizzare interventi selvicolturali di miglioramento degli habitat forestali operati all'interno dei preesistenti rimboschimenti artificiali di conifere (20 ha) e faggete (36 ha). Altre azioni concrete interesseranno successivamente gli habitat dei cespuglieti e quelli di prateria.



Foto 1 - *Carabus olympiae* durante l'atto di predazione.

AREA DI STUDIO E METODOLOGIA

L'area di studio (Figura 1) è inclusa nel SIC dell'Alta Valle Sessera (IT1130002), un sito Natura 2000 di circa 108 km², localizzata nel nord-est del Piemonte (BI), istituita principalmente per la protezione della specie steno-endemica *Carabus olympiae*. La Valle Sessera, per la sua posizione marginale rispetto all'arco alpino e per il suo orientamento sviluppato sull'asse est-ovest, è stata un'importante area di rifugio durante le fasi glaciali del Pleistocene, permettendo la sopravvivenza di numerose specie. Di conseguenza, attualmente ospita una flora ed una fauna peculiari nell'ambito di tutte le Alpi occidentali. L'area si caratterizza per una piovosità media annua di 1.700 mm, una temperatura media di 7°C ed una permanenza della neve al suolo di circa 5 mesi all'anno (da novembre a marzo). La copertura forestale, che si estende per 5.800 ha, è costituita in prevalenza da faggete e boscaglie pioniere d'invasione, ma sono presenti anche rimboschimenti di conifere ed un nucleo relittuale di abete bianco (abetina di Alpe Cusogna). La proprietà è in prevalenza demaniale, in gestione alla Regione Piemonte, ma un'ampia superficie boscata è inclusa nel comprensorio privato denominato "Oasi Zegna", di proprietà di Ermenegildo Zegna Holditalia s.p.a. I popolamenti forestali sono stati utilizzati a ceduo fino agli anni '60 del secolo scorso per la produzione di legna da ardere e carbone. A partire dal 1980, principalmente a carico delle proprietà pubbliche, la maggior parte di queste formazioni è stata interessata da tagli di avviamento a fustaia. Nell'estate del 2012 è stato realizzato un inventario finalizzato alla caratterizzazione dei popolamenti forestali all'interno di 35 ha di faggeta, dei quali 9 ha di ceduo avviato ad alto fusto e 26 ha di ceduo invecchiato. All'interno di 31 punti di campionamento ciascuno costituito da un'area di raggio 14 m la struttura forestale è

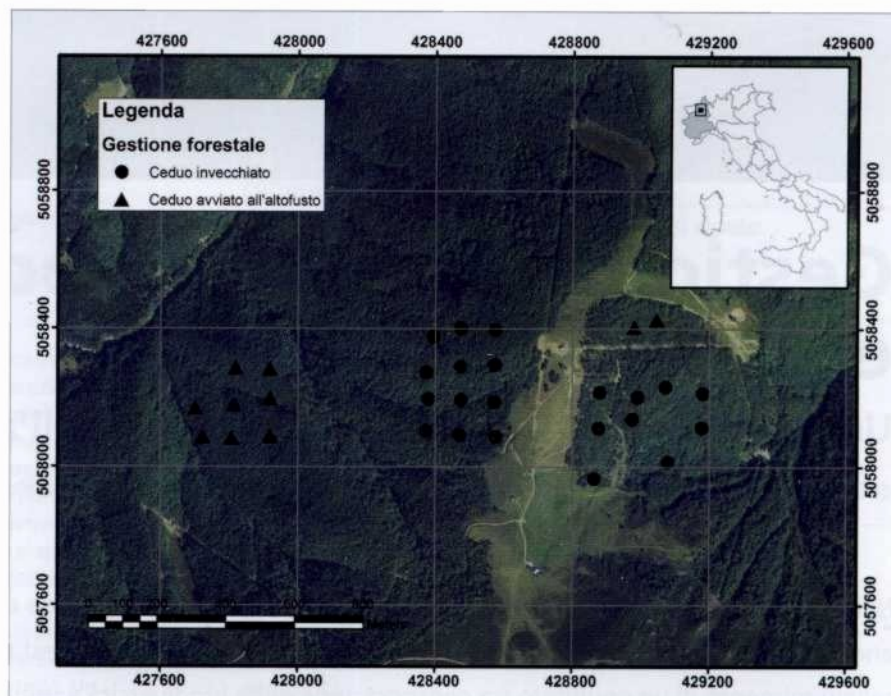


Figura 1 - Localizzazione delle faggete e dei punti di campionamento.

stata descritta rilevando:

- per le piante vive: specie e diametro a 130 cm di altezza (soglia minima di cavallettamento 2,5 cm);
- per il novellame: specie ed altezza (altezza < 10 cm, diametro < 2,5 cm);
- per i semenzali: specie (altezza < 10 cm);
- per la necromassa (distinta in: piante morte in piedi, tronchi a terra, ceppaie e residui legnosi grossolani - CWD⁽¹⁾): diametri, altezza/lunghezza dei fusti e stadio di decomposizione (5 classi);
- grado di copertura delle chiome attraverso elaborazione di foto emisferiche;
- composizione e percentuale di copertura del suolo distinguendo tra arbusti, novellame, copertura erbacea, lettiera, suolo nudo, pietrosità (piccola, media e grande),

(1) CWD - Coarse woody debris.

rocciosità, necromassa fine (diam. < 5 cm), necromassa grossa (diam. > 5 cm);

- temperatura ed umidità dell'area rilevate attraverso *data-logger*, con misura a frequenza oraria per 4 mesi (Maggio-Agosto 2013);
- esposizione e pendenza dell'area di saggio.

Nell'estate del 2013, in corrispondenza di ogni area di saggio sono state installate 5 trappole a caduta (provviste di doppio fondo per evitare di sacrificare gli animali catturati) al fine di monitorare la composizione e l'abbondanza della comunità locale dei Carabidi, con rilievo ripetuto in media ogni 4 giorni, per il periodo compreso tra Maggio ed Agosto. Le caratteristiche della comunità di Carabidi sono state descritte e confrontate (ceduo invecchiato vs. ceduo avviato ad alto fusto) mediante indici di diversità (abbondanza, ricchezza specifica, indice di Shannon-Wiener). Inoltre, si sono elaborati modelli statistici (Generalized Additive

Mixed Models e Generalized Linear Models) al fine di individuare le variabili macro e micro-ambientali in grado di condizionare la diversità della cenosi a Carabidi con particolare attenzione nei confronti della specie *Carabus olympiae*. I risultati ottenuti da queste ricerche sono stati fondamentali per poter definire opportune indicazioni gestionali per le faggete presenti nell'area di studio.

RISULTATI

I popolamenti di faggio analizzati si caratterizzano per una scarsa ricchezza di specie arboree (il faggio rappresenta in media il 95% degli individui) ed un'elevata uniformità strutturale (Tabella 1). Sia per il ceduo invecchiato che per la fustaia avviata all'alto fusto la copertura delle chiome è elevata (> 85%); la copertura al suolo è dominata dalla lettiera (75%) e si caratterizza per un'elevata semplificazione, a causa della scarsità di elementi della necromassa e della pietrosità, che rappresenterebbero habitat potenzialmente favorevoli ai Carabidi. Assumono valori molto bassi anche i dati di copertura della rinnovazione forestale (0,5%), e delle componenti erbacea (4%) e arbustiva (3%). I cedui invecchiati presentano valori significativamente più alti di densità dei fusti, di necromassa, di variabilità diametrica rispetto alle fustaie e un diametro medio significativamente minore. Per gli altri elementi analizzati si registrano range molto ampi all'interno di ciascuna delle due forme di trattamento, ad indicare un'elevata variabilità delle condizioni microstazionali. Nel ceduo invecchiato l'abban-

dono dopo l'ultimo taglio ha prodotto un'elevata selezione a carico dei polloni all'interno della stessa ceppaia, determinando una maggiore variabilità (deviazione standard) diametrica ed una più elevata mortalità. Questa diversificazione è stata annullata nei tagli di avviamento che, favorendo le piante con migliori caratteristiche di sviluppo (selezione positiva), tendono ad uniformare il popolamento, riducendo la variabilità dei diametri ed eliminando gli individui morti o deperienti. Per quanto concerne la cenosi a Carabidi sono state censite complessivamente 13 specie per un'abbondanza complessiva di 3.073 individui; il dato si riferisce al periodo di campionamento (Maggio-Agosto 2013) nelle aree forestali interessate dallo studio. Quattro specie sono dominanti, costituendo l'80% degli esemplari catturati. I dati raccolti e le analisi statistiche realizzate indicano, per il ceduo invecchiato, una maggiore abbondanza, ricchezza specifica e diversità dei carabi. Cinque specie, tra le quali il *Carabus olympiae*, hanno dimostrato una preferenza per le formazioni a ceduo invecchiato, mentre altre due per le formazioni avviate ad alto fusto. Il ceduo invecchiato ha un effetto positivo su ricchezza e diversità della comunità (Grafico 1). Inoltre, la complessità dei microhabitat svolge un ruolo fondamentale per il mantenimento delle specie monitorate, garantendone abbondanza e diversità specifica. Sono infatti emerse correlazioni positive con variabili quali il **volume della necromassa, copertura erbacea e variabilità dei diametri dei fusti**. La presenza del *Carabus olympiae* è, in opposto, negativamente correlata

ta con la presenza di suolo nudo. Abbondanza e ricchezza specifica dei Carabidi, inoltre, sono positivamente correlate con la temperatura media e negativamente con l'umidità (tranne per *Carabus olympiae*). Le specie di Carabidi degli ambienti forestali in genere preferiscono gli ambienti con ridotte fluttuazioni climatiche. Questo avviene negli ambienti caratterizzati da una maggiore copertura delle chiome, che consente di ridurre gli sbalzi termici e di umidità al suolo. È anche vero, tuttavia, che la riduzione del grado di copertura delle chiome crea localmente le condizioni per l'affermazione di un piano arbustivo ed erbaceo, fondamentale in quanto fonte di prede e di rifugio per i Carabidi.

CONSIDERAZIONI SULLA SELVICOLTURA

I risultati ottenuti mostrano come tra le due formazioni forestali analizzate, il ceduo invecchiato presenti condizioni ambientali maggiormente idonee ad ospitare la cenosi a Carabidi forestali presenti in Alta Val Sessera. Queste formazioni si caratterizzano attualmente per una maggiore diversità strutturale dei popolamenti forestali ed una maggiore ricchezza di microhabitat. La dinamica naturale di queste formazioni di faggio nel medio-lungo periodo porta generalmente verso cenosi monospecifiche con povertà di luce, scarsa strutturazione in senso cronologico e spaziale, quindi con scarsa disponibilità di habitat per specie animali (KOPPEL 1995), per lo meno fin quando non si inneschino fenomeni spontanei di senescenza con crolli localizzati. Questa tendenza può essere modificata attuan-

	unità di misura	ceduo invecchiato			ceduo avviato all'alto fusto			
		media (dev.st.)	min	max	media (dev.st.)	min	max	
popolamento forestale	densità	n°/ha	2.028 (± 856)	552	3.640	915 (±215)	504	1.261
	area basimetrica	m²/ha	29,5 (±6,8)	19,1	41,0	30,2 (±4,7)	19,3	34,9
	volume	m³/ha	207,8 (±44,4)	123,6	273,1	266,2 (±49,5)	178,2	326,0
	diametro medio	cm	13,5 (±2,9)	10,3	22,4	20,5 (±2,6)	18,8	27,7
	altezza media	m	11,1 (±1,0)	9,7	13,7	16,7 (±0,9)	16,1	19,1
	piante in rinnovazione	n°/ha	467 (±668)	0	2166	573 (±1235)	0	3822
	copertura chiome	%	89,4 (±5,1)	70,0	95,9	88,7 (±2,2)	85,5	91,7
	pendenza	%	50 (±8)	27	73	52 (±11)	36	74
	esposizione	gradi	214 (±286)	82	335	234 (±93)	55	320
	età del popolamento	anni	53 anni polloni - 80 anni matricine			70 anni - oltre i 100 anni alcune matricine		
necromassa	volume CWD	m³/ha	10,4 (±6,8)	1,1	30,2	6,6 (±3,8)	1,2	14,1
	volume piante morte in piedi (diam. >2,5 cm)	m³/ha	5,5 (±4,2)	0,0	16,2	3,1 (±9,7)	0,0	9,8
	volume tronchi a terra (diam. >5 cm)	m³/ha	4,6 (±4,0)	0,1	13,9	2,7 (±6,4)	1,1	6,5
copertura del suolo	arbustiva	%	7,7 (±15,0)	0,0	49,0	0,1 (±0,3)	0,0	1,0
	rinnovazione	%	0,4 (±1,1)	0,0	5,0	0,1 (±0,15)	0,0	0,3
	copertura erbacea	%	4,8 (±9,9)	0,0	40,0	1,1 (±2,7)	0,0	9,0
	lettiera	%	74,6 (±20,1)	29,0	96,0	79,3 (±12,7)	50,0	92,0
	CWD (diam. >5 cm)	%	2,1 (±1,8)	0,0	5,0	2,4 (±1,8)	0,0	5,0
	necromassa fine (diam. <5 cm)	%	2,7 (±1,6)	0,0	5,0	5,1 (±2,6)	2,0	10,0
	suolo nudo	%	3,1 (±5,7)	0,0	25,0	4,5 (±4,0)	0,0	10,0
	rocce (< 100 cm)	%	3,8 (±2,6)	0,0	6,0	7,2 (±10,6)	0,0	15,0
massi (> 100 cm)	%	1,2 (±4,4)	0,0	20,0	0,5 (±1,6)	0,0	5,0	

Tabella 1 - Principali parametri del popolamento, della necromassa e della copertura del suolo rilevati.

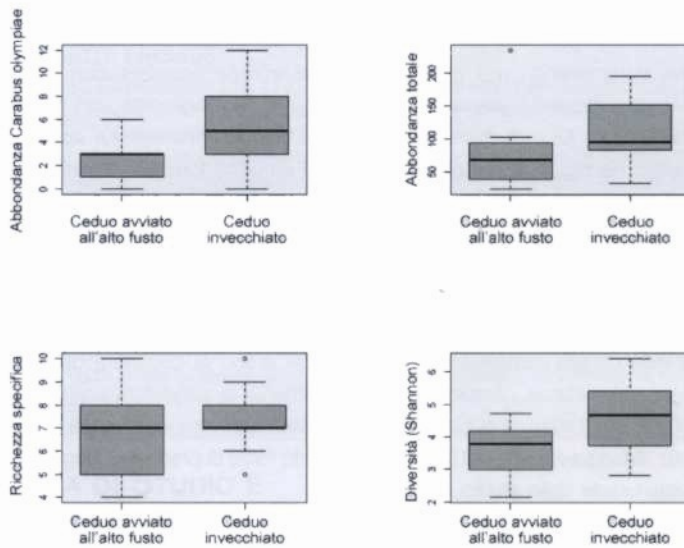


Grafico 1 - Abbondanza del *Carabus olympiae* e indice di diversità dei Carabidi in funzione del tipo di popolamento forestale (ceduo invecchiato e ceduo avviato ad alto fusto).

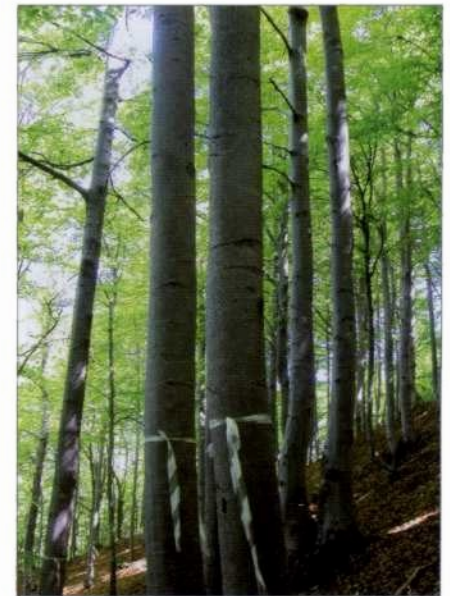


Foto 2 - Piante candidate per la qualità del fusto.

do interventi selvicolturali finalizzati a passare da una forma di governo a ceduo ad una a fustaia, che sono in grado di **garantire una certa complessità strutturale dei popolamenti e la ricchezza dei loro microhabitat**. Interventi che consentano di trasformare i cedui invecchiati di faggio in formazioni forestali a struttura irregolare (WOLYNSKI *et al.* 2006) devono quindi essere preferiti rispetto al tradizionale taglio di avviamento a fustaia coetanea caratterizzato da tagli di diradamento successivi ed uniformi. Il rilascio di piante di diametro elevato o di intere ceppaie ad invecchiamento indefinito consente di favorire la variabilità diametrica e garantisce la presenza continua di piante morte di grandi dimensioni, mentre il rilascio di piante morte dovrà interessare tutte le classi diametriche e le tipologie (piante morte in piedi e tronchi a terra). L'irregolarità della struttura può anche essere ottenuta creando piccole aperture nel piano delle chiome, in modo da favorire un mosaico della copertura ed una maggiore variabilità nelle condizioni di luce al suolo e lo sviluppo sia della rinnovazione che dello strato arbustivo ed erbaceo. Se le condizioni di fertilità e le caratteristiche qualitative (fusti di buona qualità tecnologica e buon sviluppo delle chiome) del popolamento lo consentono, tali interventi possono essere integrati ad altri finalizzati a valorizzare la qualità tecnologica dei fusti arborei, che in genere si esplica su un numero limitato di piante per ettaro (WOLYNSKI *et al.* 2006). Infatti il taglio finalizzato alla liberazione dalla concorrenza delle chiome delle piante candidate con i criteri della selvicoltura d'albero (Foto 2) ed il rilascio di altre con ruolo educativo, avviene operando, in genere, in maniera non omogenea doven-

dosì adattare alla distribuzione della qualità nei popolamenti. Il risultato è un incremento dell'articolazione del bosco sia nel piano delle chiome, che nella distribuzione spaziale dei fusti. La creazione di ecotoni interni alla cenosi attraverso l'apertura di radure ed il mantenimento di quelli esterni consentono inoltre di creare corridoi di spostamento e zone rifugio per molte specie d'insetti. La maggiore disponibilità di luce sulle chiome delle piante di maggior qualità tecnologica o di quelle di diametro elevato con particolari valenze naturalistiche (cavità, morfologia, ecc.) rispetto allo sviluppo del popolamento in assenza di tagli o con i diradamenti di tipo omogeneo e dal basso tipici dei tagli successivi uniformi, anticipa la capacità di produzione di seme, che potrà trovare spazio per il suo sviluppo nelle radure create dal taglio. Infine il rilascio di piccole isole di invecchiamento indefinito all'interno dei popolamenti può rappresentare un importante ambiente di rifugio per le specie di Carabidi forestali più vulnerabili a causa della loro minore mobilità e conseguente maggior sensibilità al disturbo antropico. Caratteristica nella gestione tradizionale delle faggete è stata ed è tuttora la tendenza ad omogeneizzare la struttura, chiudendo gli spazi disponibili, e riducendo conseguentemente la ricchezza floristica e di microhabitat. Una gestione orientata al mantenimento dell'articolazione strutturale e della biodiversità complessiva non può perciò basarsi su interventi *una tantum*, ma deve prevedere una ripetizione periodica dei tagli di strutturazione. Perché ciò possa avere un'incidenza significativa e non episodica occorre che gli interventi, per i quali all'inizio può essere necessario un sostegno

finanziario, possano ad un certo punto procedere autonomamente, con una loro sostenibilità economica. L'aumento progressivo del volume ad ettaro, ottenuto rilasciando una quota dell'incremento periodico del bosco in occasione degli interventi di strutturazione, fino ad un livello che dipende dalla fertilità stagionale, consente di assicurare un reddito alla proprietà in grado di ridurre o azzerare il costo degli interventi, sino a arrivare ad un macchiatto positivo di questi. Nell'ambito del progetto LIFE CARABUS le aree di studio saranno sottoposte ad interventi selvicolturali con lo scopo di poter monitorare nel tempo la loro efficacia, sia in termini di conservazione del *Carabus olympiae* e degli altri insetti sia in termini di articolazione strutturale ed economicità. L'obiettivo è quello di definire un modello selvicolturale che rappresenti quindi un punto di equilibrio tra conservazione della biodiversità, gestione forestale e redditività.

Bibliografia

- ASCOLI D., CASTAGNERI D., VALSECCHI C., CONEDERA M., BOVIO G., 2013 - **Post-fire restoration of beech stands in the Southern Alps by natural regeneration**. *Ecol. Eng.* 54, 210-217.
- BRUNET J., FRITZ O., RICHNAU G., 2010 - **Biodiversity in European beech forests. A review with recommendations for sustainable forest management**. *Ecological Bulletins* 53, 77-94.

DI FILIPPO A., BIONDI F., MAUGERI M., SCHIRONE B., PIOVESAN G., 2012 - **Bioclimate and growth history affect beech lifespan in the Italian Alps and Apennines.** Glob. Change Biol. 18, 960-972.

GESSLER A., KEITEL C., KREUZWIESER J., MATYSSEK R., SEILER W., RENNENBERG H., 2007 - **Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate.** Trees 21(1), 1-11.

KUNSTLER G., THULLER W., CURT T., BOUGHAUD M., JOUVE R., DERUETTE F., LEPART J., 2007 - ***Fagus sylvatica* L. recruitment across a fragmented Mediterranean landscape, importance of long distance effective dispersal, abiotic conditions and biotic interactions.** Divers. Distrib. 13(6), 799-807.

NEGRO M., CASALE A., MIGLIORE L., PALESTRINI C. & ROLANDO A., 2008 - **Habitat use and movement patterns in the ground beetle endangered species *Carabus olympiae* (Coleoptera, Carabidae).** European Journal of Entomology. 105: 105-112

OLESEN C.R., MADSEN P., 2008 - **The impact of roe deer (*Capreolus capreolus*), seedbed, light and seed fall on natural beech (*Fagus sylvatica*) regeneration.** Forest Ecol. Manag. 255(12), 3962-3972.

PIOVESAN G., BIONDI F., DI FILIPPO A., ALESSANDRINI A., MAUGERI M., 2008 - **Drought-driven growth reduction in old beech (*Fagus sylvatica* L.) forests of the central Apennines, Italy.** Glob. Change Biol. 14(6), 1265-1281.

RAINIO J., NIEMELÄ J., 2003 - **Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators.** Biodivers. Conserv. 12, 487-506.

VANDENBERGHE C., FRELECHOUX F., MORAVIE M.A., GADALLAH F., BUTTLER, A., 2007 - **Short-term effects of cattle browsing on tree sapling growth in mountain wooded pastures.** Plant Ecol. 188(2), 253-264.

WEBER P., BUGMANN H., PLUESS A. R., WALTHERT L., RIGLING A., 2013 - **Drought response and changing mean sensitivity of European beech close to the dry distribution limit.** Trees 27(1), 171-181.

WOLYNSKI A., BERRETTI R., MOTTA R., 2006 - **Selvicoltura multifunzionale orientata alla qualità. Caratterizzazione di una faggeta in provincia di Trento.** Sherwood 118, 5-12.

INFO. ARTICOLO

Autori: Giorgio Vacchiano, DISAFA - Settore Selvicoltura Università degli Studi di Torino.

E-mail giorgio.vacchiano@unito.it

Roberta Berretti, DISAFA - Settore Selvicoltura Università degli Studi di Torino.

E-mail roberta.berretti@unito.it

Renzo Motta, DISAFA - Settore Selvicoltura Università degli Studi di Torino. E-mail renzo.motta@unito.it

Matteo Negro, DIBIOS - Università degli Studi di Torino. E-mail matteo.negro@unito.it

Antonio Rolando, DIBIOS - Università degli Studi di Torino. E-mail antonio.rolando@unito.it

Claudia Palestrini, DIBIOS - Università degli Studi di Torino. E-mail claudia.palestrini@unito.it

Alessandro Wolynski, Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna.

E-mail alessandro.wolynski@provincia.tn.it

Parole chiave: Selvicoltura d'albero, carabidi, fagete, ceduo invecchiato, fustaia transitoria LIFE+ Carabus.

Abstract: Forest management and Carabid diversity. A case study in an beech forest of the Alps. European beech forests are of particular importance for biodiversity. We investigated the influence of coppice conversion to high forests on Carabid diversity and abundance of the endangered steno-endemic *Carabus olympiae* in northern Italy. Both were higher in abandoned coppices. Moreover, we detected a positive response of diversity to coarse wood debris, herb cover, and tree diameter diversity, indicating that homogenization of the forest structure may have negative consequences for the conservation of the forest carabid assemblage. Based on our results, we suggest that the traditional management of beech coppice and its conversion to high forest be modified by including practices aimed at promoting structural and microhabitat diversity such as retention of large trees, creation of canopy gaps, retention of coarse wood debris and the preservation of 'islands' of older trees in the managed stands.

Key words: Silviculture, Carabids, *Fagus sylvatica*, coppice, conversion to high forest, single tree selection, LIFE+ Carabus

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare KATIA LEO, CRISTINA THA, ELEONORA OPERTI, CLAUDIO PITTARELLO, FABIO MELONI, ALESSANDRA BOTTERO e MATTEO BARBARINO per il loro supporto nel lavoro sul campo. Ringraziamo Oasi Zegna per tutte le agevolazioni concesse per questo studio. Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha permesso la cattura di esemplari di *Carabus olympiae*. Ringraziamo inoltre MASSIMO CURTARELLO, MARCELLO MIOZZO, CORRADO PANNELLI, LORENZO POZZO, MARCO RAVIGNONE, FABRIZIO STOLA, DAVIDE ALTARE per la collaborazione in ogni fase del progetto. La ricerca è stata sostenuta da una sovvenzione europea (EU LIFE + Progetto NAT/17000213).