

LIFE CARABUS: STUDIARE PER GESTIRE, DIVULGARE PER PRESERVARE

Il progetto LIFE Carabus (fig. 1), identificato con la sigla LIFE 11 NAT/IT/000213 e denominato “Tutela e conservazione degli habitat per il consolidamento della popolazione di *Carabus olympiae* in Valsessera”, è stato approvato e cofinanziato dall’Unione Europea nel giugno 2012 e ha visto l’impegno di un partenariato di quattro beneficiari coordinati da Ermenegildo Zegna HoldItalia (capofila), quali la Regione Piemonte, l’Università di Torino con i Dipartimenti di Scienze Agrarie Forestali e Alimentari (DISAFA) e di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBIOS), D.R.E.Am. Italia e la Comunità Montana “Val Sessera, Valle di Mosso e Prealpi Biellesi”. Il progetto, che si è protratto per 43 mesi, è iniziato il primo giugno 2012 e si è concluso il 31 dicembre 2015.

L’obiettivo principale del progetto è stato quello di definire alcuni modelli di gestione delle aree forestali della Valsessera che potessero favorire l’incremento e la diffusione della popolazione di *Carabus olympiae*.

Prima della realizzazione del Progetto LIFE Carabus, l’Università di Torino aveva condotto diverse campagne di monitoraggio finalizzate allo studio dell’ecologia della specie per valutare la selezione di habitat, la fenologia e le potenziali minacce per la conservazione di questo raro endemita (Negro *et al.*, 2007; 2008; 2013; Negro, 2011a; 2011b). Tuttavia sono stati gli studi condotti in questi ultimi anni, durante il progetto LIFE, a permettere ai ricercatori di sviluppare un modello di gestione forestale per l’intero S.I.C. Valsessera finalizzato alla conservazione a lungo termine della specie, prioritaria per l’Unione Europea e iscritta negli allegati II e IV della Direttiva 92/42/CEE “Habitat” (Negro, 2011b).

Parallelamente alla ricerca scientifica sono state sviluppate numerose attività (laboratori didattici, escursioni guidate, conferenze) rivolte alle scuole e ai turisti, al fine di sensibilizzare coloro che frequentano l’Alta Valsessera sull’importante tema della conservazione della biodiversità.

A progetto concluso numerosi sono stati i risultati, anche non previsti in origine, tra i quali una pubblicazione scientifica internazionale (Negro *et al.*, 2014), che hanno reso particolarmente utile questo impegnativo lavoro pluriennale. È stato infatti possibile acquisire nuove informazioni sull’ecologia della specie, mettere a punto le tecniche per la sua riproduzione *in-situ*, redigere due piani di gestione fore-



A sinistra: fig. 1. Logo ufficiale del progetto LIFE Carabus.

A destra: fig. 2. Le fagete dell'Alta Valsessera, habitat elettivo per *Carabus olympiae* (foto Matteo Negro).

stale coordinati tra territorio pubblico e privato, allestire due strutture dedicate una alla ricerca scientifica e l'altra alla didattica e alla divulgazione.

Il progetto è stato sviluppato da una serie di azioni tecniche che si sono susseguite nel tempo. A seguire viene riportata per ciascuna una breve descrizione.

Azioni preliminari

- **AZIONE A1 - Integrazione studio della popolazione *Carabus olympiae*.** Con questa azione preliminare, che si è conclusa alla fine del 2013, è stato in un primo momento sviluppato un modello ecologico quantitativo per valutare la probabilità di presenza della specie *C. olympiae* in tutto il S.I.C. Valsessera. Successivamente è stata confermata o meno la presenza della specie nelle aree interessate dagli interventi forestali previsti dal progetto, mediante l'ausilio di trappole a caduta provviste di doppio fondo.
- **AZIONE A2 - Impianto rete di monitoraggio naturalistico.** Questa azione, conclusasi positivamente alla fine del 2013, ha avuto lo scopo di integrare lo stato delle conoscenze sui popolamenti vegetali prima dell'avvio degli interventi selvicolturali.

Azioni concrete

- **AZIONE C1 - Interventi di miglioramento habitat forestali per *Carabus*.** Sono stati realizzati alcuni interventi selvicolturali di rinaturalizzazione dei rimboschimenti in quanto le formazioni artificiali di conifere presenti in Alta Valsessera non sono idonee ad ospitare la specie *C. olympiae* (Negro *et al.*, 2013). L'azione, che si è conclusa nella primavera 2015, ha riguardato la realizzazione di 21

ettari di rinaturalizzazione con tre diverse tipologie di intervento selvicolturale: tagli a fessura, diradamenti per gruppi, diradamenti classici andanti.

- **AZIONE C2 - Interventi di miglioramento habitat forestali per *Carabus*, realizzazione interventi selvicolturali di miglioramento faggete.** Le faggete, come dimostrato in numerosi studi pregressi (Negro *et al.*, 2007; 2008; 2013) rappresentano uno degli habitat elettivi per la specie *C. olympiae* (fig. 2). Questa azione ha avuto lo scopo di mettere a confronto diverse tipologie di intervento selvicolturale nelle faggete al fine di comprendere, con le successive azioni di monitoraggio, l'impatto positivo o negativo dei modelli di gestione forestale in funzione della presenza e abbondanza relativa della specie target. Gli interventi selvicolturali hanno coperto una superficie complessiva pari a 28 ettari.
- **AZIONE C3 - Interventi di miglioramento habitat aperti per il *Carabus*, interventi di miglioramento e conservazione dei cespuglieti.** Questa azione ha avuto lo scopo di definire e mantenere i corridoi ecologici che permettono alla specie di spostarsi tra varie aree di faggeta separate da ambienti di pascolo attraverso formazioni di arbusteto colonizzate principalmente dal rododendro ferrugineo (*Rhododendron ferrugineum* L.). L'arbusteto è un habitat utilizzato dalla specie soprattutto nelle zone ecotonali con il pascolo. Per questo motivo è stato realizzato un intervento di mosaicatura tra pascolo e arbusteto per creare le condizioni ottimali per la specie, delimitando le zone interessate dal pascolo degli animali domestici (capre e bovini). L'intervento ha riguardato 10 ettari di arbusteti.
- **AZIONE C4 - Interventi di miglioramento degli habitat di prateria.** Si tratta dell'unico intervento che non riguardava direttamente la conservazione di *C. olympiae*, ma che ha avuto lo scopo di ripristinare le attività di pascolamento che da tempo erano state in gran parte abbandonate. In un'ottica di conservazione della biodiversità nel suo complesso non possiamo dimenticare che le praterie a nardeto presenti in Alta Valsessera, colonizzate principalmente dalla specie erbacea *Nardus stricta*, hanno un elevato valore conservazionistico e per questa ragione sono tutelate dalla Direttiva "Habitat". L'azione ha visto la realizzazione di un piano pastorale per migliorare la gestione delle aree di prateria con il pascolamento e contestualmente la realizzazione di infrastrutture utili a tale attività (punti d'acqua e recinzioni).
- **AZIONE C5 - Messa a punto di un modello di gestione forestale per la conservazione del *Carabus*.** Si tratta di un'azione importante che consiste nella redazione di due piani di gestione forestale va-

lidi per 15 anni per entrambe le proprietà interessate dal progetto: Regione Piemonte e Oasi Zegna. I piani contengono le previsioni di intervento e le modalità realizzative in accordo con il quadro normativo vigente e tenuto conto dei risultati conseguiti con il progetto LIFE Carabus. I due piani hanno validità per una superficie complessiva di 3.294 ettari.

- **AZIONE C6 - Sistemazione teggia per ricovero animali e nursery *C. olympiae*.** Si tratta di due fabbricati di modeste dimensioni che all'inizio del progetto erano completamente diruti e sono stati ripristinati seguendo le tecniche tradizionali impiegate per la costruzione dei ricoveri degli animali al pascolo. Una delle due strutture è stata dedicata alla realizzazione della nursery per la riproduzione del *Carabus*. Questa azione, realizzata nel corso del 2013-15 ha permesso l'allevamento di numerosi individui che sono stati successivamente reimmessi nel loro ambiente naturale.

Azioni di monitoraggio

- **AZIONE D1 - Monitoraggio e valutazione dell'effetto delle azioni concrete.** L'azione, che ha preso il via nel 2014 e si è conclusa nel 2015, ha avuto lo scopo di valutare mediante la radiotelemetria le preferenze ambientali del *C. olympiae* nelle faggete gestite in base ai diversi approcci selvicolturali.
- **AZIONE D2 - Follow-up degli individui reintrodotti.** Alcuni *C. olympiae* allevati nella nursery e reintrodotti in natura sono stati monitorati attraverso l'impiego della tecnica radiotelemetrica. Questa azione ha avuto lo scopo di verificare il successo della reintroduzione.

Azioni di divulgazione

Il Progetto LIFE Carabus non è stato focalizzato esclusivamente sulla ricerca scientifica. In ogni fase del progetto è stato fondamentale divulgare i risultati ottenuti. Per fare ciò sono stati messi in opera nelle aree interessate dal progetto numerosi cartelli illustrativi per segnalare le fasi del progetto e alcuni cartelli con i risultati salienti degli studi effettuati. Inoltre, il sito internet ufficiale (www.lifecarabus.eu) è stato un utile strumento che ha permesso di pubblicare le schede descrittive delle attività, foto, video e altro materiale illustrativo.

Durante questi anni sono state numerosissime le attività di divul-

gazione rivolte a bambini e adulti finalizzate a far conoscere sia il territorio dell'Alta Valsessera, ricco di storia e di bellezze naturali, sia il progetto LIFE. Circa 400 bambini delle scuole primarie sono stati coinvolti in un progetto didattico intitolato "B come Biodiversità" con lo scopo di far conoscere da vicino la biodiversità del territorio in questione, approfondendo le conoscenze sull'ambiente montano quale preziosa realtà per la conservazione di fauna e flora, ma anche come risorsa da gestire in modo sostenibile.

Le attività didattiche e divulgative non sono comunque state indirizzate solamente ai bambini delle scuole primarie. In questi tre anni di progetto sono state organizzate numerosissime uscite sul territorio per famiglie e gruppi di turisti (fig. 3). Particolare attenzione è stata rivolta nella formazione di tutti coloro che operano sul territorio, dai gestori dei locali agli operai che si occupano delle risorse forestali.

Infine non possiamo assolutamente dimenticare il contributo di Mattias Klum, fotografo di fama mondiale del National Geographic, che ha visitato le aree interessate dal progetto LIFE per girare un *reportage* sulla specie *C. olympiae*.

Passiamo ora ad analizzare nel dettaglio le metodologie utilizzate per lo studio di questa specie unica, simbolo di un intero territorio. Verranno approfondite tutte quelle azioni riguardanti direttamente lo studio del *C. olympiae*. Per ulteriori informazioni circa gli interventi selvicolturali si rimanda alle pubblicazioni scientifiche e ai report tecnici di riferimento.

Monitoraggio preliminare (AZIONE A1)

Nel corso degli ultimi dodici anni il gruppo di Ecologia dell'Università degli Studi di Torino ha condotto numerose campagne di monitoraggio finalizzate allo studio dell'autoecologia della specie *Carabus olympiae* e alla valutazione della sua distribuzione all'interno del Sito di Importanza Comunitaria (IT1130002) "Valsessera" (Negro *et al.*, 2007; 2008; 2013; Negro 2011 a; 2011b).

Dai monitoraggi effettuati in passato era stato accertato come la specie fosse presente solamente in alcune porzioni del territorio incluso entro i confini del S.I.C. Non erano tuttavia emerse informazioni certe sulla presenza dello steno-endemita nelle aree forestali (faggete e rimboschimenti) interessate dagli interventi concreti C1 e C2, sebbene il modello di vocazionalità faunistica, basato su approc-



Fig. 3. Escursione guidata con turisti per visitare le aree interessate dal progetto (foto Federica Bertoni).

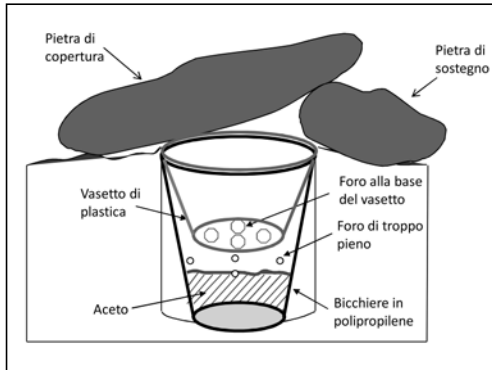
ci quantitativi (Negro *et al.*, 2013), avesse evidenziato per le aree di faggeta un'elevata biopotenzialità. Pertanto, prima di procedere con le azioni concrete del progetto, è stato fondamentale accertare la presenza o meno della specie mediante l'ausilio di metodologie scientificamente consolidate e ampiamente adottate in studi ecologici analoghi. Esistono numerosi metodi che si possono adottare per campionare i coleotteri appartenenti alla famiglia Carabidae. Il metodo delle trappole a caduta è sicuramente il più utilizzato dagli entomologi poiché è di facile attuazione ed estremamente efficiente per ciò che concerne il numero di individui catturati. Nel progetto LIFE Carabus sono state impiegate trappole a caduta provviste di doppio fondo al fine di catturare gli animali vivi per poi restituirli incolumi al loro ambiente naturale (fig. 4). Le trappole a caduta sono state disposte nell'area di studio seguendo il metodo dei punti di campionamento. Sono stati complessivamente individuati 53 punti di campionamento, 31 in ambiente di faggeta e 22 nei rimboschimenti. I 53 punti di campionamento coincidevano con le aree di saggio della rete di monitoraggio naturalistico (azione A2) e si trovavano all'interno delle aree forestali interessate dagli interventi concreti C1 e C2. Ogni punto di campionamento era costituito da 5 trappole a caduta provviste di doppio fondo, disposte con uno schema costante (4 trappole negli angoli di un quadrato immaginario di 5 m di lato più una trappola nell'intersezione delle due diagonali), così da mantenere indipendenti i dati relativi a ciascuna trappola.

Al fine di monitorare la variazione di temperatura e umidità dell'aria è stato posizionato un datalogger per ciascun punto di campionamento (fig. 5). Il dispositivo è stato attivato durante il posizionamento delle trappole a caduta e ha continuato a misurare i parametri, con frequenza oraria, per tutta la durata del monitoraggio.

Terminato il posizionamento delle trappole a caduta a doppio fondo si è proceduto alla fase della raccolta dei dati. Il controllo delle

A sinistra: fig. 4. Schema di una trappola a caduta con doppio fondo.

A destra: fig. 5. Dispositivo datalogger per la registrazione della temperatura e dell'umidità fissato su di un picchetto in legno (foto Matteo Negro).



pitfall traps è avvenuto a partire da fine maggio 2013 fino alla fine di agosto 2013.

In ciascuna giornata di campionamento si procedeva con il controllo di tutte le trappole posizionate; gli esemplari di carabidi catturati nelle trappole a caduta, non appartenenti alla specie *C. olympiae*, venivano determinati sul posto e successivamente liberati in prossimità del punto di campionamento. Per la specie steno-endemica *C. olympiae*, principale taxon oggetto di studio, gli esemplari catturati venivano prelevati, collocati in appositi barattoli di vetro e successivamente trasportati nel laboratorio di campo allestito a Bielmonte per le successive fasi di schedatura e marcatura.

Per ciascun esemplare catturato è stata preparata una scheda in cui è stato segnato il giorno e il luogo di cattura (punto di campionamento e trappola), il sesso dell'animale e la presenza o meno di particolari caratteristiche distintive (es. malformazioni, colorazioni insolite, assenza di una zampa, ecc.). Successivamente ciascun esemplare è stato fotografato su carta millimetrata con una fotocamera Nikon D70 montata su di uno stativo ad un'altezza fissa di 20 cm. Per ciascun *C. olympiae* è stata scattata una foto dell'intero animale, una foto di dettaglio delle elitre e della regione del pronoto.

Successivamente si procedeva con la marcatura dell'animale. Il sistema di marcatura meno invasivo ma allo stesso tempo permanente prevede l'impiego di una microlima. Afferrando l'animale nella porzione anteriore delle elitre, bloccandolo tra il pollice e l'indice dell'operatore, era possibile creare una microabrasione sul piastrone elitrale. Questa operazione veniva condotta nel giro di pochi secondi e non cagionava stress all'animale.

Al termine della marcatura l'insetto veniva fotografato nuovamente nella regione delle elitre. Successivamente lo stesso veniva collocato in un apposito terrario, alimentato con una piccola porzione di mela e liberato, nei giorni successivi, in prossimità del punto di cattura.

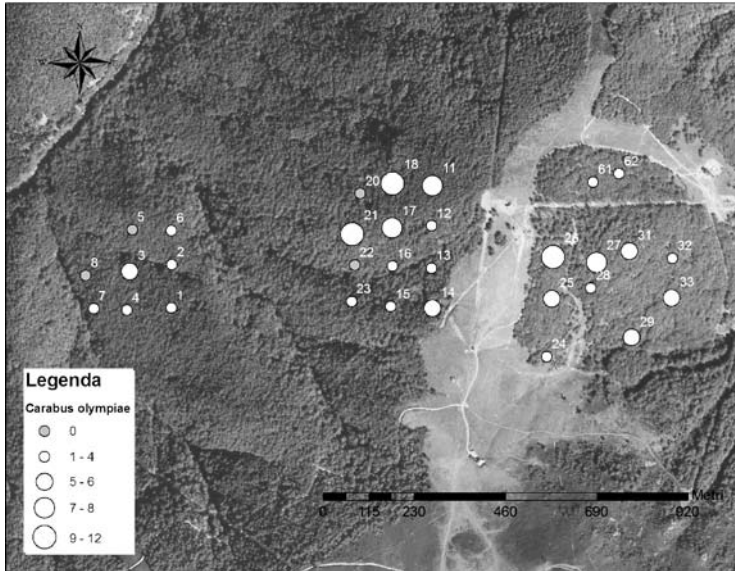


Fig. 6. Distribuzione delle catture di *Carabus olympiae* nei punti di campionamento situati nelle faggete.

Risultati

Durante il monitoraggio relativo all'azione A1 sono stati catturati, marcati e successivamente liberati 134 esemplari (fig. 6). Tutte le catture sono avvenute in ambiente di faggeta. Nel dettaglio, i 134 *C. olympiae* trappolati erano così ripartiti: 80 maschi, 47 femmine e 7 larve di secondo e terzo stadio (AA.VV. 2016).

Per quanto riguarda la cenosi a Carabidi, nelle faggete interessate dal progetto sono state censite complessivamente 13 specie (*Carabus olympiae*, *Carabus depressus*, *Carabus monticola*, *Cychrus italicus*, *Pterostichus flavofemoratus*, *Pterostichus spinolae*, *Pterostichus rutilans*, *Pterostichus apenninus*, *Abax exaratus*, *Abax continuus*, *Tanythrix senilis*, *Platynus complanatus*, *Laemostenus janthinus*) per un'abbondanza complessiva di 3073 individui.

Le catture di *C. olympiae* risultano ben distribuite in tutti i settori analizzati. Solamente quattro punti di campionamento non hanno catturato alcun *C. olympiae* (punti n° 5, 8, 20, 22, fig. 6).

Sia gli individui di sesso maschile che quelli di sesso femminile risultano ben distribuiti. Particolarmente interessante la cattura di larve, perlopiù al secondo e terzo stadio, in tutti e tre i settori di faggeta analizzati. La cattura delle larve è poco probabile in quanto le trappole a caduta non hanno una grande capacità attrattiva nei loro confronti. Seppur sottostimato, il dato di presenza di stadi pre-immaginali è estremamente interessante in quanto ci conferma, vista la scarsa vagilità delle larve, che le faggete indagate ospitano la specie *C. olympiae* in tutte le fasi del ciclo vitale.

I risultati derivanti dai monitoraggi effettuati nelle faggete sono stati in un secondo momento analizzati unitamente ai parametri forestali registrati nei medesimi punti di campionamento (fig. 6), al fine di individuare quali siano le variabili che meglio possano predire la presenza e abbondanza della specie. Da questo approfondimento è emerso come una faggeta maggiormente eterogenea, con una buona copertura di necromassa e una maggiore variabilità nel diametro degli alberi, possa favorire la presenza della specie. Tali condizioni incrementano la disponibilità di rifugi e di potenziali prede. Per ulteriori dettagli tecnici si rimanda all'articolo pubblicato sulla rivista internazionale "Forest ecology and management" (Negro *et al.*, 2014).

Nei rimboschimenti sono state censite 10 specie (*Carabus depressus*, *Carabus monticola*, *Cychrus italicus*, *Pterostichus flavofemoratus*, *Pterostichus spinolae*, *Pterostichus rutilans*, *Pterostichus apenninus*, *Abax exaratus*, *Platynus complanatus*, *Notiophilus biguttatus*) per un'abbondanza complessiva di 2601 individui. Nessun esemplare di *C. olympiae* è stato catturato in ambiente di rimboschimento. Questo dato non ci stupisce in quanto è stato dimostrato in recenti studi (Negro *et al.*, 2013) che la specie non seleziona attivamente questa tipologia ambientale.

Radiotelemetria (AZIONE D1)

Nel periodo primaverile-estivo 2014 e 2015 sono stati effettuati gli esperimenti di radiotelemetria (previsti dall'azione D1) finalizzati a valutare gli effetti della gestione forestale nelle aree interessate dal progetto LIFE Carabus.

Per catturare i *C. olympiae* necessari per l'esperimento radiotelemetrico è stato condotto un trappolaggio preliminare. Sono stati individuati nelle faggete in prossimità di Alpe Moncerchio 23 punti di campionamento nel 2014 e 24 punti di campionamento nel 2015. Le aree di monitoraggio sono state scelte al fine di massimizzare le catture. Ogni punto di campionamento era costituito da un gruppo di 5 trappole a caduta provviste di doppio fondo, disposte secondo una maglia regolare a quinconce.

Nei due anni di studio sono stati radiomarcati complessivamente 45 *C. olympiae*: 26 maschi e 19 femmine (AA.VV. 2016). I *Carabus* radiomarcati sono stati liberati in quattro aree gestite sperimentalmente secondo le pratiche selvicolturali previste dal progetto LIFE e in una faggeta di controllo caratterizzata da un ceduo invecchiato non gestito con una buona colonizzazione arbustiva al suolo. Al termine

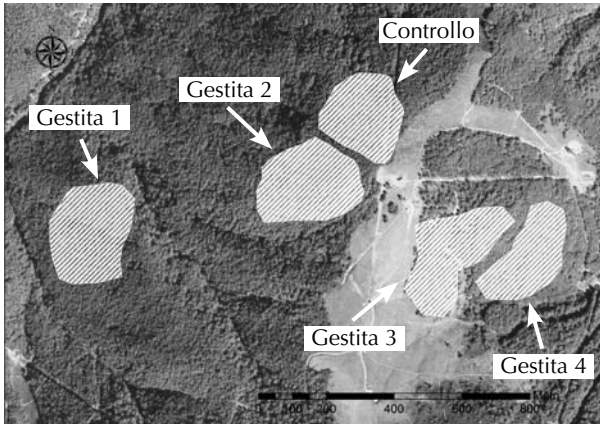


Fig. 7. Faggete in cui è stato effettuato l'esperimento di radiotelemetria.

dell'esperimento le radiotrasmettenti sono state recuperate ed i carabi liberati nel loro ambiente naturale.

Nel 2014 lo studio si è concentrato sulla faggeta di controllo e su quella gestita secondo il modello di conversione del ceduo ad alto fusto comunemente impiegato in Alta Valsessera (Gestita 3). Nel 2015 invece lo studio è stato condotto contemporaneamente in tutte le faggete gestite (1, 2, 3, 4) e in quella di controllo (fig. 7).

Per questo lavoro sono state impiegate radio trasmettenti modello PIP41 - PicoPIP (*micro-tag*) assemblate da Biotrack Ltd (Wareham, England, www.biotrack.co.uk) dal peso di 0.2 g circa e dimensioni 15 x 5 x 4 mm.

Le radio vengono fornite dalla ditta Biotrack con una striscia di nastro adesivo che mantiene adesa una calamita al dispositivo. Per attivare la radio la calamita deve essere rimossa.

Al momento dell'applicazione sull'animale occorre innanzitutto pulire la superficie delle elitre con una sostanza (etere dietilico) in grado di asportare eventuali residui di terra o altre impurità.

A questo punto si rimuove il nastro adesivo e la calamita dalla radio, a cui successivamente si applica del cianoacrilato (Attak, Loctite) sulla parte basale. La radio viene quindi fissata sulla parte anteriore del piastrone elitrale dell'animale, con l'antenna che sporge verso la parte caudale dell'addome.

Durante l'operazione, l'insetto è trattenuto manualmente dall'operatore che inserendo tra il secondo e il terzo paio di zampe il pollice e l'indice, lo immobilizza delicatamente. Al termine dell'operazione di radiomarcatura il *Carabus* viene mantenuto in un contenitore di plastica pulito per permettere alla colla di asciugare. In questa fase, è fondamentale evitare il contatto con terra o altre particelle, che incollandosi alla radio andrebbero ad appesantire ulteriormente l'animale.

A sinistra: fig. 8. Esemplare di *Carabus olympiae* radiomarcato prima del rilascio in campo (foto Katia Leo).



A destra: fig. 9. Operatori in campo nel tentativo di individuare la posizione di un *Carabus olympiae* radiomarcato (foto Katia Leo).



Inoltre è fondamentale garantire una buona aerazione durante tutta la procedura di radio marcatura per evitare che i vapori tossici del cianoacrilato penetrino nel sistema respiratorio attraverso gli stigmi respiratori (Negro *et al.*, 2008). Il contenitore di plastica in cui è stato posizionato l'individuo viene tenuto al buio per ridurre al minimo lo stress arrecato all'individuo radiomarcato.

Una volta asciugato il cianoacrilato, la radio viene rivestita con un sottile strato di plastica liquida (Plastidip) che a contatto con l'aria si indurisce; questa copertura proteggerà il dispositivo dagli agenti atmosferici e dall'azione abrasiva dei sassi e del terreno.

Vista l'importanza conservazionistica della specie in questione, e considerato anche il costo elevato delle *micro-tag*, si è deciso di rimuovere le radio al termine dell'esperimento e di liberare successivamente i carabi nel loro ambiente naturale. A questo scopo abbiamo utilizzato delle comuni lamette da barba, mediante le quali è stato possibile asportare le radio causando il minimo disturbo agli animali.

Per individuare la posizione degli animali radiomarcati sono state utilizzate delle radio riceventi (SIKA Receiver) assemblate dalla Bio-track Ltd (Wareham, England, www.biotrack.co.uk), collegate ad antenne direzionali Yagi per migliorare la ricezione del segnale (fig. 9).

Il segnale poteva essere rilevato fino a circa 300 m di distanza, con variazioni dipendenti dal tipo di habitat in cui si trovava l'individuo e dalla sua posizione (in superficie, sotto la lettiera di foglie, interrato tra le radici degli arbusti, nascosto in tane di roditori, sotto pietre, ecc.).

Per individuare ogni animale radiomarcato occorrono almeno due operatori con una radio ricevente ciascuno, al fine di triangolare la sua posizione (fig. 9). La triangolazione permette di localizzare la posizione dell'animale, sfruttando due rilevamenti della direzione di provenienza del segnale della trasmittente. Il procedimento è il seguente:

1. si sintonizzano le riceventi sulla frequenza della radio di interesse fissata sul piastrone elitrale dell'esemplare di *C. olympiae* radiomarcato;

2. si muove l'antenna in aria per individuare la direzione dalla quale il segnale giunge con maggiore intensità;
3. ci si muove verso la direzione indicata;
4. si regola il sistema di attenuazione e ricezione, in modo da localizzare la direzione di provenienza del segnale;
5. ci si avvicina nuovamente;
6. con l'attenuazione al massimo, è possibile individuare il punto esatto in cui è presente l'animale.

La posizione degli animali radiomarcati veniva rilevata una volta al giorno, segnando il punto (*fix*) con una bandierina costituita da un'etichetta fissata su uno stuzzicadenti da spiedino. Su ogni bandierina veniva indicata la frequenza della radio e il numero progressivo del *fix* rilevato. Per ogni *fix*, veniva misurata la distanza da quello precedente e, una volta ottenute tre misurazioni, si procedeva a calcolare l'angolo di variazione (espresso in gradi), vale a dire l'angolo formato da due segmenti consecutivi, mediante l'ausilio di un compasso. Inoltre, ogni punto veniva rilevato con GPS GarminTrex10 e fotografato.

Nell'analisi dei movimenti della specie *C. olympiae* nelle aree interessate dall'esperimento sono state prese in considerazione sia le distanze percorse che gli angoli di variazione tra uno spostamento e il successivo.

Per quanto riguarda le distanze, è stato misurato (in m) lo spostamento effettuato tra un *fix* e il successivo al fine di mettere in evidenza possibili differenze negli spostamenti tra maschi e femmine e tra le diverse faggete interessate dagli interventi concreti. Inoltre, ciascun *fix* è stato classificato per quanto concerne il microhabitat nelle seguenti categorie: 1) necromassa, 2) prateria, 3) ceppaia, 4) lettiera, 5) arbusteto.

Per ogni individuo sono stati misurati gli angoli di variazione (*turning angles*) relativi ad ogni spostamento, intesi come variazione dalla direzione precedente. Le misure degli angoli variano da -180° a $+180^\circ$; un angolo di 0° indica uno spostamento nella stessa direzione di quello precedente. Si è scelto arbitrariamente di attribuire valore negativo ai cambiamenti di direzione verso destra e positivo a quelle a sinistra.

Per calcolare un valore medio angolare da assegnare a ogni percorso, gli angoli sono stati rappresentati in un sistema di riferimento circolare che ha permesso di calcolare il valore di concordanza angolare (R), compreso tra 0 (quando gli angoli sono equamente distribuiti) ed 1 (quando gli angoli sono tutti uguali). Un valore di concordanza angolare elevato indica che l'animale tende a seguire percorsi tendenzialmente rettilinei, ad esempio per abbandonare una porzione di

faggeta sub ottimale. Una bassa concordanza angolare esprime invece una maggior preferenza per un determinato habitat.

Per valutare l'utilizzo preferenziale di un habitat è possibile prendere come riferimento la tortuosità, assumendo che nell'habitat preferito dall'animale il suo percorso sarà più tortuoso, con svolte più frequenti e accentuate. L'indice di tortuosità T può essere calcolato per un tratto di percorso o per il percorso intero.

Questa misura si basa sul minimo poligono convesso che racchiude il tratto in questione, e consiste nel rapporto tra la lunghezza totale (L) del percorso coperto dall'animale e la massima diagonale (m) del poligono (Claussen *et al.*, 1997; Fortin & Dale, 2005).

Risultati

Per quanto concerne le distanze medie percorse dagli animali radiomarcati (il valore medio di spostamento nell'arco di dodici ore si attesta intorno ai 12,5 m) non sono emerse differenze significative tra le faggete gestite e quella di controllo (AA.VV. 2016). Ciò suggerisce come l'impatto dei cantieri forestali sia stato modesto e non in grado di alterare in misura rilevante il comportamento della specie target. Lo stesso risultato è stato riscontrato per il parametro della concordanza angolare. È emersa invece una differenza nei parametri di tortuosità; gli animali liberati nella faggeta di controllo si spostavano seguendo percorsi maggiormente tortuosi rispetto a quelli liberati nelle quattro faggete gestite. Di particolare interesse il comportamento di alcuni esemplari che si sono allontanati per alcuni giorni dalle porzioni di faggeta interessate dai tagli forestali per poi tornare nuovamente nelle aree gestite (AA.VV. 2016).

Per quanto concerne la selezione dei microhabitat è emerso chiaramente come nella faggeta di controllo gli animali sfruttassero maggiormente le porzioni di bosco colonizzate da arbusti. In tutte le faggete gestite invece il microhabitat maggiormente selezionato è stato quello caratterizzato da cumuli di necromassa posizionati dagli operatori forestali durante le operazioni di taglio. Tale risultato è dovuto al fatto che la necromassa offre ai *C. olympiae* numerosi rifugi e rappresenta un ottimo microhabitat vicariante nell'attesa che gli interventi forestali portino all'auspicata crescita arbustiva al suolo (AA.VV. 2016).

Allevamento (AZIONE D1)

Un importante obiettivo del progetto LIFE Carabus ha previsto l'allevamento del primo allevamento *in situ* della specie *C. olympiae*.



Fig. 10. Allevamento in fase di allestimento. A sinistra è possibile osservare i terrari per gli adulti riproduttori, a destra i bicchieri in polipropilene per le fasi larvali (foto Matteo Negro).

Questa attività è avvenuta in un'apposita *nursery* ristrutturata e predisposta a tale scopo nei pressi dell'Alpe Moncerchio. Alcuni degli animali allevati sono stati successivamente dotati di radiotrasmittente e monitorati attraverso la tecnica della radio-telemetria per verificare il successo della reintroduzione.

Grazie all'allevamento della specie è stato possibile migliorare le conoscenze relative al ciclo biologico. Inoltre il locale è risultato estremamente funzionale per finalità didattiche e divulgative. Numerosi bambini delle scuole e turisti di ogni età hanno potuto osservare da vicino le fasi del ciclo biologico del *C. olympiae*. In questo modo è stato possibile sensibilizzare i fruitori del territorio sull'importante tema della conservazione di questa specie.

La cattura dei *C. olympiae* necessari per l'allevamento è avvenuta mediante l'utilizzo del metodo dei punti di campionamento, grazie all'ausilio di *pitfall traps* a doppio fondo.

Gli animali catturati sono stati traslocati nel locale climatizzato adibito a *nursery*. La temperatura ambientale del locale è stata mantenuta tra i 15°C e i 20°C e l'umidità dal 70% all' 80% circa per mezzo di un climatizzatore fisso. Questi parametri ambientali, fondamentali per l'allevamento della specie, sono stati registrati per mezzo di un dispositivo datalogger.

Le coppie riproduttrici sono state riposte in contenitori di plastica di dimensioni 30x20 cm provvisti di un coperchio utile a mantenere le condizioni di umidità del contenitore stesso (fig. 10). Inoltre il coperchio è stato perforato in più punti per permettere una migliore circolazione dell'aria. All'interno di essi è stata posta la terra precedentemente setacciata. La terra da noi utilizzata è stata prelevata in campo, in modo che fosse la stessa dell'habitat naturale degli esemplari e controllata scrupolosamente per evitare la presenza di altri invertebrati predatori, potenzialmente pericolosi per la sopravvivenza

delle uova. Oltre alla terra è stato aggiunto del muschio, utile per il mantenimento dell'umidità nel terrario e per creare un riparo per le coppie in allevamento.

Ogni contenitore è stato etichettato, in modo che ciascun terrario avesse le informazioni relative alla coppia presente: numero della coppia e numero distintivo degli esemplari.

Gli *olympiae* sono stati alimentati regolarmente ogni 3-4 giorni con un pezzo di mela, talvolta con una chiocciola.

Le uova sono state recuperate all'interno delle cellette scavate nella terra dalle femmine di *C. olympiae* con l'ausilio di un cucchiaino, in modo da spostare poca terra alla volta e non danneggiare le stesse. Per riprodurre una situazione simile alle condizioni naturali, le uova individuate sono state poste ciascuna in un bicchiere di plastica contenente 6 cm di terra e lasciate in una piccola fossetta sulla superficie, per controllare meglio la schiusa (fig. 10). Si è preferito prelevare le uova dalle cellette e depositarle singolarmente per evitare fenomeni di cannibalismo tra le larve.

Su ogni bicchiere è stato annotato il numero identificativo dell'uovo, il giorno di ritrovamento e il numero della femmina da cui era stato deposto. Infine, sopra il bicchiere è stato posizionato uno strato di tessuto non tessuto traspirante (TNT) di lato 14 cm, fermato all'apice superiore del bicchiere con un elastico per impedire l'entrata di eventuali predatori.

La terra nei bicchieri è stata periodicamente inumidita, facendo attenzione a non bagnare l'uovo al fine di evitare lo sviluppo di muffe.

Anche le larve, così come le uova, sono state poste in appositi bicchieri di plastica. Su di essi è stato appuntato il numero della larva, il giorno di ritrovamento e l'uovo da cui era nata la stessa. In ciascun bicchiere sono stati messi circa 6 cm di terra e del muschio utile per il mantenimento dell'umidità. Sopra il bicchiere è stato posizionato uno strato di tessuto non tessuto traspirante (TNT) per evitare eventuali fughe delle larve.

Si è proceduto con il controllo periodico delle larve, alimentandole con una chiocciola e mantenendo il terreno umido.

Al termine del terzo stadio larvale è stata aggiunta della terra nei bicchieri per favorire l'interramento delle larve che sono entrate nella fase di ninfosi. Come per le uova e le larve, tutte le informazioni sono state riportate sull'etichetta del bicchiere.

I contenitori con le larve e le pupe sono stati sistemati in scatoloni per proteggere le stesse dalla luce, mentre le uova sono state mantenute in condizioni di fotoperiodicità naturale.

Dopo lo sfarfallamento e avvenuto l'assestamento completo dell'adulto, i nuovi *C. olympiae* sono stati traslocati in un terrario più

grande dove sono stati nutriti con delle chiocciole. Successivamente sono stati liberati nel loro ambiente naturale previa marcatura per mezzo di una microabrasione elitrale.

Risultati

Accoppiamento

Dopo la preparazione dei terrari le coppie hanno iniziato immediatamente l'accoppiamento che si è protratto mediamente per un'ora. La copula è avvenuta da tergo in quanto il maschio, facilitato dai pulvilli adesivi dei tarsomeri, è salito sulla schiena della femmina trattenendola in posizione con una sorta di "abbraccio".

Deposizione delle uova

Le femmine, con il caratteristico addome rigonfio per la presenza delle uova, dopo essersi alimentate deponevano in media 10 uova nel terreno. Le uova sono state deposte singolarmente in una piccola cella (2 cm di profondità) ed erano riconoscibili per la colorazione bianca e la forma allungata e ovoidale, non superiore ai 4 mm (fig. 11).

Le uova dopo una settimana, se mantenute in condizioni favorevoli allo sviluppo, iniziavano a diventare più turgide e appena prima della schiusa era possibile osservare la futura larva in formazione al loro interno. Il tempo intercorso tra la deposizione e la schiusa è stato di circa 10-15 giorni.

Stadi larvali

Le larve al momento della schiusa erano lunghe circa 15 mm e larghe 4 mm; esse presentavano una colorazione bianca e rimanevano all'interno della celletta fino al completamento della pigmentazione. Le uova si trovavano in superficie per cui la larva appena nata si interrava e usciva solo dopo alcuni giorni, affiorando dal terreno con la tipica colorazione e struttura del primo stadio e iniziando la vita attiva. Durante il primo stadio, che è durato mediamente 13 giorni, la larva ha raggiunto dimensioni di 20 mm e si è nutrita come l'adulto, predando attivamente molluschi gasteropodi.

Le larve sono molto sensibili ed è importante apportare il giusto nutrimento per la loro sopravvivenza. Queste sono state alimentate ogni 3-4 giorni con delle chiocciole. La larva penetrava all'interno del guscio con la parte ventrale del corpo rivolta alla parete per evitare di soffocare nel muco prodotto dalla chiocciola, rilasciando neurotossine paralizzanti e digestive. In molti casi abbiamo potuto notare come questi animali si avventassero immediatamente sulla preda, muovendo con forza e agilità tutto il corpo. Il pasto veniva consumato in

A sinistra: fig. 11.
Uovo appena de-
posto (foto Matteo
Negro).



A destra: fig. 12.
Larva di terzo stadio
(foto Matteo Ne-
gro).



pochi giorni e spesso il guscio del gasteropode, ormai vuoto, veniva utilizzato come rifugio dalle larve, soprattutto da quelle più vulnerabili e di piccole dimensioni dei primi stadi.

Passato il primo stadio larvale, è avvenuta la prima muta in una cella scavata appositamente nel terreno. In alcuni casi quando la larva tornava in superficie era ancora bianca fino alla completa pigmentazione che avveniva nel giro di qualche ora. Le larve hanno ripreso la vita attiva raggiungendo i 28 mm di lunghezza in circa 15 giorni dopo i quali, avvenuta nuovamente la muta, sono entrate nel terzo stadio. In questo ultimo stadio le larve sono cresciute fino a 34 mm preparandosi per la fase pupale. Spesso, avvenuta la muta, era possibile osservare delle parti di esuvia sulla superficie del terreno.

Negli ultimi giorni di luglio abbiamo osservato le prime larve, ormai arrivate al termine del terzo stadio larvale (fig. 12), impuparsi nel terreno. Dopo un periodo in cui si sono nutrite abbondantemente, hanno iniziato a preparare la celletta per la fase di ninfosi sul fondo del bicchiere, senza risalire più in superficie. In pochi giorni si sono sistemate in una cella di 55 x 40 x 28 mm, molto più grande rispetto alle dimensioni del loro corpo, e sono entrate nella fase successiva, detto stadio pre-ninfosi, durante la quale hanno assunto una posizione supina.

Ninfosi

Il passaggio dallo stadio larvale a quello pupale dei primi individui è avvenuto a metà agosto con la rottura della cuticola toracica e l'accumulo dell'esuvia al fondo della celletta.

Abbiamo potuto osservare le pupe di tipo exarata, ovvero con le appendici libere e accostate al corpo. Il capo presentava un labbro trilobo, diverso rispetto a quello dell'adulto che è bilobo. Evidenti i gruppi di setole toraciche e addominali grazie alle quali la pupa si distanzia dal terreno della cella (fig. 13).



A sinistra: fig. 13. Stadio pupale (foto Matteo Negro).

A destra: fig. 14. Adulto neosfarfallato ancora completamente depigmentato (foto Matteo Negro).

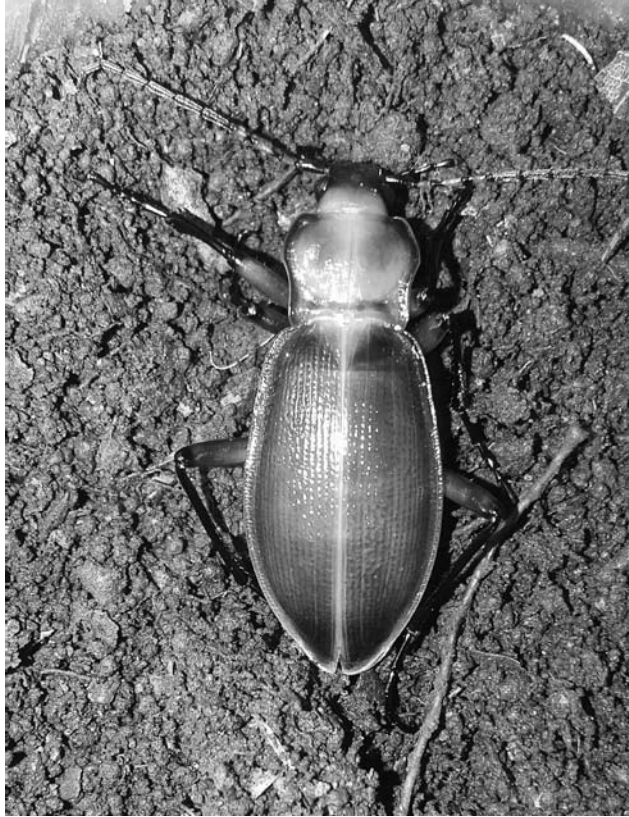
Schiusa dell'imago

Conclusa la fase pupale è avvenuto lo sfarfallamento dell'adulto (imago). Gli adulti neosfarfallati si sono sistemati in posizione prona all'interno della celletta per favorire la distensione delle elitre. Si presentavano mollicci e di colore bianco; solo ocelli, estremità mandibolari, estremità dei primi quattro articoli delle antenne e zampe (esclusi i femori) erano pigmentati di nero (fig. 14). Dopo alcune ore gli adulti diventavano giallo-paglierini per assumere dopo circa 7 ore una colorazione giallo-bruno sul torace e bruna con riflessi violacei sulle elitre (fig. 15). La cromatogenesi si completava generalmente nell'arco di 24-48 ore e l'assestamento definitivo dell'adulto in due settimane circa.

Conclusione

Dopo tre lunghi anni si è concluso un progetto estremamente impegnativo che ci ha permesso di fare luce su alcuni importanti aspetti relativi alla gestione del territorio e alla tutela della biodiversità. *Carabus olympiae* non è solamente un insetto; rappresenta il simbolo di un intero territorio, quello dell'Alta Valsessera, unico nel suo genere per storia e valenza naturalistico-paesaggistica. Da molti anni lo studio della popolazione di questo raro endemita ci permette di comprendere meglio gli effetti che le attività antropiche hanno sugli ecosistemi naturali. Queste ricerche scientifiche rappresentano un fondamentale strumento per gli amministratori locali che hanno il difficile compito di gestire al meglio questo territorio al fine di trovare il giusto equilibrio tra la conservazione della biodiversità e le attività di sfruttamento

Fig. 15. Adulto durante il processo di pigmentazione (cromatogenesi) (foto Matteo Negro).



sostenibile delle risorse naturali. Ma la ricerca scientifica fine a se stessa non basta per tutelare la natura; è quanto mai importante divulgare la scienza per far nascere nelle nuove generazioni una coscienza ecologica basata sull'analisi critica della realtà. Solo continuando a sensibilizzare i più giovani e i fruitori del territorio in generale daremo un senso reale a tutto ciò che è stato costruito in questi anni. Dunque il progetto LIFE Carabus non è ancora terminato, molta strada deve ancora essere percorsa.

Matteo Negro, Elena Cerruti, Katia Leo

RINGRAZIAMENTI

Numerosissime persone hanno collaborato in questi anni per la buona riuscita del progetto. Vogliamo esprimere un sentito ringraziamento nei confronti di: Ermenegildo Zegna Hold Italia (Massimo Curtarello, Laura Zegna), Regione Piemonte, Assessorato Sviluppo della Montagna (Marco Raviglione, Fabrizio Stola, Davide Altare, Daniela Paderni, Lido Zanol, Simone Tiboldo Bardò, Riccardo Rufino, Gianpaolo Tiboldo, Ruggero Marazzato, Federico Pivano, Andrea Pivano, Alessandro Mosca), Università di Torino Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e Alimentari (DISAFA) (Roberta Berretti, Renzo Motta, Giorgio Vacchiano, Guido Boetto, Fabio Meloni, Alessandra Bottero, Emanuele Sibona, Flavio Ruffinatto, Roberto Zanuttini, Loredana Olivarelli, Giampiero Lombardi, Gabriele Iussig, Simone Ravetto, Michele Lonati), D.R.E.Am. Italia (Marcello Miozzo, Giuseppe Ciabatti, Belén de Novoa Fernandez, Francesca Martini, Gabriele Mugnai, Marino Vignoli, Alessandro Tellini), Comunità Montana Val Sessera Valle di Mosso e Prealpi Biellesi (Giacomo Bergamo), Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente - I.P.L.A. S.p.A. (Paolo Camerano, Piergiorgio Terzuolo), Studio Associato Territorium (Corrado Panelli, Lorenzo Pozzo).

E infine ma non per importanza i colleghi dell'Università di Torino - Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBIOS) (Claudia Palestrini, Antonio Rolando, Davide Veronese, Umberto Maritano, Eleonora Operti, Claudio Pittarello, Cristina Tha, Vittoria Roatti, Simona Rugiero, Angela Roggero, Marisa Ferla).

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2016). *Tutela e conservazione di habitat di specie per il consolidamento della popolazione di Carabus olympiae in Val Sessera, Guida al progetto LIFE11NAT IT/000213 LIFE Carabus*. Arte della Stampa, 87 pp.
- Claussen D. L., Finkler M. S. & Smith M. M. (1997). *Thread trailing of turtles: methods for valuating spatial movements and pathway structure*. Canadian Journal of Zoology. 75: 2120-2128.
- Fortin M.-J. & Dale M. (2005). *Spatial Analysis, a Guide for Ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge, 365 pp.
- Negro M., Casale A., Migliore L., Palestrini C. & Rolando A. (2007). *The effect of small-scale anthropogenic habitat heterogeneity on assemblages of macrocarabids (Coleoptera, Caraboidea) endemic to the Alps*. Biodiversity & Conservation. 16: 3919-3932.
- 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.
- Negro M. (2011a). *Il progetto Carabus olympiae*. In: AA.VV. Studi e ricerche sul Biellese. Bollettino 2011, DocBi - Centro Studi Biellesi, pp. 187-206.
- Negro M. (2011b). *Non solo Carabus*. Rivista Biellese. 15: 4-14.
- Negro M., La Rocca C., Ronzani S., Rolando A. & Palestrini C. (2013). *Management tradeoffs between endangered species and biodiversity: the case of Carabus olympiae (Coleoptera: Carabidae) and carabid diversity in the western Italian Alps*. Biological Conservation. 157: 255-265.
- Negro M., Vacchiano G., Berretti R., Chamberlain D. E., Palestrini C., Motta R. & Rolando A. (2014). *Effects of forest management on carabid beetle diversity in mountain beech stands*. Forest Ecology and management. 328: 300-309.