

MARCO GUIDO

Monitoraggio in ambiente forestale: l'uso di artropodi

Introduzione

L'importanza strategica assunta dalla gestione ambientale ha portato alla crescente esigenza di esaminare gli effetti delle attività umane e soprattutto dei cambiamenti da esse indotti sugli ecosistemi naturali e semi-naturali e sulla loro biodiversità, con particolare attenzione per gli ambienti forestali. Questi studi non possono essere condotti considerando tutti gli organismi viventi in un dato ecosistema, ma richiedono l'impiego di un numero limitato e selezionato di componenti da impiegare come bioindicatori rappresentativi della risposta dell'intero ecosistema. La fauna ha un notevole valore come indicatore e il suo studio riveste una notevole importanza nella valutazione dei cambiamenti ambientali (CHEMINI, MASON, 1986). Nello studio delle comunità animali, accanto allo studio delle specie di notevoli dimensioni ed elevato interesse gestionale, una maggiore attenzione è stata data, in ambito scientifico, alla cosiddetta fauna "minore" e, in particolare, agli artropodi (CHEMINI, 1991). Infatti, grazie all'elevato numero di specie, alla varietà di ruoli ecologici svolti, ai tassi riproduttivi elevati e all'ampia capacità di distribuzione, gli artropodi sono uno degli strumenti di bioindicazione più sensibili e sono capaci di risposte più rapide nei confronti dei cambiamenti ambientali rispetto ai

vertebrati (CHEMINI, MASON, 1986; KREMEN *et al.*, 1993).

Il presente articolo intende illustrare alcune possibilità di impiego di artropodi come strumento di valutazione degli effetti dei cambiamenti ecologici indotti dall'attività umana in ambienti forestali e prativi montani. In particolare si fa riferimento alle metodologie e ai risultati maturati nel corso delle attività di ricerca svolte dal Centro di Ecologia Alpina.

Metodi

Scelta degli artropodi da studiare

Gli artropodi costituiscono un gruppo sistematico molto esteso, comprendente diversi gruppi tassonomici che differiscono notevolmente nelle risposte ai cambiamenti. Dato che la natura del disturbo e la selezione dei gruppi studiati possono influire sull'esito della ricerca, questa va affrontata esaminando differenti gruppi tassonomici.

I gruppi sistematici (*taxa*) scelti devono presentare alcune caratteristiche fondamentali: (1) essere sensibili ai cambiamenti ambientali e, in particolare, a quelli indotti dal fattore oggetto di studio; (2) essere ben rappresentati quantitativamente nell'ambiente oggetto di studio; (3) essere caratterizzati da elevate diversità specifiche ed (4) essere

relativamente facili da raccogliere e identificare (KREMEN *et al.*, 1993). Queste informazioni possono essere parzialmente ricavate tramite un'accurata indagine bibliografica. Inoltre, analisi preliminari sul sito di ricerca possono essere condotte su un numero elevato di gruppi, in modo da poter evidenziare gruppi tassonomici estremamente sensibili al fattore oggetto di studio e quantitativamente abbondanti sul luogo. È inoltre opportuno studiare *taxa* capaci di dare informazioni complementari (per esempio, un gruppo di fitofagi in combinazione con un gruppo di predatori).

Raccolta dei campioni

I campionamenti degli artropodi vanno condotti mediante tecniche standardizzate. In genere gli artropodi in attività sulla superficie del suolo vengono campionati mediante trappole a caduta (trappole di Barber). Queste sono costituite da recipienti interrati fino all'orlo e parzialmente riempiti con un liquido conservante e moderatamente attrattivo. Gli artropodi vi cadono all'interno durante la loro consueta attività di perlustrazione del territorio. Le trappole vengono sostituite a intervalli regolari che possono andare dalla settimana al mese. Tra i *taxa* che meglio si prestano al censimento mediante questa metodologia vi sono gli aracnidi opilioni e aranei, i chilopodi, i diplopodi, i crostacei isopodi, i coleotteri carabidi e stafilinidi.

Gli artropodi legati alla vegetazione erbacea e arbustiva possono invece essere campionati mediante sfalcio con apposito retino entro aree di superficie nota (da 1 m² in su), delimitate e rese riconoscibili per successivi campionamenti nel tempo. L'impiego di un retino opportunamente modificato con un sacchetto di plastica attaccato sul fondo permette di prelevare tutti gli invertebrati presenti sulla vegetazione entro ciascuna area, sostituendo poi il sacchetto nel passaggio da un'area alla successiva. Il numero di colpi di retino può variare a seconda del tipo di vegetazione e deve assicurare un'adeguata copertura della superficie

investigata. Il campionamento sulla stessa area può essere ripetuto a intervalli regolari, da un giorno a un mese. Con questa tecnica è possibile raccogliere aracnidi aranei, ortotteri e rincoti.

Analisi dei dati raccolti

Il materiale raccolto deve poi essere smistato in laboratorio e identificato a livello di specie. Il passaggio successivo è costituito dall'elaborazione dei dati. L'elaborazione dei dati solitamente è rivolta alla: (1) analisi della risposta complessiva delle comunità (o raggruppamenti) di artropodi oggetto di studio; (2) analisi della risposta delle singole specie.

Per comunità si considera l'insieme delle popolazioni delle diverse specie conviventi in un dato luogo. Essa è qualcosa di molto complesso e risulta utile identificare alcuni elementi descrittivi che consentono di valutarne la struttura, derivante dalla composizione e dalle abbondanze relative delle specie costituenti. I parametri descrittivi più usati nella descrizione delle comunità sono (1) il numero di specie (ricchezza specifica), (2) la diversità, (3) il numero di individui o la biomassa totali, spesso espressi per unità di superficie o unità di sforzo (trappola).

La diversità può essere calcolata tramite indici appositi (l'indice di α -diversità di Shannon, o l'indice di dominanza di Simpson), il cui valore è influenzato dal numero e dall'importanza relativa delle specie. La diversità aumenta all'aumentare del numero di specie e/o della regolarità nella ripartizione degli individui tra le specie. In generale, una comunità a più alta diversità appare più "equilibrata" nella struttura e presenta un maggior numero di nicchie ecologiche. Per maggiori informazioni a riguardo si rimanda a Chemini e Mason (1986).

Lo studio dell'affinità tra comunità studiate e soggette a diverse condizioni ambientali (per esempio comunità di aree gestite in modo diverso) può dare importanti

informazioni sull'evoluzione delle comunità stesse in seguito all'azione dei fattori di cambiamento ambientale. Questi studi si basano sul confronto della composizione (qualitativa e/o quantitativa) delle comunità e sulla conseguente classificazione e/o ordinamento delle stesse. La classificazione può essere operata mediante indici che misurano la similarità tra le diverse comunità, come l'indice di Dice-Soerensen (fig. 1), oppure attraverso l'impiego di metodi di analisi statistica, come la *Cluster Analysis* (analisi dei gruppi). L'ordinamento delle comunità (o raggruppamenti) su un piano definito da assi cartesiani può essere ottenuto con analisi di tipo multivariato. In figura 2 sono mostrati i risultati derivanti dall'applicazione dell'analisi delle corrispondenze detrendizzata (*Detrended Correspondence Analysis*). Le variabili ambientali maggiormente influenti sulla struttura delle comunità possono essere invece evidenziate correlando le coordinate lungo gli assi dalle comunità con i valori assunti da variabili ambientali nelle aree corrispon-

denti. In tale modo, gli assi vengono a rappresentare gradienti delle variabili in gioco ed è possibile ottenere informazioni sui meccanismi attraverso cui i cambiamenti ambientali influiscono sulle comunità di artropodi (fig. 2).

La determinazione delle variazioni a carico della struttura dei raggruppamenti permette di valutare la risposta complessiva del gruppo studiato e la validità del gruppo come indicatore degli effetti del cambiamento. Il passo successivo consiste nell'analisi della risposta delle singole specie e, quindi, nella possibilità di individuare specie chiave da utilizzare come indicatori di precise condizioni ambientali. A tale scopo si ricorre all'impiego di metodi di analisi statistica che consentano l'ordinamento e/o la classificazione delle singole specie in base alla loro distribuzione spazio-temporale. In questo modo si possono suddividere le specie in "gruppi di risposta" (fig. 3 e fig. 4). Le interazioni dei singoli gruppi di risposta risultanti con le caratteristiche ambientali possono poi essere

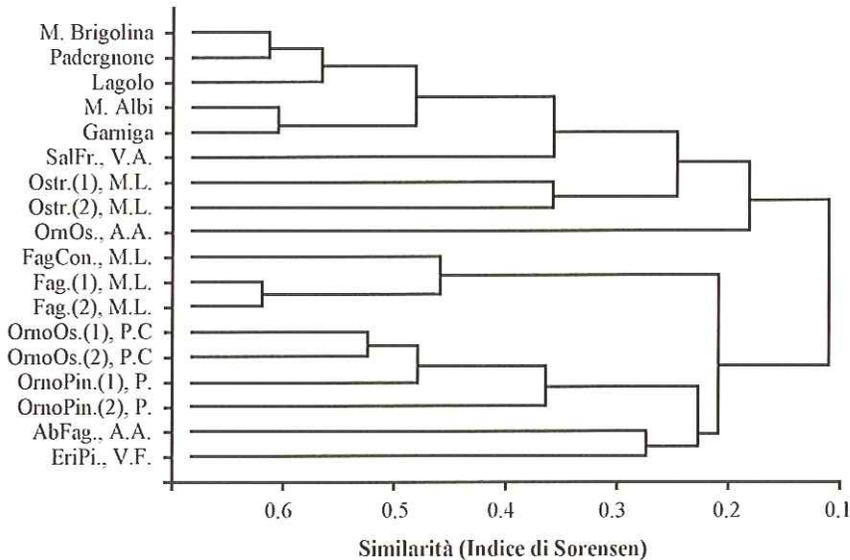


Fig. 1 - Affinità tra le comunità di carabidi di alcune faggete del Monte Bondone (le prime cinque stazioni dall'alto) e altre comunità delle Alpi orientali. SalvFr., V.A. = *Salvia-Fraxinetum*, Val d'Adige; Ostr.(1) (2), M.L. = *Buglossoido-Ostryetum*, Monti Lessini; OrnOs., A.A. = *Orno Ostrietum*, Alto Adige; FagCon., M.L. = *Dentario-Fagetum* (con conifere), Monti Lessini; Fag.(1) (2), M.L. = *Dentario-Fagetum*, Monti Lessini; OrnoOs.(1) (2), P.C. = *Orno-Ostryetum*, Prealpi Carniche; OrnoPin.(1), P. = *Orno-Pinetum*, Prealpi Carniche; AbFag., A.A. = *Abieti-Fagetum*, Alto Adige; EriPi., V.F. = *Erico-Pinetum*, Val di Fiemme. (da Guido et al., in stampa).

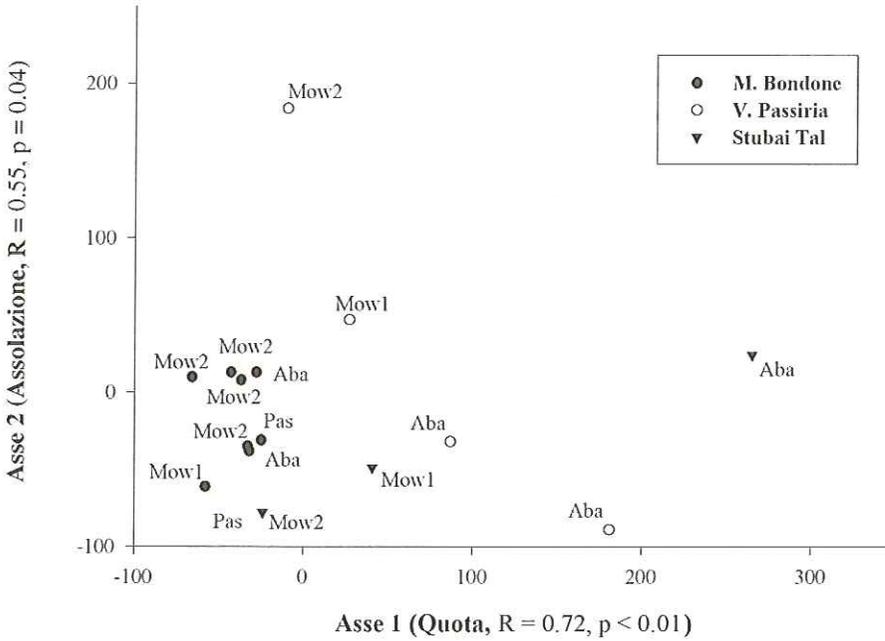


Fig. 2 - Ordinamento lungo due assi dei raggruppamenti di ortotteri di aree diversamente gestite in tre siti alpini situati lungo un transetto Sud-Nord (Monte Bondone, Val Passiria, Stubai Tal). Le variabili maggiormente influenti sulla distribuzione degli ortotteri, ottenute da correlazioni, sono indicate tra parentesi lungo ciascun asse. Aba = prato abbandonato; Mow1 = prato falciato estensivo; Mow2 = prato falciato intensivo; Pas = pascolo.

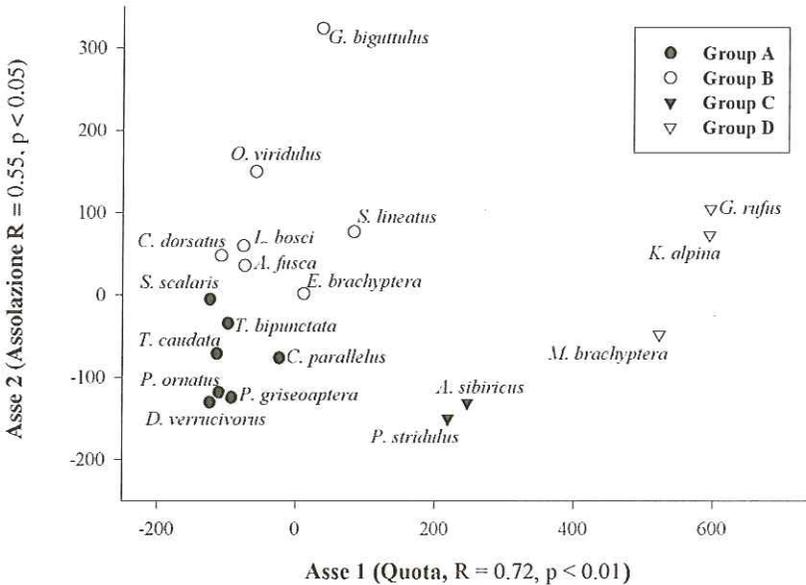


Fig. 3 - Ordinamento lungo due assi delle specie di ortotteri costituenti i raggruppamenti di figura 2. L'ordinamento è stato ottenuto con *Detrended Correspondence Analysis*. Le specie sono poi state suddivise in 4 gruppi di risposta mediante *Fuzzy Clustering*, basata sui punteggi ottenuti sugli assi.

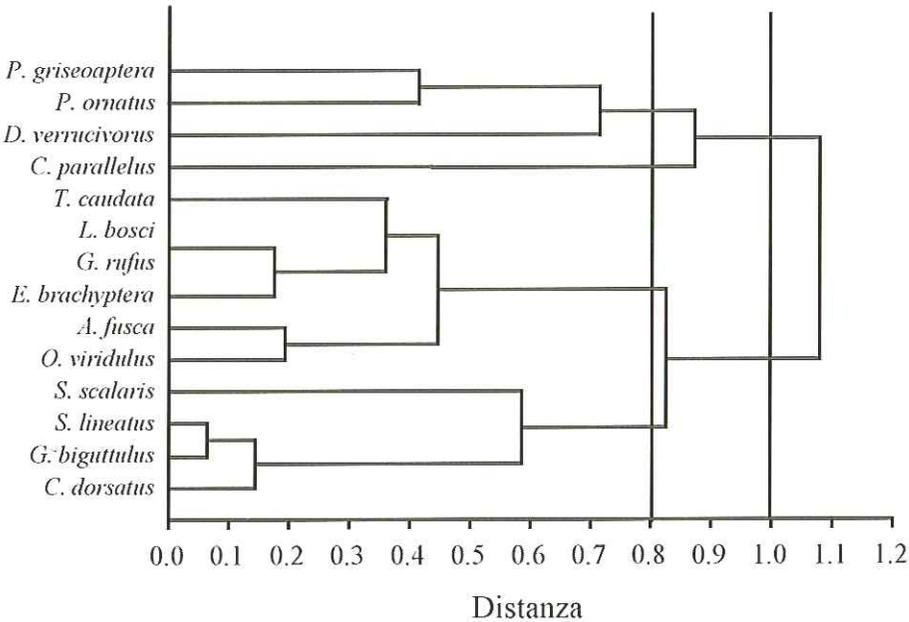


Fig. 4 - Dendrogramma di classificazione delle specie di ortotteri raccolte in 7 plot diversamente gestiti sul Monte Bondone. La classificazione è stata ottenuta mediante *Cluster Analysis*, impiegando come metodo di unione la media pesata dei gruppi e come misura di distanza l'1-r di Pearson. Le specie sono quindi state suddivise in 4 gruppi di risposta al tipo di gestione alla distanza di 0.8. Una prima suddivisione a una distanza pari a 1 suddivide le specie in due gruppi in base alle preferenze termiche legate all'orografia (da GUIDO, CHEMINI, in stampa).

analizzate utilizzando variabili ambientali selezionate. Correlando la distribuzione dei gruppi risultanti e delle singole specie con tali variabili è possibile "caratterizzare" ecologicamente i diversi gruppi di risposta. In tal modo si possono evidenziare quali specie o gruppi di specie possono indicare una precisa situazione ambientale o, per lo meno, possono essere considerati maggiormente sensibili a un certo tipo di cambiamenti.

Esempi di applicazioni pratiche

Nell'ambito dello studio degli effetti delle attività umane sulla biodiversità e sugli ecosistemi agroforestali montani, il Centro di Ecologia Alpina del Monte Bondone (TN) ha esaminato gli effetti di alcuni tra i più rappresentativi cambiamenti ambientali determinati dall'uomo in area

alpina:

- 1) l'abbandono della gestione delle aree prative (prati e pascoli)
- 2) la conversione di cedui in fustaia
- 3) gli interventi mirati al contenimento di specie nocive (nel caso studiato le zecche) in ambiente forestale.

Un primo caso: l'impiego degli ortotteri come bioindicatori nella determinazione degli effetti ecologici dei cambiamenti di gestione delle praterie montane

Sulle Alpi, tra il piano montano e il piano subalpino la maggioranza degli ambienti prativi è rappresentata da praterie "secondarie", create e mantenute dall'agricoltura. Dalla seconda guerra mondiale, tuttavia, l'intensificazione delle pratiche agricole a bassa quota ha portato all'abbandono delle aree più difficilmente accessibili e meno

produttive in tutto l'arco alpino (ACCADEMIA EUROPEA DI BOLZANO, 1996). Le aree prative abbandonate vengono ricolonizzate dalla vegetazione forestale: il paesaggio si richiude, e la stessa sopravvivenza della caratteristica struttura a mosaico del paesaggio montano, con aree boschive alternate ad aree aperte, risulta essere minacciata assieme alla diversità biologica ospitata.

Per valutare le conseguenze dell'abbandono delle forme tradizionali di gestione (sfalcio dei prati e pascolo) sulla biodiversità animale delle praterie secondarie, tra il 1996 e il 1999 il Centro di Ecologia Alpina ha svolto ricerche inserite nell'ambito del progetto europeo ECOMONT, relativo agli effetti ecologici dei cambiamenti d'uso del territorio sugli ecosistemi montani. Sono quindi state effettuate indagini (GUIDO *et al.*, 1998; GUIDO *et al.*, 1999) in tre siti lungo un transetto Sud/Nord dalle Alpi italiane alle Alpi austriache: Monte Bondone, Val Passiria, Stubai Tal. Entro ciascun sito sono stati effettuati campionamenti di artropodi su aree gestite in modo differente: prati falciati gestiti in modo intensivo (fertilizzati e falciati), prati falciati estensivi (senza l'apporto di fertilizzanti), pascoli, prati abbandonati corrispondenti a differenti stadi successionali e aree ricolonizzate dalla vegetazione forestale. Sono quindi state analizzate le risposte di alcuni gruppi di artropodi, considerati rappresentativi delle comunità animali ospitate in tali ecosistemi, tra cui gli ortotteri. Gli ortotteri sono stati monitorati mediante sfalcio con retino (GUIDO *et al.*, 1998).

L'ordinamento delle comunità di ortotteri ha evidenziato come la risposta delle stesse al variare del tipo di gestione e del disturbo indotto sia notevolmente influenzata dalle condizioni del sito. Infatti, mentre le comunità del Bondone sono apparse relativamente simili, notevoli variazioni tra le comunità di aree diversamente gestite sono state riscontrate sia in Val Passiria che in Stubai Tal (fig. 2).

L'analisi delle comunità mediante il confronto di indici di diversità e delle abbondanze di individui ha evidenziato come i raggruppamenti di ortotteri presenti nei

prati falciati siano complessivamente caratterizzati da elevati livelli di diversità e densità paragonabili a quelle riscontrate nelle aree non sottoposte a disturbo antropico (GUIDO *et al.*, 1998; BONAVITA *et al.*, 1999). Il pascolo invece comporta una riduzione sia della diversità che del numero di individui. Questo fenomeno è facilmente imputabile al disturbo continuo nel tempo esercitato dal bestiame, mentre nei prati falciati il disturbo è limitato al periodo del taglio e della successiva asportazione del fieno (fig. 5). Infine, è stata evidenziata l'instabilità delle aree prative abbandonate, che, ricolonizzate dalla vegetazione forestale, divengono ambienti inospitali per le specie di

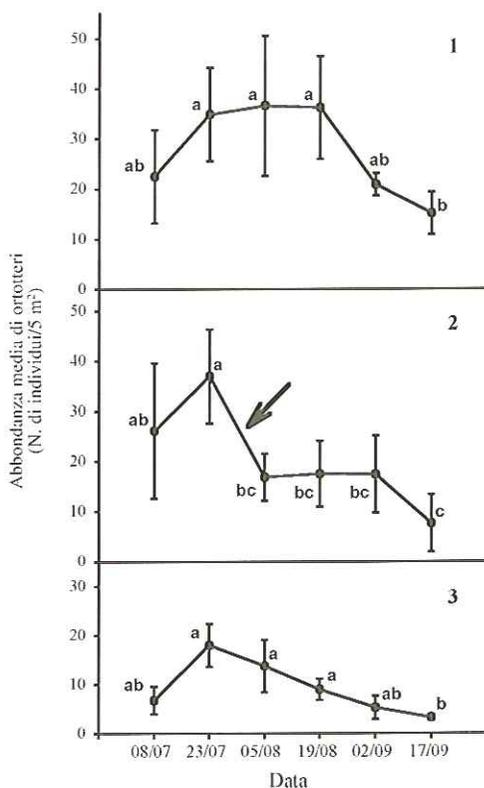


Fig. 5 - Andamento della densità media di ortotteri (e deviazione standard) in prati abbandonati (1), prati falciati (2) e pascolo (3). Il momento del taglio dell'erba è indicato da una freccia. Le lettere indicano differenze significative nell'abbondanza media di ortotteri rivelate tramite l'impiego di ANOVA di Kruskal-Wallis tra le date e successivi confronti multipli non parametrici simili al test di Tukey (da GUIDO *et al.*, 1998).

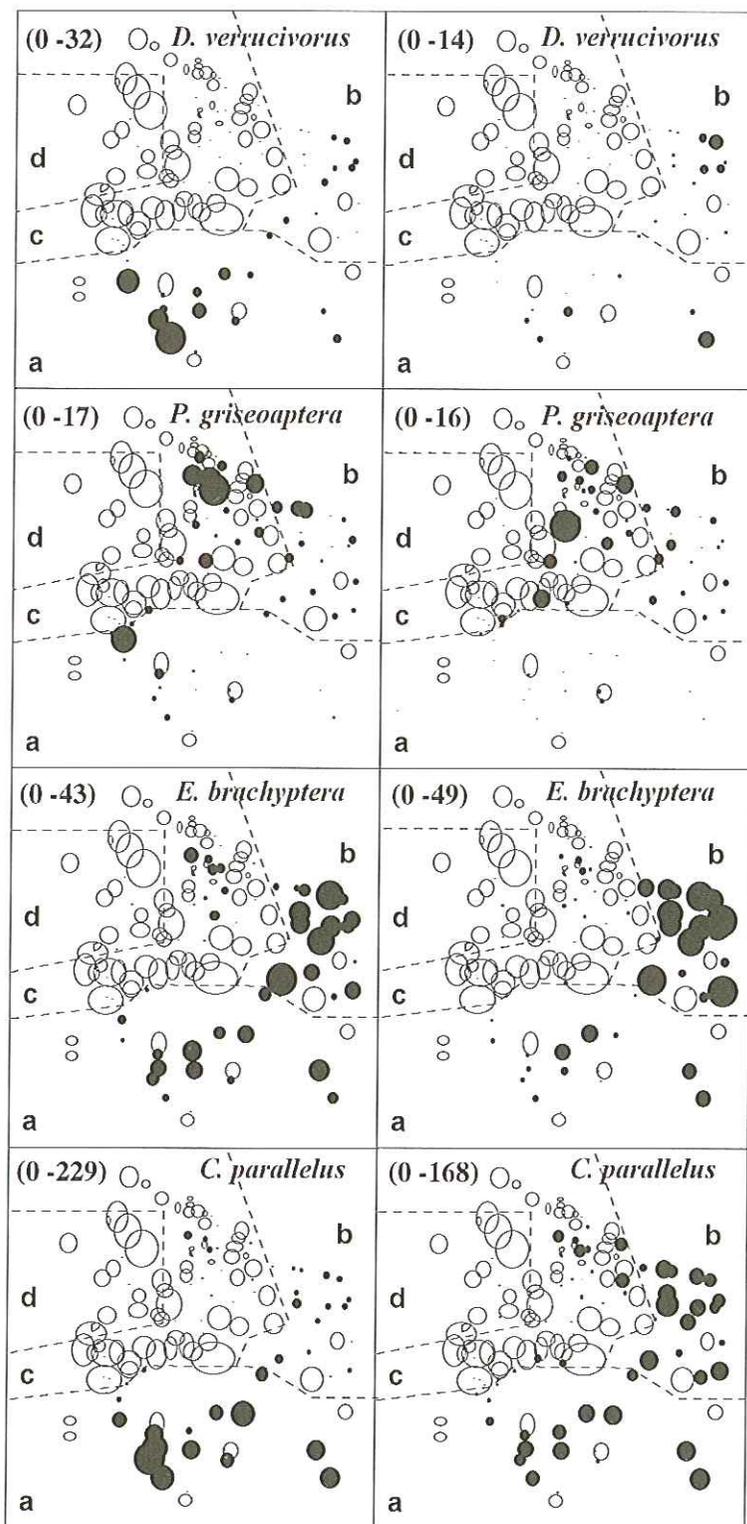


Fig. 6 - Distribuzione di quattro specie di ortotteri tra 72 plot di 1 m² campionati entro un'area ecotonale prima (a sinistra) e dopo (a destra) il taglio dell'erba. Il diametro dei cerchi neri è proporzionale al totale delle catture in ciascun plot. Le proiezioni delle chiome degli alberi sono indicate con O. a: prato falciato; b: prato abbandonato; c: area invasa dalla vegetazione forestale; d: area destinata a uso turistico (picnic) (da GUIDO, GIANELLE, dati non pubblicati).

prateria, determinando il calo della diversità dei gruppi studiati.

L'applicazione di *Cluster Analysis* (fig. 4) e di successive regressioni sulle specie rinvenute sul Monte Bondone ha permesso di identificare gruppi di risposta di specie evidenziando come le variabili maggiormente influenti sulla distribuzione delle specie siano la struttura della copertura vegetale e il microclima termico, esiziale per il corretto sviluppo delle uova e degli stadi giovanili (GUIDO, CHEMINI, in stampa).

Questi risultati hanno portato all'impostazione di un esperimento in un'area ecotonale sulla piana delle Viote (Monte Bondone), votato allo studio approfondito sulle interazioni dinamiche tra le specie e la copertura vegetale lungo una successione inescata dall'abbandono dei prati (GUIDO, GIANELLE, dati non pubblicati). L'area includeva (i) un prato falciato; (ii) un prato abbandonato; (iii) un'area ricolonizzata dalla vegetazione forestale (faggeta) e (iv) un'area destinata a campeggio. Gli ortotteri sono stati campionati quasi giornalmente da luglio ad agosto 1998 in corrispondenza di 72 aree di 1 m² mediante sfalcio con retino (fig. 6). L'analisi della distribuzione delle specie nell'ambito dell'area ha permesso di evidenziare come l'utilizzazione degli habitat da parte delle specie sia soggetta a variazioni stagionali indotte dall'azione umana (il taglio dell'erba), con lo spostamento delle specie legate ai prati falciati verso aree prative abbandonate, utilizzate come rifugi temporanei (fig. 6). Inoltre le specie sembrano evitare tanto le aree invase dagli alberi, corrispondenti alle ultime fasi della successione, nonché le aree soggette a uso turistico e quindi sottoposte ad un forte disturbo antropico (calpestio, taglio ripetuto dell'erba).

Questi esperimenti hanno quindi rivelato l'estrema sensibilità degli ortotteri nei confronti di cambiamenti anche limitati delle forme di gestione delle aree prative. Il comportamento di questi bioindicatori ha inoltre permesso di sottolineare l'importanza di alcune scelte gestionali anche per la conservazione della biodiversità animale legata alle praterie montane, tra cui: (1) il mante-

nimento delle forme tradizionali di gestione; (2) il mantenimento o la creazione di una struttura a mosaico del paesaggio montano anche su piccola scala, con aree gestite adiacenti ad aree indisturbate; (3) la predisposizione di aree delimitate destinate all'uso turistico (aree per picnic), rivelando come il disturbo presente in tali aree abbia effetti marcati sulle popolazioni animali.

Un secondo caso: l'impiego dei coleotteri carabidi come bioindicatori nello studio delle conversioni di cedui di faggio in alto fusto

In provincia di Trento i cedui di faggio hanno avuto da sempre un ruolo importante nell'economia della montagna e la ceduzione delle faggete trentine ha una lunghissima tradizione per ragioni sociali. L'abbandono della montagna e il mutamento delle condizioni sociali hanno tuttavia portato alla perdita del valore economico dei prodotti del ceduo, che, unita alla minore "efficienza ecologica" del ceduo rispetto all'alto fusto, ha indotto ad avviare molti popolamenti del territorio provinciale ad alto fusto mediante diradamenti a carattere graduale (LOSS, FERRAI, 1985).

I coleotteri carabidi sono artropodi presenti negli ecosistemi forestali dove appaiono legati alle caratteristiche del suolo e del soprassuolo forestale. Il presente studio ha messo a confronto le comunità di carabidi di tre formazioni in conversione a fustaia e di due cedui invecchiati situati sul massiccio del Bondone, al fine di evidenziare il possibile impiego di questi insetti come bioindicatori circa l'evoluzione e le caratteristiche ecologiche di questi soprassuoli (GUIDO *et al.*, 2000a). A tale scopo, i dati relativi ai carabidi sono stati confrontati con parametri relativi alle caratteristiche del suolo e del soprassuolo degli stessi popolamenti. La raccolta dei campioni è avvenuta con il metodo delle trappole a caduta sostituite mensilmente dal giugno 1997 al giugno 1998 (GUIDO *et al.*, 2000a).

L'interpretazione delle catture ottenute

con trappole a caduta richiede una certa cautela poiché i valori sono fortemente influenzati dalle dimensioni delle popolazioni e dalla mobilità degli individui, le catture quindi sono state interpretate in termini di *densità di attività* (d.a.a., densità di attività annuale, numero di individui/trappola/anno), calcolate mediante le formule proposte in Brandmayr e Pizzolotto (1989).

L'analisi della struttura di comunità tramite indici di diversità e dominanza ha rivelato come le faggete in cui è stata eseguita la conversione a fustaia tendano a presentare una struttura della popolazione più equilibrata (maggiore diversità e minore dominanza), rispetto ai due cedui (fig. 7). Le comunità sono inoltre apparse sensibili a variazioni nelle condizioni di produttività (fig. 7). La classificazione delle specie in

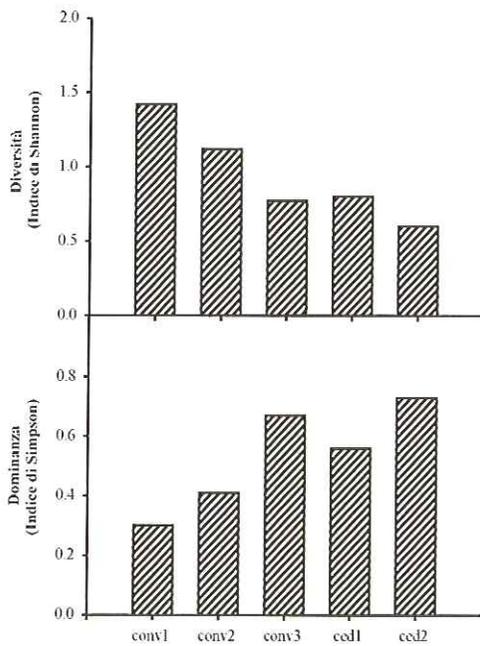


Fig. 7 - Andamento dell'indice di diversità di Shannon e del valore di dominanza di Simpson tra le comunità di carabidi di 5 faggete del Monte Bondone. conv: popolamento in conversione; ced: ceduo invecchiato. I tre popolamenti in conversione sono ordinati con produttività decrescente da sinistra a destra. Lo stesso accade per i due cedui (da GUIDO *et al.*, in stampa).

gruppi di risposta ha evidenziato relazioni significative tra alcuni parametri forestali come l'area basimetrica per ettaro e il suo incremento e alcune specie, legate quindi a situazioni evolute e produttive (GUIDO *et al.*, 2000a).

Infine, per caratterizzare le cinque comunità studiate e conseguentemente ottenere un inquadramento ecologico delle faggete, le comunità sono state confrontate con comunità relative ad altri popolamenti forestali mediante l'indice di similarità di Dice-Soerensen (S) basato sulla presenza/assenza delle specie (fig. 1). La classificazione delle cenosi ha permesso un preciso inquadramento delle comunità dei popolamenti studiati, le quali costituiscono un raggruppamento piuttosto omogeneo che tende a legarsi a quelle dei boschi mesotermofili (carpineti e ostrieti) situati a quote minori piuttosto che alle altre faggete montane studiate nei Lessini (CHEMINI, PIZZOLOTTO, 1992).

I risultati ottenuti in questo studio sembrano far pensare a un possibile uso di alcune specie di carabidi come bioindicatori della fertilità e della produttività delle faggete. Appare quindi di notevole interesse proseguire le ricerche in questa direzione in quanto i carabidi si sono dimostrati essere degli indicatori sintetici assai sensibili, anche se in parte legati a fattori di tipo non strettamente forestale.

Un terzo caso: l'impiego di alcuni gruppi di artropodi non-target come bioindicatori nello studio degli effetti di trattamenti chimici contro la zecca dei boschi in Trentino

L'espansione in Europa di malattie trasmesse da zecche ha comportato l'esigenza di un controllo del numero di ixodidi nell'ambiente e in particolare della zecca dei boschi, *Ixodes ricinus* (L.). Lo sviluppo e la standardizzazione di strategie di lotta integrata non dannose per le specie che non sono oggetto del trattamento (definite specie *non-target*) costituisce un obiettivo

prioritario soprattutto quando gli interventi vengono eseguiti negli ecosistemi forestali semi-naturali o naturali dove prolifera la zecca dei boschi. In particolare, l'introduzione dei piretroidi ad ampio spettro d'azione, innocui per i vertebrati omeotermi, ha comportato una maggiore attenzione verso gli effetti di breve e lungo termine di tali pesticidi sugli invertebrati che coabitano negli ecosistemi soggetti a trattamenti con le specie considerate dannose.

Nel settembre 1994 in località Coste di Cavedine (Trento) sono stati eseguiti trattamenti chimici localizzati contro le zecche. L'effetto abbattente e residuo a breve termine dei formulati sono stati quindi monitorati su quattro *taxa* di artropodi *non-target* (coleotteri carabidi, aranei, opilioni e ortotteri), con caratteristiche complementari e spesso impiegati nella valutazione degli effetti collaterali di pesticidi in campo agrario. L'area sperimentale è stata suddivisa in 5 settori, trattando i tre centrali con tre diversi formulati a base di piretroidi (GUIDO *et al.*, 2000b). I due settori esterni non sono stati sottoposti a trattamenti per valutare eventuali effetti dovuti alla deriva dei prodotti.

Le densità di attività dei gruppi di artropodi *non-target* legati alla superficie del suolo sono state monitorate mediante trappole a caduta, mantenute per quasi tre mesi e sono state sostituite ogni 10 giorni. Il trattamento chimico è stato eseguito tra il primo e il secondo periodo di campionamento.

Gli effetti a breve termine dei trattamenti sul numero complessivo di specie e di individui catturati sono stati valutati statisticamente. I trattamenti eseguiti, efficaci contro le zecche, non hanno influito significativamente sulla ricchezza di specie di artropodi *non-target*. Un significativo effetto abbattente è stato invece registrato sulle densità degli artropodi studiati, sia pur con differenze tra i *taxa* studiati. Mentre i carabidi e gli ortotteri hanno subito una significativa diminuzione, aranei e opilioni hanno mostrato una minore sensibilità. Sono inoltre apparse evidenti differenze relative alla ricolonizzazione dei tre settori trattati nel breve periodo considerato (GUIDO *et al.*, 2000b). Inoltre, sebbene il trattamento sia

stato eseguito in forma localizzata su settori spazialmente definiti, gli effetti sono stati registrati anche in corrispondenza delle due aree adiacenti non trattate, rivelando una possibile deriva dei prodotti (GUIDO *et al.*, 2000b). Tale risultato evidenzia la necessità di un contenimento delle superfici eventualmente interessate dagli interventi di controllo della zecca dei boschi. Questi andrebbero limitati ad aree puntiformi ad elevata fruizione umana.

Questi risultati preliminari sono stati utilizzati come base per l'impostazione di una campagna di monitoraggio degli effetti a breve e medio termine sugli artropodi *non-target* di trattamenti localizzati contro le zecche, attualmente in corso di svolgimento in località Laghi di Lamar (Trento).

Conclusioni

Gli esempi riportati hanno dimostrato la notevole sensibilità e la rapidità di risposta degli artropodi nei confronti delle manipolazioni ambientali. Inoltre, il terzo esempio ha dimostrato come *taxa* differenti possono avere risposte differenti nei confronti del medesimo fattore di disturbo.

Appare quindi di notevole interesse proseguire le ricerche basate sull'impiego degli artropodi come bioindicatori in ecosistemi agroforestali, in quanto gli artropodi si sono dimostrati essere degli indicatori sintetici assai sensibili. Tuttavia è anche necessario sottolineare che, in assenza di protocolli uniformi definiti come quelli utilizzati per l'analisi delle acque, una parte non indifferente sulla validità degli esiti è giocata dai metodi di campionamento impiegati e soprattutto dai gruppi oggetto di studio. La possibilità infatti di migliorare i risultati ottenibili è strettamente in relazione alla scelta dei *taxa* utilizzati come bioindicatori. Infine, va comunque ricordata che le risposte dei gruppi studiati non sempre sono facilmente "esportabili" in altri contesti, essendo spesso influenzate da svariati fattori ambientali che spesso sfuggono al nostro controllo, tali da falsare a

volte le risposte di alcuni *taxa* in particolari condizioni. I risultati dell'ordinamento delle comunità di ortotteri riportati nel primo esempio confermano come la risposta di un gruppo possa variare a seconda delle condizioni del sito di studio. L'esame attento delle caratteristiche del sito dovrà quindi precedere ogni esperimento, specie se la scelta del gruppo utilizzato si basa su informazioni desunte da esperimenti condotti in condizioni ambientali differenti da quelle in cui viene impostata la nostra ricerca.

Ringraziamenti

Si ringraziano per il prezioso aiuto nella determinazione del materiale il dott. Antonio Galvagni e il dott. Paolo Bonavita. Si ringraziano inoltre il prof. Andrea Battisti, il dott. Claudio Chemini, coordinatore scientifico del Centro di Ecologia Alpina, e i colleghi ricercatori del Centro per la collaborazione fornita nel corso delle attività di ricerca. Si ringrazia inoltre per la cooperazione fornita nel corso dell'esperimento relativo agli effetti di trattamenti contro le zecche l'Unità Operativa Prevenzione Ambientale, Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari, Provincia Autonoma di Trento.

dott. Marco Guido

Centro di Ecologia Alpina
Viote del Monte Bondone, 38040 Trento
e-mail: guido@cealp.it

BIBLIOGRAFIA

ACCADEMIA EUROPEA DI BOLZANO, 1996 - *Agricoltura nell'arco alpino, quale futuro?* Franco Angeli, Milano, 396 pp.

BONAVITA P., GUIDO M., CHEMINI C., 1999 - *Patterns of consumer diversity under different land-use practices along the Alpine transect*. In: Cernusca A., Tappeiner U., Bayfield N., *Land-use Changes in European Mountain Ecosystems. ECOMONT - Concepts and Results*. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 256-260.

BRANDMAYR P., PIZZOLOTTO R., 1989 - *Aspetti zoocenotici e biogeografici dei popolamenti a Coleotteri carabidi nella fascia alpina delle Vette di Feltre (Belluno)*. Biogeographia. Lavori della Società Italiana di Biogeografia. Nuova Serie, 13: 713-743.

CHEMINI C., 1991 - *Fauna del suolo e foresta: risultati preliminari di un censimento nella Lessinia trentina*. Dendronatura, 2: 49-54.

CHEMINI C., MASON F., 1986 - *Le comunità di Artropodi come strumento di valutazione delle foreste*. Dendronatura, 1: 47-54.

CHEMINI C., PIZZOLOTTO R., 1992 - *Comunità di Carabidi in siti forestali dei Monti Lessini (Trentino)*. Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Biologica, 67: 197-227.

GUIDO M., BATTISTI A., CHEMINI C., 1998 - *Effects of land-use changes on Orthoptera assemblages from Monte Bondone (Southern Alps, Italy)*. Redia, 81: 61-72.

GUIDO M., BONAVITA P., CHEMINI C., 1999 - *Effects of land-use changes on animal diversity and plant-animal interactions*. In: Cernusca A., Tappeiner U., Bayfield N., *Land-use Changes in European Mountain Ecosystems. ECOMONT - Concepts and Results*. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 170-175.

GUIDO M., CHEMINI C., in stampa - *Response of Orthoptera assemblage composition to land-use in the Southern Alps of Italy*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges.

GUIDO M., CORDIOLI F., DE FELICI S., BATTISTI A., 2000a - *Uso di coleotteri carabidi come bioindicatori in ambiente di faggeta*. In: Bucci G., Minotta G., Borghetti M., *Applicazioni e prospettive per la ricerca forestale italiana*. S.I.S.E.F. Atti II, Edizioni Avenue media, Bologna, 253-258.

GUIDO M., GUIZZARDI F., CHEMINI C., BONAVITA P., CALOVI L., 2000b - *Effetti su artropodi non-target di trattamenti chimici contro Ixodes ricinus in Trentino*. Report Centro di Ecologia Alpina, 21: 104-112.

KREMEN C., COLWELL R.K., ERWIN T.L., MURPHY D.D., NOSS R.F., SANJAYAN M.A., 1993 - *Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning*. Conservation Biology, 7(4): 796-808.

LOSS A., FERRAI S., 1985 - *I cedui nel Trentino: aspetti culturali e gestionali*. Monti e Boschi, 1: 29-34.

Riassunto

Gli artropodi mostrano una notevole sensibilità nei confronti dei cambiamenti ambientali e quindi si prestano ad essere un valido strumento di bioindicazione degli effetti ecologici delle attività umane in ecosistemi sia prativi sia forestali. In particolare, gli artropodi possono dare informazioni in modo rapido sugli effetti (sia a carico della biodiversità che della funzionalità degli ecosistemi) dei cambiamenti del tipo di gestione. L'applicabilità dell'impiego di alcuni gruppi di questi invertebrati nell'ambito della gestione ambientale è stata evidenziata mediante alcuni esempi: l'impiego degli ortotteri come bioindicatori nella determinazione degli effetti ecologici dell'abbandono delle praterie montane; lo studio degli effetti delle conversioni di cedui di faggio sulle comunità di coleotteri carabidi, al fine di un possibile impiego di tali insetti come indicatori dello stato di evoluzione e della produttività dei popolamenti; l'impiego di alcuni gruppi di artropodi per l'analisi degli effetti ecologici di interventi finalizzati al controllo delle zecche in aree forestali.

Summary

Monitoring in forest environments using arthropods

Arthropods show a high sensitivity to environmental changes and thus they can be a useful tool for monitoring and assessing the ecological effects of human activities on grassland and forest ecosystems. In particular, arthropods give rapid responses to the effects (both on biodiversity and ecosystem functioning) of land-use changes. Possible applications of the use of such invertebrates in ecological assessment have been stressed by presenting some examples: the use of Orthoptera as biological indicators in the assessment of the ecological effects of the abandonment of alpine grasslands; the study of carabid communities from beech coppices of different age and productivity in order to evaluate the potential of carabids as biological indicators of forest conditions, especially productivity and ecological efficiency; the use of non-target arthropods in monitoring the effects of chemical treatments against ticks in forest areas.